(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6821387号
(P6821387)
(45)発行日　令和3年1月27日(2021.1.27)　(24)登録日　令和3年1月8日(2021.1.8)

(51)Int.Cl.			F I		
H01L	21/027	(2006.01)	H01L	21/30	502D
B81C	1/00	(2006.01)	B81C	1/00	
B29C	59/02	(2006.01)	B29C	59/02	Z
G11B	5/84	(2006.01)	G11B	5/84	Z

請求項の数 11　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2016-207701(P2016-207701)
(22)出願日　平成28年10月24日(2016.10.24)
(65)公開番号　特開2018-73857(P2018-73857A)
(43)公開日　平成30年5月10日(2018.5.10)
審査請求日　令和1年10月7日(2019.10.7)

(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　100114775
弁理士　高岡　亮一
(74)代理人　100121511
弁理士　小田　直
(72)発明者　坂本　英治
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】インプリント方法、インプリント装置、および物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
型に形成された型側パターンと、基板ステージによって保持される基板に形成されたパターン領域上のインプリント材と、を接触させて前記パターン領域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、
前記基板ステージの前記基板を保持する面に設けられた層に第１の光を照射する照射工程と、
前記インプリント材を硬化させることで前記パターンの形成を行う形成工程を含み、
前記照射工程において、前記層が前記第１の光を吸収することにより蓄積される熱によって前記パターン領域を変形させることで、前記型側パターンと前記パターン領域の形状差が低減され、
前記層の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント方法。
【請求項２】
型に形成された型側パターンと、基板に形成されたパターン領域上に供給されたインプリント材と、を接触させて前記パターン領域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に第１の光を照射する照射工程と、
前記インプリント材を硬化させることで前記パターンの形成を行う形成工程を含み、
前記照射工程において、前記インプリント材が前記第１の光を吸収することにより蓄積

される熱によって前記パターン領域を変形させることで、前記型側パターンと前記パターン領域の形状差が低減され、
前記インプリント材は、前記第１の光を吸収して蓄熱する材料を含み、前記インプリント材の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント方法。
【請求項３】
型に形成された型側パターンと、基板に形成されたパターン領域上に供給されたインプリント材と、を接触させて前記パターン領域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、
前記パターン領域が形成された前記基板の第１の面、および当該第１の面とは異なる前記基板の第２の面のうち少なくとも１つに第１の光を照射する照射工程と、
前記インプリント材を硬化させることで前記パターンの形成を行う形成工程を含み、
前記照射工程において、前記第１の面または前記第２の面が前記第１の光を吸収することにより蓄積される熱によって前記パターン領域を変形させることで、前記型側パターンと前記パターン領域の形状差が低減され、
前記第１の面または前記第２の面は、前記第１の光を吸収して蓄熱する層を有し、前記第１の面または前記第２の面の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント方法。
【請求項４】
前記パターン領域および前記型側パターンの形状を計測する計測工程をさらに含み、
前記照射工程において、前記計測工程における計測結果に基づいて決定された照射量分布で前記基板を照射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方法。
【請求項５】
前記第１の光は、前記インプリント材を硬化する第２の光および前記形状の計測に用いる第３の光とは異なる波長の光であ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方法。
【請求項６】
型に形成された型側パターンと、基板に形成されたパターン領域上に供給されたインプリント材と、を接触させて前記基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、
前記基板を保持する基板ステージと、
前記基板ステージの前記基板を保持する面に設けられた層に第１の光を照射する照射部と、を有し、
前記第１の光を照射することによって前記層に蓄積される熱により前記パターン領域を変形させることで、前記型側パターンと前記パターン領域の形状差が低減され、
前記層の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント装置。
【請求項７】
型に形成された型側パターンと、基板に形成されたパターン領域上に供給されたインプリント材と、を接触させて前記基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、
前記インプリント材に第１の光を照射する照射部を有し、
前記インプリント材に前記第１の光を照射することによって前記インプリント材に熱が蓄積され、
前記型側パターンと前記インプリント材とを接触させた状態で、前記第１の光の照射により蓄積された熱で前記パターン領域を変形させることで前記型側パターンと前記パターン領域の形状差を低減し、
前記熱が蓄積される前記インプリント材は、前記第１の光を吸収して蓄熱する材料を含み、前記インプリント材の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント装置。
【請求項８】

