

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-135369
(P2017-135369A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30	502D 4F202
B29C 59/02 (2006.01)	B29C 59/02	B 4F209
B29C 33/38 (2006.01)	B29C 33/38	5F146

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-249830 (P2016-249830)
 (22) 出願日 平成28年12月22日 (2016.12.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-10534 (P2016-10534)
 (32) 優先日 平成28年1月22日 (2016.1.22)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 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 ▲浜▼谷 善一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 (72) 発明者 林 達也
 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

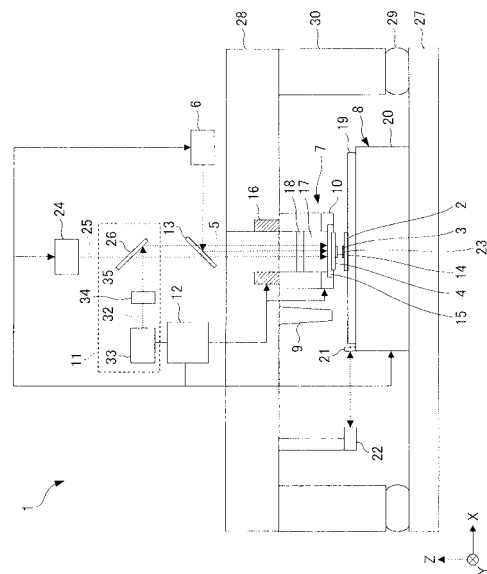
(54) 【発明の名称】 モールドの複製方法、インプリント装置、および物品の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高精度な型を複製することが可能なモールドの複製方法を提供する。

【解決手段】 マスターモールド4のパターンを基板2上に形成することで当該マスターモールドを複製するモールドの複製方法において、マスターモールドのパターン部14と、パターン形成後の基板2のパターン形成領域23との形状差に関する情報を取得する工程と、形状差に関する情報に基づき、熱を与えることによりマスターモールドのパターン部14および基板2のパターン形成領域23の、相対的な形状を変形させる工程と、を有する。マスターモールド4および基板2は、与えられた熱に対する変形量が異なる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マスターモールドのパターンを基板上に形成することで当該マスターモールドを複製するモールドの複製方法であって、

前記マスターモールドのパターン領域と、前記基板のパターン領域との形状差に関する情報を取得する工程と、

前記情報に基づき、熱を与えることにより前記マスターモールドのパターン領域および前記基板のパターン領域の、相対的な形状を変形させる工程と、を有し、

前記マスターモールドおよび前記基板は、与えられた熱に対する変形量が異なることを特徴とするモールドの複製方法。

10

【請求項 2】

前記マスターモールドおよび前記基板は、熱膨張係数が異なることを特徴とする請求項 1 に記載のモールドの複製方法。

【請求項 3】

前記マスターモールドおよび前記基板の材質は、一方は石英、他方は低熱膨張ガラスである

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のモールドの複製方法。

【請求項 4】

前記マスターモールドおよび前記基板のどちらか一方には微粒子が分散している

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のモールドの複製方法。

20

【請求項 5】

前記微粒子は、吸収する光の吸収スペクトルのピークが 400 nm ~ 800 nm に存在する微粒子である

ことを特徴とする請求項 4 に記載のモールドの複製方法。

【請求項 6】

前記微粒子は銀の微粒子である

ことを特徴する請求項 5 に記載のモールドの複製方法。

【請求項 7】

前記基板と基板保持部とが接する面が膜で覆われ、前記膜の熱膨張係数は前記マスターモールドの熱膨張係数より大きい

ことを特徴とする請求項 1 に記載のモールドの複製方法。

30

【請求項 8】

前記膜はアルミニウム、またはチタンであることを特徴とする請求項 7 に記載のモールドの複製方法。

【請求項 9】

前記相対的な形状を変形させる工程は、加熱を行うための光の照度分布を調整して、加熱による不均一な温度分布を与えることで変形させる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載のモールドの複製方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のモールドの複製方法により前記マスターモールドのパターンが形成された基板をレプリカモールドとして用いて、インプリント材と接触させることにより、前記レプリカモールドに形成されるパターンを前記インプリント材に転写するインプリント装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 乃至 9 のうちいずれか 1 項に記載のモールドの複製方法により製造されたレプリカモールドを用いてパターン形成を基板上行う工程と、