型に形成された型側パターンと、基板に形成されたパターン領域上に供給されたインプリント材と、を接触させて前記基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、
前記パターン領域が形成された前記基板の第１の面、および当該第１の面とは異なる前記基板の第２の面のうち少なくとも１つに第１の光を照射する照射部を有し、
前記第１の面または前記第２の面に前記第１の光を照射することによって前記第１の面または前記第２の面に熱が蓄積され、
前記型側パターンと前記インプリント材とを接触させた状態で、前記第１の光の照射により蓄積された熱で前記パターン領域を変形させることで前記型側パターンと前記パターン領域の形状差を低減し、
前記熱が蓄積される前記第１の面または前記第２の面は、前記第１の光を吸収して蓄熱する層を有し、前記第１の面または前記第２の面の前記第１の光の吸収率は、前記パターン領域の前記第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とするインプリント装置。
【請求項９】
前記パターン領域および前記型側パターンの形状を計測し、
前記パターン領域および前記型側パターンの形状の計測結果に基づいて決定された照射量分布で前記基板を照射することを特徴とする請求項６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】
前記第１の光は、前記インプリント材を硬化する第２の光および前記形状の計測に用いる第３の光とは異なる波長の光であることを特徴とする請求項６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１１】
請求項１乃至５のいずれか１項に記載のインプリント方法または請求項６乃至１０のいずれか１項に記載のインプリント装置を用いて基板上にパターンを形成する工程と、
前記工程で前記パターンを形成された前記基板を加工する工程と、
を含むことを特徴とする物品製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、インプリント方法、インプリント装置、および物品の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
基板上のインプリント材にパターン部が形成された型を接触させて微細パターンを形成するインプリント技術がある。インプリント技術の一つに、インプリント材として光硬化性樹脂を用いる光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板上にインプリント材が供給される。次に、基板上のインプリント材と型を接触させ（押型）、接触させた状態で光を照射することによりインプリント材を硬化させる。そして、硬化したインプリント材から型を引き離すこと（離型）により、基板上にインプリント材のパターンが形成される。
【０００３】
高精度なパターンを形成するために、型とインプリント材を接触させる際、基板に予め形成されたパターン領域の形状と型に形成されたパターン部の形状とを精度良く重ね合わせる必要がある。しかしながら、インプリント技術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工程では、基板が変形することがあり、基板に形成されたパターン領域と型に形成されたパターン部との高精度な重ね合わせが困難となりうる。特許文献１に記載された装置は、型を光で加熱してパターン部を熱変形させて、重ね合わせ精度を向上させている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】

【特許文献１】国際公開第２００９／１５３９２５号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、インプリント技術で用いる基板は型よりも熱膨張係数が高く、上記特許文献の技術により型を熱変形させる場合、型に照射する光の影響で基板が型よりも大きく変形しうる。これにより、重ね合わせ精度の向上が困難となりうる。
【０００６】
本発明は、例えば、基板と型との重ね合わせ精度の向上に有利なインプリント方法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】
上記課題を解決するために、本発明は、型に形成された型側パターンと、基板ステージによって保持される基板に形成されたパターン領域上のインプリント材と、を接触させてパターン領域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、基板ステージの基板を保持する面に設けられた層に第１の光を照射する照射工程と、インプリント材を硬化させることでパターンの形成を行う形成工程を含み、照射工程において、層が第１の光を吸収することにより蓄積される熱によってパターン領域を変形させることで、型側パターンと前記パターン領域の形状差が低減され、層の第１の光の吸収率は、パターン領域の第１の光の吸収率よりも高いことを特徴とする。
【発明の効果】
【０００８】
本発明によれば、例えば、基板と型との重ね合わせ精度の向上に有利なインプリント方法を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】インプリント装置の構成を例示する図である。
【図２】加熱部の構成を示す概略図である。
【図３】光吸収剤を含むインプリント材を塗布したパターン領域を示す図である。
【図４】第１実施形態に係るインプリント方法を示すフローチャートである。
【図５】基板上のパターン領域の形状補正とそのための温度分布を例示する図である。
【図６】基板の裏面に光吸収膜を形成した場合を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、本発明を実施するための形態について図面などを参照して説明する。
【００１１】
（第１実施形態）
図１は、インプリント装置の代表的な装置構成を例示する図である。インプリント装置１は、基板上に供給されたインプリント材を型と接触させ、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、型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。本実施形態では、インプリント装置１は光硬化法を採用したインプリント装置とする。なお、図１においては、基板上のインプリント材１４に対して、光を照射する。照明系の光軸と平行にＺ軸を取り、Ｚ軸に垂直な平面内において、互いに直交するＸ軸およびＹ軸を取る。以下の図において、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸は同様に定義する。
【００１２】
インプリント装置１は、光照射部２と、型保持機構３と、ステージ（基板ステージ）４と、塗布部５と、加熱機構（加熱部）６と、アライメント計測部２６と、制御部７等の構成要素を備える。
【００１３】
光照射部２は、インプリント処理の際に、基板１０上のインプリント材１４に対して光

９を照射する。光照射部２は、光源（不図示）と、この光源から照射された光９をインプリントのために適切な光に調整する光学素子（不図示）とから構成される。

【００１４】

基板１０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１０とは別の材料からなる部材が形成されていてもよい。基板１０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。本実施形態では、シリコンウエハを用いる。また、インプリント材１４の付与前に、必要に応じて、インプリント材１４と基板１０との密着性を向上させるための密着層を設けてもよい。