前記工程で前記パターン形成を行わ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の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、モールドの複製方法、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】

インプリント技術は、基板上的インプリント材（未硬化の樹脂）に型を用いて微細な構造体のパターンを形成する微細加工技術である。インプリント技術の1つとして、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、基板上的インプリント領域であるショット領域に、照射された紫外線などの光により硬化するインプリント材を塗布する。次に、このインプリント材を型により成形する。そして、インプリント材と型とを接触させた状態で紫外線を照射してインプリント材を硬化させ、硬化したインプリント材から型を引き離すことにより、インプリント材のパターンが基板上に形成される。

10

【0003】

基板上的インプリント材に紫外線を照射するため、型には紫外線の透過率が高い石英が用いられる。型のパターン面には数～数十ナノメートルオーダーの微細な構造体が形成されている。インプリントは、型とインプリント材との接触を繰り返すため、型が劣化した場合や、型と基板との間に異物を挟んだ場合には、型に形成された微細な構造体が物理的に破損することがある。型は、消耗品であり、型が破損した場合や破損を引き起こす前に、新しい型に取り換える必要がある。型の微細構造は、電子線描画装置と現像プロセスによって製作されるため、生産性が低く、コストが高い。

【0004】

20

そこで、電子線描画装置により製作された型をマスターモールドとし、上記インプリント技術を用いて、型の複製（レプリカモールド）を製作する。こうすることで、型の生産性およびコストを大幅に改善することが出来る。型を複製する際には、電子線描画装置によって製作された型（マスターモールド）の微細構造を正確に石英基板へ転写することが重要となる。しかしながら、型や石英基板にひずみが生じると、型のパターンがゆがんで石英基板に転写される恐れがある。パターンがゆがんだレプリカモールドを用いて、半導体デバイスを製作すると、重ね合わせ精度の低下が避けられない。特許文献1は、インプリントでレプリカモールドを作成する際に、マスターモールドに力を加えることにより歪み補正を行い、合わせずれの補正を行うインプリント法（型の複製方法）を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-89636号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

力による補正だけでは補正しきれない歪みを、熱によりさらに補正する技術がある。しかしながら、特許文献1に記載されたマスターモールドおよびレプリカモールドはどちらも石英からなり、熱膨張係数が同程度である。型と基板の熱膨張係数が同じであると、型を基板上的インプリント材に接触させ入熱すると型の熱が基板へと伝わり両者は同じ温度になるため、熱による型と基板との相対的な変形量が得られず、基板上に形成するパターン形状を熱により補正することが困難である。

40

【0007】

本発明は、例えば、高精度な型を複製することが可能なモールドの複製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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、マスターモールドのパターンを基板上に形成することで当該マスターモールドを複製するモールドの複製方法であって、マスターモールド

50

ドのパターン領域と、基板のパターン領域との形状差に関する情報を取得する工程と、当該情報に基づき、熱を与えることによりマスターモールドのパターン領域および基板のパターン領域の、相対的な形状を変形させる工程と、を有し、マスターモールドおよび基板は、与えられた熱に対する変形量が異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、高精度な型を複製することが可能なモールドの複製方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】インプリント装置の構成を示した図である。

【図2】インプリント処理工程を示したフローチャートである。

【図3】型形状補正機構の構成を示した図である。

【図4】型と基板の補正方法を示した図である。

【図5】型および基板を側面から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第1実施形態)

図1は、本実施形態に係るインプリント装置1の構成を示す図である。インプリント装置は、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。このインプリント装置1は、物品としての半導体デバイスなどの製造やモールドの複製に使用され、被処理基板である基板2に塗布されたインプリント材3(未硬化の樹脂)を型4で成形し、基板2上に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を用いて、マスターモールドを原型として基板にモールドのパターンを転写することで、マスターモールドの複製であるレプリカモールドを作製する。なお、ここでは光硬化法を採用したインプリント装置1を例にして説明する。また、以下の各図においては、基板2上のインプリント材3に入射する紫外線5の光軸と平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内に互いに直交するX軸およびY軸を取る。

【0012】

インプリント装置1は、まず、光照射部6と、型保持機構7と、基板ステージ8と、塗布部9と、型形状補正機構10と、基板加熱機構11と、制御部12とを備える。光照射部6は、インプリント処理の際に、型4および基板2に対して紫外線5を照射する。この光照射部6は、不図示の光源と、この光源から照射された紫外線5をインプリントに適した光に調整する不図示の光学素子とから構成される。照射された紫外線5は、ダイクロイックミラー13で反射され、型4および基板2へ導かれる。

【0013】

型4は、外周形状が矩形であり、基板2に対向する面には、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マスターモールドのパターン領域であるパターン部14を含む。また、型4の材質には、紫外線5を透過させることが可能な材質が用いられる。さらに、型4は、後述するような型形状補正機構10によるパターン部14の変形を容易とするために、紫外線5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)が形成された形状を有していてもよい。

【0014】

型保持機構7は、まず、型4を保持する型保持部15と、この型保持部15を保持し型4を移動させる型駆動機構16とを有する。型保持部15は、型4における紫外線5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4を保持し得る。例えば、型保持部15が真空吸着力により型4を保持する場合には、型保持部15は、外部に設置された不図示の真空ポンプに接続され、この真空ポンプのON/OFFにより型4の脱着が切り替えられる。また、型保持部15および型駆動機構16は、光照射部6から照射

10

20

30

40

50

された紫外線 5 が基板 2 に向かうように、中心部（内側）に開口領域 17 を有する。この開口領域 17 には、開口領域 17 の一部と型 4 とで囲まれる空間を密閉空間とする光透過部材 18（例えば石英板）を設置し、不図示の圧力調整装置により開口領域 17 内の空間圧力が調整できる構成としてもよい。圧力調整装置は、例えば、型 4 と基板 2 上のインプリント材 3 との押し付けに際して、空間内の圧力をその外部よりも高く設定することで、パターン部 14 を基板 2 に向かい凸形に撓ませ、インプリント材 3 に対してパターン部 14 の中心部から接触させ得る。これにより、パターン部 14 とインプリント材 3 との間に気体が残留することを抑え、パターン部 14 の凹凸部にインプリント材 3 を隅々まで充填させることができる。また、パターン部 14 を基板 2 に向かって凸形に撓ませるのではなく、基板 2 上にインプリント材 3 を塗布した面をパターン部 14 に向かって、凸型に撓ませ

10

【0015】

型駆動機構 16 は、型 4 と基板 2 上のインプリント材 3 との押し付け（押印）、または引き離し（離型）を選択的に行うように型 4 を各軸方向に移動させる。この型駆動機構 16 に採用可能なアクチュエータとしては、例えば、ボイスコイルモータやエアシリンダ等がある。また、型 4 の高精度な位置決めに対応するために、型駆動機構 16 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よい。さらに、型駆動機構 16 は、Z 軸方向だけでなく、X 軸方向や Y 軸方向、または 軸（Z 軸周りの回転）方向の位置調整機能や、型 4 の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成であってもよい。なお、インプリント装置 1 におけるパターン部 14 の押し付け、および引き離し動作は

20

【0016】

基板 2 の被処理面には、パターン部 14 により成形されるインプリント材 3 が塗布部 9 により塗布される。基板ステージ 8 は、基板 2 を保持し、型 4 と基板 2 上のインプリント材 3 との押し付けに際して、型 4 と基板 2 との位置合わせを実施する。この基板ステージ 8 は、基板 2 を真空吸着力や静電力により保持する基板保持部 19 と、この基板保持部 19 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 20 とを有する。このステージ駆動機構 20 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パルスモータがある。ステージ駆動機構 20 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よい。さらに、Z 軸方向の位置調整のための駆動系、基板 2 の 方向の位置調整機能、または基板 2 の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成もあり得る。また、基板ステージ 8 は、その側面に、X、Y、Z、 x 、 y 、および z の各方向に対応した複数の参照ミラー 21 を備える。これに対して、インプリント装置 1 は、これらの参照ミラー 21 にそれぞれビームを照射することで、基板ステージ 8 の位置を測定する複数のレーザー干渉計 22 を備える。測長器であるレーザー干渉計 22 は、基板ステージ 8 の位置を計測し、後述する制御部 12 は、このときの計測値に基づいて基板 2（基板ステージ 8）の位置決め制御を実行する。