【００１５】

インプリント材１４は、基板１０の面に塗布され、型８に形成されたパターン部（型側パターン）８ａにより成形される。インプリント材１４には、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する硬化性組成物（未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある）が用いられる。硬化用のエネルギーとしては、電磁波、放射線、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が１０ｎｍ以上１ｍｍ以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光であり、或いは、Ｘ線やガンマ線などの電磁放射線であってもよい。また、放射線としては電子線などの粒子放射線であってもよい。

【００１６】

硬化性組成物は、光や放射線の照射により、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また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。

【００１７】

重合性化合物は、光重合開始剤から発生した重合因子（ラジカル等）と反応し、連鎖反応（重合反応）によって高分子化合物からなる固体を形成する化合物である。例えば、アクリロイル基又はメタクリロイル基を１つ以上有する化合物、すなわち、（メタ）アクリル化合物である。光重合開始剤は、受光により重合因子を発生させる化合物であり、例えば、アシルフォスフィンオキサイド化合物のようなラジカル発生剤である。本実施形態では、紫外線で硬化する紫外線硬化樹脂をインプリント材１４として用いる。

【００１８】

インプリント材１４は、スピンコーターやスリットコーターにより基板１０上に膜状に付与される。或いは液体噴射ヘッドにより、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板１０上に付与されてもよい。インプリント材１４の粘度（２５℃における粘度）は、例えば、１ｍＰａ・ｓ以上１００ｍＰａ・ｓ以下である。

【００１９】

型８は、外周形状は例えば角形であり、型８の基板１０に対する面は、例えば回路パターンなどの転写すべき凹凸パターンが３次元状に形成されたパターン部８ａを含む。また、型８を構成する材料は、例えば、ガラス、石英、ＰＭＭＡ、ポリカーボネート樹脂等の光透明性樹脂、透明金属蒸着膜、ポリジメチルシロキサン等の柔軟膜、光硬化膜、金属膜等の光透過性の材料が好ましい。さらに、型８は、後述するような変形を容易とするために、光９が照射される面に、平面形状が円形で、かつ、ある程度の深さを有するキャビティ（凹部）が形成された形状としても良い。本実施形態では、石英により構成される型８を用いる。

【００２０】

型保持機構３は、型８を保持する型保持部１１と、型保持部１１を保持する型駆動機構１２とを有する。型駆動機構１２は、型８を保持する型保持部１１を移動することで型８を移動する。型保持部１１は、型８における光９の照射面の外周領域を真空吸着力や静電力により引き付けることで型８を保持し得る。例えば、型保持部１１が真空吸着力により型８を保持する場合には、型保持部１１は、外部に設置された真空ポンプ（不図示）に接

続され、この真空ポンプのＯＮ／ＯＦＦにより型８の脱着が切り替えられる。また、型保持部１１および型駆動機構１２は、光照射部２から照射された光９が基板１０に向かうように、中心部（内側）に開口領域１３を有する。開口領域１３には、開口領域１３の一部と型８とで囲まれる空間を密閉空間とする光透過部材（不図示）が設置される。前記光透過部材は例えばガラスなど光９を透過する。前記密閉空間は、真空ポンプなどを含む圧力調整装置（不図示）により空間内の圧力が調整される。前記圧力調整装置は、例えば、型８を基板１０上のインプリント材１４に押し付ける際、空間内の圧力をその外部よりも高く設定する。空間内の圧力が高くなると、パターン部８ａが基板１０に向かい凸形に撓み、インプリント材１４に対してパターン部８ａの中心部から接触させ得る。これにより、パターン部８ａとインプリント材１４との間に気体（例えば空気）が残留することを抑え、パターン部８ａの凹凸部にインプリント材１４を隅々まで充填させることができる。

【００２１】

型駆動機構１２は、型８と基板１０上のインプリント材１４との押し付け、または引き離しを選択的に行うように型８を各軸方向に移動させる。型駆動機構１２に採用可能なアクチュエータとしては、例えばリニアモータまたはエアシリンダがある。また、型８の高精度な位置決めに対応するために、型駆動機構１２は粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていても良い。さらに、Ｚ軸方向だけでなく、Ｘ軸方向やＹ軸方向、または各軸のθ方向（回転方向）の位置調整機能や、型８の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成としても良い。なお、インプリント装置１における押し付け（押型）および引き離し（離型）は、型駆動機構１２により型８をＺ軸方向に移動させることで実現してもよく、後述のステージ４をＺ軸方向に移動させることで実現してもよい。または、その双方を相対的に移動させてもよい。