30

【0017】

塗布部 9（ディスペンサ）は、型保持部 15 の近傍に設置され、基板 2 上にインプリント材 3（未硬化の樹脂）を塗布（供給）する。ここで、このインプリント材 3 は、紫外線 5 を受光することにより硬化する性質を有する光硬化性樹脂（レジスト材）であり、半導体デバイス製造工程などの各種条件により適宜選択される。インプリント材 3 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、電磁波または熱等が用いられる。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、または紫外線などの光である。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

40

50

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、および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 3 は、スピンコーターやスリットコーターにより基板上に膜状に付与される。あるいは、インプリント材 3 は、液体噴射ヘッドにより、液滴状、もしくは複数の液滴が繋がってできた島状または膜状となって基板 2 上に付与されてもよい。インプリント材 3 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。また、塗布部 9 から吐出されるインプリント材 3 の量も、基板 2 上に形成されるインプリント材 3 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。

【0018】

インプリント装置 1 は、インプリント処理に際し、被処理部となる基板 2 上のパターン領域であるパターン形成領域 23 の位置情報を得るためのアライメント計測部 24 を備える。アライメント計測部 24 から照射されるアライメント光 25 は、ダイクロイックミラー 26、13 を透過し、基板 2 上に形成された不図示のアライメントマークに照射される。これらのアライメントマークで反射したアライメント光 25 は、アライメント計測部 24 で受光され、基板 2 の位置情報を得ることができる。

【0019】

基板加熱機構 11 は、照射光 32 を照射する加熱用光源 33 と、この照射光 32 の照射量を調整する光調整器 34 と、調整された調整光 35 が基板 2 の表面に向かうように光路を規定するダイクロイックミラー 26 とを含む。制御部 12 は、インプリント装置 1 に含まれる各構成要素の動作および調整などを制御し得る。制御部 12 は、例えばコンピュータなどで構成され、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、プログラムなどに従って、各構成要素の制御を実行し得る。本実施形態の制御部 12 は、少なくとも型保持部 15、基板ステージ 8、型形状補正機構 10、光照射部 6、およびアライメント計測部 24 の動作を制御する。なお、制御部 12 は、インプリント装置 1 と一体（共通の筐体内）で構成してもよいし、インプリント装置 1 とは別体（別の筐体内）で構成してもよい。

【0020】

また、インプリント装置 1 は、基板ステージ 8 を載置するベース定盤 27 と、型保持機構 7 を支持するブリッジ定盤 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、型 4 を装置外部から型保持部 15 へ搬送する不図示の型搬送機構や、基板 2 を装置外部から基板ステージ 8 へ搬送する不図示の基板搬送機構などを含み得る。

【0021】

次に、図 2 を用いてインプリント装置 1 によるインプリント処理工程について説明する。まず、S101 において基板 2 を、S102 において型 4 を用意する。従来は、型 4 の材質は紫外線 5 を透過させることが可能な材質である必要があり、一例として石英が用いられている。そして、マスターモールドからレプリカモールドを作製する場合、基板 2 は型 4 の複製であるため、その材質には同じ石英が用いられる。しかし、本実施形態においては、基板 2 および型 4 は、熱膨張係数が異なるように材質を選定する。詳細は後に説明する。

【0022】

S103 において、制御部 12 は、不図示の基板搬送機構により、インプリント装置内に基板 2 を搬入させ、基板ステージ 8 上の基板保持部 19 に基板 2 を載置および固定させる。制御部 12 は、型 4 についても同様にインプリント装置内に搬入させ、型保持部 15 に固定させる。S104 において、制御部 12 は、ステージ駆動機構 20 を駆動させ、基板 2 上のパターン形成領域 23 を塗布部 9 の直下に位置するように搬送し、インプリント材 3 の塗布を行う。その後、S105 において、ステージ駆動機構 20 により、基板 2 を型 4 の直下へ搬送する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

S 1 0 6において、制御部 1 2は、押印工程として型駆動機構 1 6を駆動させ、基板 2上のインプリント材 3とパターン部 1 4とを接触させる。この押印工程により、インプリント材 3がパターン部 1 4の凹凸部に充填される。S 1 0 7において、型 4と基板 2との位置合わせを行う。制御部 1 2は、アライメント計測部 2 4に対して、基板 2上のアライメントマークを検出させ、パターン形成領域 2 3の位置を検出させる。検出した基板 2の位置情報から、制御部 1 2は、型 4に対する基板 2のシフトおよび回転成分を算出し、ステージ駆動機構 2 0により型 4と基板 2との位置合わせを行う。

【 0 0 2 4 】

S 1 0 8において、制御部 1 2は、パターン部 1 4と基板 2上のパターンとの形状補正を行うため、形状差情報の有無を判定する。基板 2の製作初期は、形状差情報が取得されていない場合があるため、型形状補正機構 1 0と基板加熱機構 1 1とによる補正が必ずしも行われるとは限らない。S 1 0 8において形状差情報がないと判定された場合は、S 1 1 1に進む。一方、一度、基板 2上にパターンを形成することで、パターン部 1 4との形状差情報を取得することができる。パターンがあれば、この形状差情報を用いて型形状補正機構 1 0と基板加熱機構 1 1とにより、基板 2上に形成するパターン形状を補正することができる。

【 0 0 2 5 】

S 1 0 8において形状差情報があると判定された場合は、S 1 0 9に進む。S 1 0 9において、型形状補正機構 1 0は、パターンの形状差情報に基づき、型 4に力を加え、パターン部 1 4を変形させる。次に、S 1 1 0において、基板加熱機構 1 1は、パターンの形状差情報に基づき、照射光 3 2に照射量分布を形成し、基板 2に照射することで基板 2上のパターンに温度分布を与え熱変形させる。その結果、高精度にパターン部 1 4を基板 2上に転写することが可能となる。型形状補正機構 1 0と基板加熱機構 1 1とによる形状補正については、後に詳しく説明する。S 1 0 9のパターン部の変形とS 1 1 0の基板の変形は順次行うことに限らず、同時に行ってもよいし、いずれか一方の変形だけでもよい。

【 0 0 2 6 】

型 4と基板 2との位置合わせ、また必要に応じて形状補正が完了すると、S 1 1 1において、制御部 1 2は、光照射部 6から紫外線 5を照射させ、型 4を透過した紫外線 5によりインプリント材 3を硬化させる。インプリント材 3が硬化した後にS 1 1 2において、制御部 1 2は、型駆動機構 1 6を駆動させ、インプリント材 3から型 4を引き離す離型工程を行う。これにより、基板 2上のパターン形成領域 2 3には、パターン部 1 4の凹凸部に倣った3次元形状のインプリント材 3のパターンが形成される。その後、S 1 1 3において、基板ステージ 8を駆動させ、基板 2をインプリント装置 1外へ搬出する。

【 0 0 2 7 】

パターンが形成された基板 2をエッチング処理することで、基板 2上に石英の凹凸パターンが形成される。そして、S 1 1 4において、不図示のパターン検査装置によりパターン形成後の基板 2上の凹凸パターンの形状や線幅が計測される。S 1 1 4の計測結果を元に、パターン部 1 4の形状と基板 2上に形成されたパターンとの形状差情報を、制御部 1 2または不図示のインプリント装置 1外に設置された情報処理装置により算出する。

【 0 0 2 8 】

S 1 1 5において、制御部 1 2または不図示のインプリント装置 1外に設置された情報処理装置により、算出された形状差が規格値を満たしているかどうかの判定を行う。規格値内であると判定されればS 1 1 7に進み、現在のインプリント条件で、基板 2の量産を開始し、基板 2からレプリカモールドを製作する。一方、S 1 1 5において規格値外であると判定されれば、S 1 1 6に進み、パターン部 1 4の形状と、基板 2上に形成されたパターンとの形状差情報から、型形状補正機構 1 0と基板加熱機構 1 1とによる補正量を修正し、制御部 1 2に入力する。このような、インプリント処理工程S 1 0 1～S 1 1 6を、パターン部 1 4と基板 2上に形成されたパターンとの形状差が規格値を満たすまで繰り返す。