【００２２】

ステージ４は、基板１０を保持し、型８と基板１０上のインプリント材１４との押し付けに際して型８とインプリント材１４との位置合わせを実施する。ステージ４は、基板１０を、吸着力により保持する基板保持部１６と、基板保持部１６を機械的手段により保持し、各軸方向に移動可能とするステージ駆動機構１７とを有する。ステージ駆動機構１７に採用可能なアクチュエータとしては、例えばリニアモータや平面モータがある。ステージ駆動機構１７も、Ｘ軸およびＹ軸の各方向に対して、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていても良い。さらに、Ｚ軸方向の位置調整のための駆動系や、基板１０のθ方向の位置調整機能、または基板１０の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成としても良い。また、ステージ４は、その側面に、Ｘ、Ｙ、Ｚ、θｘ、θｙ、θｚの各方向に対応した複数の参照ミラー１８を備える。複数の参照ミラー１８に対応して、インプリント装置１は、前記複数の参照ミラー１８のそれぞれにビームを照射する複数のレーザー干渉計１９を備える。前記複数のレーザー干渉計１９により、ステージ４の位置を計測する。レーザー干渉計１９は、ステージ４の位置を実時間で計測し、後述する制御部７は、このときの計測値に基づいて、ステージ４上の基板１０の位置決め制御を実行する。

【００２３】

塗布部５は、型保持機構３の近傍に設置され、基板１０上に未硬化状態のインプリント材１４を塗布する。また、塗布部５の吐出ノズル５ａから吐出されるインプリント材１４の量は、基板１０上に形成されるインプリント材１４の所望の厚さや、形成されるパターンの密度などにより適宜決定される。

【００２４】

アライメント計測部２６は、インプリント処理に際し、基板１０上に存在し、被処理部となるパターン領域２０の形状、またはサイズを取得する。アライメント計測部２６は、インプリント処理中においても、パターン部８ａと、基板１０上に形成されたパターン領域２０の形状を取得出来るように構成しても構わない。アライメント計測部２６は、不図示のアライメント光により、例えばパターン部８ａとパターン領域２０とに設けられたアライメントマークを観測し、両者の形状差を取得する事が出来る。アライメント光は、例

えば５００～８００ｎｍの波長の光が用いられる。

【００２５】

制御部７は、インプリント装置１の各構成要素の動作および調整などを制御する。制御部７は、例えばコンピュータなどの演算部や記憶部を含み、インプリント装置１の各構成要素に回線を介して接続され、プログラムなどにしたがって各構成要素の制御を実行する。なお、制御部７は、インプリント装置１の他の部分と共通の筐体内に構成しても良いし、インプリント装置１の他の部分とは別の筐体内に構成しても良い。また、制御部７は複数のコンピュータなどから構成され、制御する各構成要素に含まれても良い。

【００２６】

インプリント装置１は、ステージ４を載置するベース定盤２７と、型保持機構３を固定するブリッジ定盤２８と、ベース定盤２７から延設され、除振器２９を介してブリッジ定盤２８を支持するための支柱３０とを備える。除振器２９は、床面からブリッジ定盤２８へ伝わる振動を除去する。さらに、インプリント装置１は、共に不図示であるが、型８を装置外部から型保持機構３へ搬送する型搬送機構や、基板１０を装置外部からステージ４へ搬送する基板搬送機構などを含み得る。

【００２７】

図２（Ａ）および（Ｂ）は、加熱部６の構成を示す概略図である。なお、図１と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。インプリント材１４は、基板１０上のパターン領域２０に供給される。加熱部６は、照射光２１を出射する加熱用光源２２と、照射光２１の照射量を調整する光調整器（調整部）２３と、調整された調整光２４がパターン部８ａに向かうように光路を規定する反射板２５とを含む。照射光２１は、インプリント材１４が感光（硬化）する光の波長帯域の範囲外にある波長を有する光とするのが望ましい。本実施形態のようにインプリント材１４が２００～４００ｎｍの波長帯域の紫外線により硬化する光硬化性樹脂である場合、照射光２１は４００～１２００ｎｍの波長帯域にある波長を有する光とするのが望ましい。本実施形態では、型８（パターン部８ａ）の材料を石英としており、特に４００～７５０ｎｍの波長帯域の可視光が望ましい。さらに、アライメント光の波長と異なる波長であるとよい。

【００２８】

光調整器２３は、パターン領域２０の少なくとも平面領域にて所望の照射量分布を形成させるために、照射光２１のうち不図示の光学フィルタを通して、特定の波長を有する光をパターン領域２０の表面に向けて照射可能とする。光調整器２３は、例えば、光変調素子として複数の液晶素子を光透過面に配置し、複数の液晶素子に対する電圧を個別に制御することで照射量分布を変化させることが可能な液晶装置を採用し得る。また、光調整器２３は、例えば、光変調素子として複数のミラー素子を光反射面に配置し、各ミラー素子の面方向を個別に調整することで照射量分布を変化させることが可能なＤＭＤ（デジタル・マイクロミラー・デバイス）を採用しても良い。また、加熱用光源２２が照射する光を個別に調整できる複数の光源を有し、照射する光を個別に調整することで照射量分布を変化させる方式を採用しても良い。また、光調整器２３は、いずれの方式を採用しても、パターン領域２０の表面に均一な照射量分布で照射光２１を照射することもできる。

【００２９】

加熱用光源２２と光調整器２３とは、インプリント装置１内にて、インプリント材１４を硬化させる際に光照射部２から照射される光９の光路を妨げないように設置されることが望ましい。そこで、本実施形態では、加熱用光源２２と光調整器２３とは、開口領域１３の上側（光照射部２側）のＸ軸方向側面から調整光２４を照射する位置に設置される。この場合、調整光２４は、開口領域１３に連設された空間内に進入した後、反射板２５により反射されてパターン部８ａを透過し、パターン領域２０に照射される。一方、光照射部２から照射される光９は、反射板２５を透過し、そのまま基板１０上に照射される。反射板２５は光の波長によって、透過、反射を選択出来るダイクロイックミラー等を採用し得る。

【００３０】

型保持部１１には、パターン形状補正部２０１が設けられている。パターン形状補正部２０１は、型８の外周に外力を加えて型８を弾性変形させることでパターン部８ａの形状を変形させる機構である。パターン形状補正部２０１としては、例えば、空気や油等の流体で作動するシリンダ、または圧電素子を用いうる。

【００３１】

石英で構成された型８（パターン部８ａ）の可視光の光吸収率（吸収率）は、シリコンで構成された基板１０の光吸収率より低いため、パターン部８ａは基板１０よりも調整光２４で加熱されにくい。光吸収率とはある物質に照射した光が吸収される比率とし、光吸収率が高いと光吸収により蓄積される熱量は大きい。また、パターン領域２０にすでに金属の配線パターン（金属膜）が設けられている場合、パターン領域２０の面内の調整光２４に対する平均の反射率が高くなりうる。すなわち、調整光２４の吸収率が低下してパターン領域２０が加熱されにくい場合がありうる。そこで、本実施形態では、パターン部８ａとパターン領域２０との間にあるインプリント材１４に、調整光２４を吸収する光吸収剤をインプリント材１４中で均一となるように混ぜて、インプリント材１４自体を発熱源としてパターン領域２０を加熱する。なお、この光吸収剤は、光９とアライメント光は透過する。

【００３２】

図２（Ａ）で示すように、加熱部６は、パターン部８ａを通過した調整光２４により、インプリント材１４を加熱する。その後、図２（Ｂ）で示すように、パターン領域２０上のインプリント材１４にパターン部８ａを接触させ、インプリント材１４の熱をパターン領域２０に伝えて、パターン領域２０が所望の熱変形をするように設定された温度分布をパターン領域２０に形成する。図２（Ａ）では、パターン領域２０に所望の温度分布が形成されるようにインプリント材１４を加熱する。インプリント材１４の加熱は、図２（Ａ）のような押型前の段階においてのみ行ってもよいし、図２（Ｂ）の押型時にも引き続き行っていてもよい。

【００３３】

図３（Ａ）～（Ｃ）は、光吸収剤を含むインプリント材を塗布したパターン領域を示す図である。図３（Ｂ）および（Ｃ）は、図３（Ａ）の丸で囲った部分Ａを拡大した図である。図３（Ｂ）は、光吸収剤１０２を含むインプリント材１４をパターン領域２０上に均一に塗布した状態、図３（Ｃ）は光吸収剤１０２を含むインプリント材１４をパターン領域２０上に点状に距離ｄ離して分散させて塗布した状態を示す。光吸収剤１０２は、インプリント材１４中に予め溶解または分散される。光吸収剤１０２は、露光感度、解像能力と言ったインプリント材１４の特性には影響を与えないものが選ばれる。光吸収剤１０２の例としては、イソインドリノン系の有機顔料を使用する事が出来る。例えば、イルガジンレッド（顔料名）を使用した場合、４００～６００ｎｍの波長の光を吸収する。

【００３４】

調整光２４の照度は１ｍｍ角程度の格子毎に設定されるが、距離ｄはμｍオーダーであり、当該格子中には十分な個数のインプリント材１４の液滴が存在するため所望の解像度で温度分布を形成する事が出来る。本実施形態では、光吸収剤１０２をインプリント材１４に分散させたが、例えば、基板１０上にパターン領域２０を形成した後、光吸収剤１０２を含む薄膜（ＮＤフィルタ膜）または蓄熱する層をパターン領域２０の上に形成しても良い。なお、パターン領域２０の調整光２４の透過率が高く吸収率が低くなる場合も本実施形態によればパターン領域２０を十分に加熱しうる。

【００３５】

図４は、本実施形態に係るインプリント方法を示すフローチャートである。工程Ｓ１００で制御部７は、塗布部５を制御して基板１０上のパターン領域２０に光吸収剤１０２を溶解または分散したインプリント材１４を塗布する。その後、制御部７は、ステージ駆動機構１７を制御して基板１０上のパターン領域２０がパターン部８ａの下にくるように基板１０を搬送する。

【００３６】

ここで、基板１０は、一連のデバイス製造工程において、例えばスパッタリングなどの成膜工程での加熱処理などを経た後に、インプリント装置１内に搬入される。したがって、基板１０は、インプリント装置１内に搬入される前に拡大または縮小し、ＸＹ平面内で直交する２軸方向でパターン領域２０の形状（またはサイズ）が変化している場合がある。パターン領域２０の変形成分としては、倍率、平行四辺形、または台形の線形成分や、弓形、糸巻・樽型の高次成分とがあり、大抵の場合、それらが組み合わされている。そこで、インプリント装置１は、型８と基板１０上のインプリント材１４とを押し付けるに際し、基板１０上に予め形成されているパターン領域２０の形状と、パターン部８ａの形状とを高精度で重ね合わせすることが出来るように、それぞれの形状を補正する。特に、本実施形態では、アライメント計測部２６による計測結果から算出された補正量に基づいて、基板１０上のパターン領域２０を熱変形させ、さらにパターン部８ａを弾性変形させることで、高精度な重ね合わせを実現する。

【００３７】

工程Ｓ１１０で制御部７は、アライメント計測部２６を制御してパターン部８ａの形状と、基板１０上に形成されたパターン領域２０の形状計測を行い、計測結果を記憶部に保存する。なお、工程Ｓ１１０を行わず、インプリント工程前に当該形状計測を実施し、計測結果を制御部７の記憶部に保存しておいても構わない。工程Ｓ１２０で制御部７は、工程Ｓ１１０で得た計測結果から、パターン領域２０に含まれている変形成分を分析して分析結果を記憶部に保存する。工程Ｓ１３０で制御部７は、工程Ｓ１２０で得た分析結果から、パターン部８ａの補正量およびパターン領域２０の補正量を演算部により算出して算出結果を記憶部に保存する。

【００３８】

工程Ｓ１４０で制御部７に含まれる演算部は、パターン領域２０の補正量に基づいて照度分布（温度分布）を算出する。制御部７は、算出した照度分布に基づいて加熱用光源２２および光調整器２３を制御して調整光２４を形成する。調整光２４の照射により、インプリント材１４が加熱される。照度分布は、各変形成分と補正量に対応した照度分布のパターンを予め用意しておき、パターン領域２０の形状補正のために必要な照度分布を導出するようにしても構わない。なお、調整光２４の照射は、後述する工程Ｓ１８０（離型）時まで連続して照射しても構わない。

【００３９】

工程Ｓ１５０で制御部７は、工程Ｓ１３０で得たパターン部８ａの補正量に基づいて、パターン形状補正部２０１を制御して、型８に外力を加え、パターン部８ａの形状を補正する。工程Ｓ１６０で制御部７は、型駆動機構１２またはステージ駆動機構１７を制御して、インプリント材１４を介して、型８と基板１０を接触させる押印動作（押型動作）を行う。この時、パターン領域２０にインプリント材１４の熱が伝えられ形状補正が行われる。

【００４０】

なお、パターン部８ａは型８と同様に石英からなり、線膨張係数は０．５ｐｐｍであり、基板１０やパターン領域２０に含まれうる金属膜（銅など）の線膨張係数よりも小さい。例えば、基板１０の線膨張係数は２．４ｐｐｍであり、石英の約５倍である。そのため、熱によるパターン部８ａの変形量は基板１０やパターン領域２０に比べて小さい。さらにパターン部８ａの形状はパターン形状補正部２０１により外力で形状補正が行われるため、パターン部８ａが温度分布を有しても、所定の形状に補正することが出来る。

【００４１】

工程Ｓ１６０の押型動作でインプリント材１４は、パターン部８ａの凹凸部に充填される。工程Ｓ１７０で制御部７は、硬化工程として、光照射部２を制御して型８の上面から光９を照射して型８を透過した光９によりインプリント材１４を硬化させる（露光）。工程Ｓ１８０で制御部７は、インプリント材１４が硬化した後に、型駆動機構１２またはステージ駆動機構１７を再び駆動させ、型８をインプリント材１４から引き離す（離型）。以上により、基板１０上のパターン領域２０の表面には、パターン部８ａの凹凸部に倣っ

た３次元形状のインプリント材１４のパターン（層）が成形される。工程Ｓ１９０で制御部７は、次の押印位置にインプリント材１４を塗布するためにステージ駆動機構１７を制御してステージ４を駆動させる。このような一連のインプリント動作をステージ４の駆動によりパターン形成領域を変更しつつ複数回実施することで、１枚の基板１０上に複数のインプリント材１４のパターンを成形することができる。

【００４２】

図５は、基板１０上のパターン領域２０の形状補正とそのための温度分布を例示する図である。ここでは、一例として、パターン領域２０に台形成分のみを含む変形が生じている場合について説明する。補正前形状１０８の基板１０上に温度分布１１０が形成されるように調整光２４をインプリント材１４に照射し加熱する。この場合、パターン領域２０に含まれる台形成分の変形はＸ方向のみであるため、温度分布１１０はＹ方向のみに勾配を与えている。温度分布１１０を与えることにより、補正前形状１０８は、パターン領域２０の補正後形状１０９へ熱変形する。パターン部８ａは、パターン領域２０の補正後形状１０９に合うように形状補正される。

【００４３】

以上のように、調整光２４を吸収する光吸収剤１０２をインプリント材１４に溶解または分散させることでパターン領域２０が調整光２４を十分に吸収しない（反射率や透過率が吸収率に比べ高い）場合でも、パターン領域２０を十分に熱変形できる。また、パターン部８ａの変形は主に外力によるものであるため、加熱光の照射量をパターン領域２０の変形のために必要な量よりも過剰に大きくする必要がない。本実施形態によれば、基板と型との重ね合わせ精度の向上に有利なインプリント方法を提供することができる。

【００４４】

（第２実施形態）

第１実施形態は、パターン領域２０の調整光２４の反射率や透過率が高く加熱に十分な調整光２４の吸収率を得られ難い場合に対応する実施形態である。本実施形態では、パターン領域２０の調整光２４に対する透過率が反射率および吸収率よりも高い場合に対応する。このような場合は、例えば、パターン領域２０に金属膜（金属配線）が設けられていない、または当該金属膜の調整光２４の透過率が高い場合である。本実施形態では、パターン領域２０が設けられた基板１０の上面または、当該上面とは異なる面に調整光２４の波長の光を選択的に吸収するＮＤフィルタ膜として、光吸収膜を形成する。上面とは異なる面とは、例えば、基板１０の下面（＝裏面）や側面である。

【００４５】

図６は、基板１０の裏面に光吸収膜１０３を形成した場合を示す図である。例えば基板１０の材質がＳｉで厚さ０．８ｍｍの場合、波長１．５～７μｍの光はおよそ９０％透過する。パターン領域２０も波長１．５～７μｍの光の透過率が高い場合、図６のように基板１０のパターン領域２０が形成されている面の反対面に光吸収膜１０３を形成する。調整光２４は、パターン部８ａ、パターン領域２０、基板１０を透過した後、光吸収膜１０３で吸収され、光吸収膜１０３が加熱される。光吸収膜１０３の熱が基板１０を介してパターン領域２０に伝わり所望の温度分布が形成される。光吸収膜１０３を基板１０のパターン領域２０が形成されている面に形成しても同様に所望の温度分布を形成できる。本実施形態によっても、第１実施形態と同様の効果を得られる。

【００４６】

（第３実施形態）

パターン領域２０の調整光２４に対する透過率が反射率および吸収率よりも高い場合、第２実施形態では、基板それぞれに光吸収膜を形成する必要がある。本実施形態では、ステージ４の基板１０を保持する面に第２実施形態と同様の光吸収膜１０３を形成する。これにより、基板に光吸収膜を形成するプロセスを省略でき、複数枚の基板に対しインプリント処理を行う場合は、スループットの向上が期待できる。さらに、第１実施形態と同様の効果も得られる。

【００４７】

なお、上記実施形態は、パターン部８ａ、基板１０、インプリント材１４およびパターン領域２０のそれぞれの材質や特性によって適宜組み合わせることも可能である。すなわち、インプリント材１４に光吸収剤１０２を溶解または分散させつつ、ステージ４に光吸収膜１０３を形成することもできる。この場合、より効率よくパターン領域２０を熱変形しうる。

【００４８】

（物品製造方法に係る実施形態）

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、上述した型を用い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）上にインプリント材のパターンを形成する工程を含む。さらに、該製造方法は、パターンを形成された基板を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。

【００４９】

（その他の実施形態）

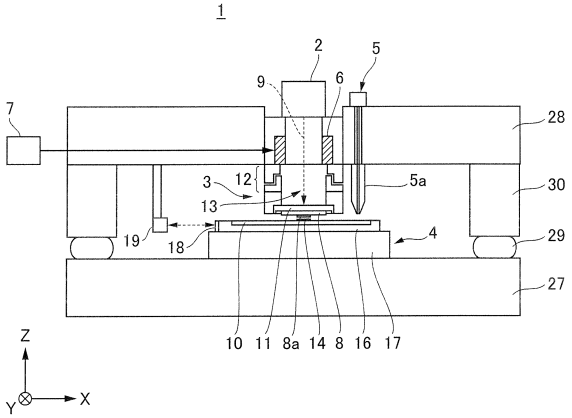
以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内において様々な変更が可能である。

【符号の説明】

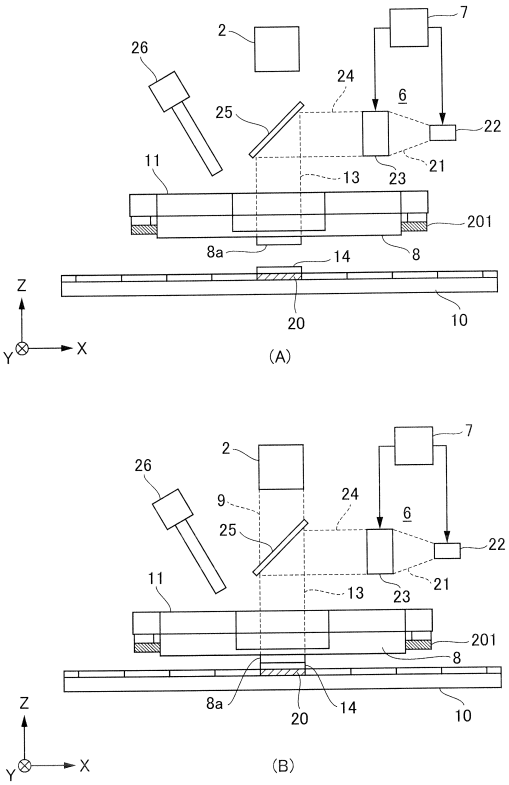
【００５０】

１　インプリント装置
２　光照射部
３　型保持機構
４　ステージ（基板ステージ）
５　塗布部
６　加熱機構（加熱部）
７　制御部
８　型
８ａ　パターン部（型側パターン）
１０　基板
１４　インプリント材
２０　パターン領域
２６　アライメント計測部

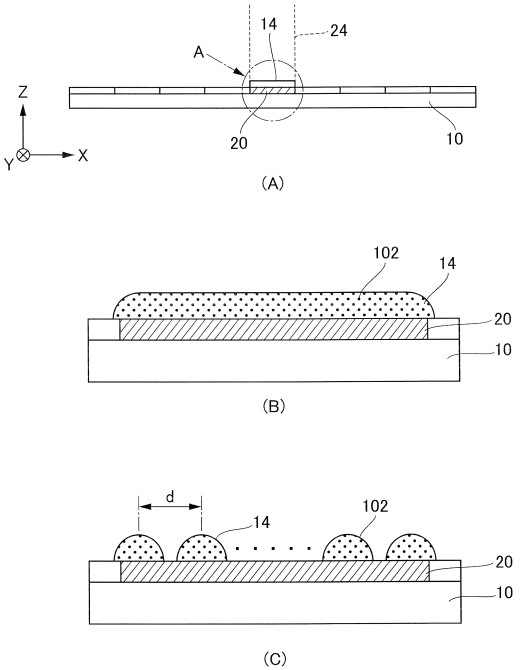
【図１】


1
2
5
9
6
7
28
3
12
5a
30
13
4
19
18
29
27
10
11
8a
14
8
16
17
Z
Y
X

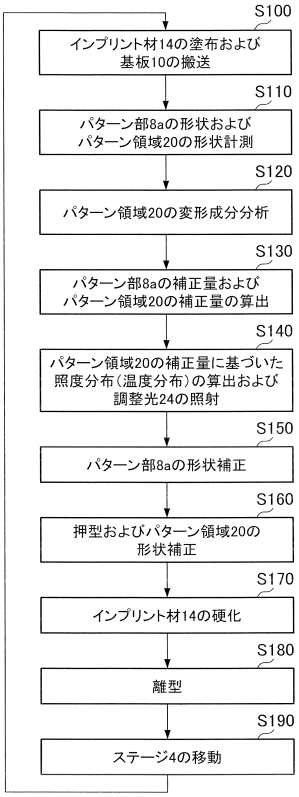
【図２】


7
2
26
24
6
25
22
11
13
23
21
201
8a
14
8
Z
Y
X
20
10
(A)
7
2
26
9
24
6
25
22
11
13
23
21
201
8
8a
20
14
10
Z
Y
X
(B)

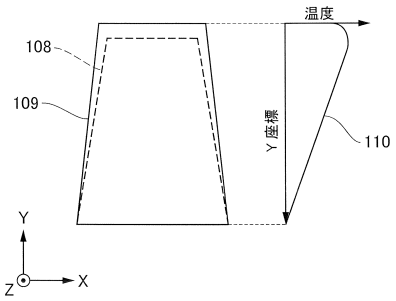
【図３】


14
24
A
Z
Y
X
20
10
(A)
102
14
20
10
(B)
d
14
102
20
10
(C)

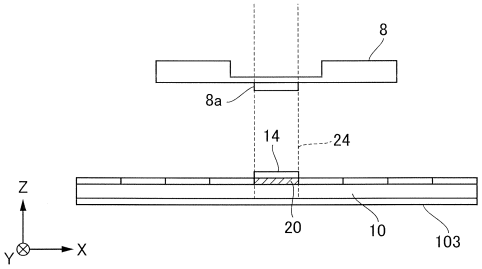
【図４】


S100
インプリント材14の塗布および
基板10の搬送
S110
パターン部8aの形状および
パターン領域20の形状計測
S120
パターン領域20の変形成分分析
S130
パターン部8aの補正量および
パターン領域20の補正量の算出
S140
パターン領域20の補正量に基づいた
照度分布（温度分布）の算出および
調整光24の照射
S150
パターン部8aの形状補正
S160
押型およびパターン領域20の
形状補正
S170
インプリント材14の硬化
S180
離型
S190
ステージ4の移動

【図５】



【図６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１６－０８２０６８（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２９８０４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０７９８８７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１０２１３２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１０３３６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１１１９７５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／１５３９２５（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／０２７
Ｂ２９Ｃ　５９／０２
Ｂ８１Ｃ　１／００
Ｇ１１Ｂ　５／８４