10

20

30

40

50

【0029】

ここで、S109およびS110で行われる、型形状補正機構10と基板加熱機構11とを用いたパターン部14の形状と基板2上に形成されたパターン形状との補正方法に関して詳細に説明する。図3は、型形状補正機構10の構成を示した図である。型4の側面にアクチュエータ31を複数配置し、すべてのアクチュエータ31を使用して、パターン部14を一定の倍率で縮小させたところを基準とする。基準から各アクチュエータ31を押し引きすることで、パターン部14の形状を任意の形状に補正することが可能となる。

【0030】

基板加熱機構11は、基板2上の一部の領域のみを加熱可能であり、基板2上のパターン形成領域23を加熱することで、パターン形成領域23を所望の形状またはサイズに変化させる。基板加熱機構11は、照射光32を照射する加熱用光源33と、この照射光32の照射量を調整する光調整器34と、調整された調整光35が基板2の表面に向かうように光路を規定するダイクロミックミラー26を含む。

10

【0031】

加熱用光源33の照射光32は、紫外線硬化樹脂であるインプリント材3が感光（硬化）しない波長の光、例えば波長が400nm～2000nmの波長帯域に存在する光とするのが望ましい。特に、加熱効率の観点から500nm～800nmの波長帯域に存在する光とするのがより望ましい。さらに、加熱用光源33は、照射光32として、波長が上記波長帯域に存在する光に限らず、例えば、インプリント材3が感光する波長帯域200nm～400nmの紫外線のうちインプリント材3が感光しづらい波長帯域に存在する紫外線としてもよい。

20

【0032】

光調整器34は、パターン形成領域23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32のうち特定の波長の光のみを基板2の表面に向けて照射可能とする。この光調整器34としては、例えば、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。または、光調整器34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デジタル・ミラー・デバイス（デジタル・マイクロミラー・デバイス）を採用し得る。光調整器34は、パターン形成領域23の平面領域内の場所に応じて照射量を変化させることができる。

30

【0033】

上記の加熱用光源33と光調整器34とは、インプリント装置1内にて、インプリント材3を硬化させる際に光照射部6から照射される紫外線5の光路を妨げないように設置される。本実施形態では、加熱用光源33と光調整器34とは、型4の上側のX軸方向側面から調整光35を照射する構成とする。調整光35は、XY平面を進み、ダイクロミックミラー26により反射されて型4を透過し、基板2上に存在するパターン形成領域23に照射される。一方、光照射部6から照射される紫外線5は、XY平面を進み、ダイクロミックミラー13で反射し基板2上に照射される。

40

【0034】

基板加熱機構11で基板2のパターン形成領域23に照射量分布を形成すると、照射量に応じた温度分布が形成され、基板2を熱変形させることができる。型4と基板2とはインプリント材3を介して熱的に接続しているため、基板2の熱は、型4へと伝わり、基板2のパターン形成領域23の温度と、型4のパターン部14の温度とは、ほぼ同じとなる。ここで、本実施形態における基板2の材質には石英を、型4の材質には紫外線の透過率が高く、かつ、熱膨張係数が基板2の石英と異なるものを使用する。例えば、低熱膨張ガラスで型4を製作する。石英の熱膨張係数が 5.1×10^{-7} [/ K] に対して、低熱膨張ガラスの熱膨張係数は 1.0×10^{-8} [/ K] 以下である。よって、型4の材質を低熱膨張ガラスとすることで、型4と基板2とが同じ温度になっても、型4と基板2との熱膨張係数の差によって、型4に対して基板2の形状を相対的に変形させることができる。

50

【0035】

図4に、型形状補正機構10と基板加熱機構11とによる補正例を示す。例えば、型や石英基板の平面度と、型や石英基板を保持する保持面の平面度とに差異がある場合がある。図4(A)に示すように、矩形のパターン部14を基板2にインプリントを行った際に、インプリント条件や基板2および基板保持部19の平面度によって、基板2上に台形に変形した基板上パターン36が形成されたとする。パターン部14と基板上パターン36との差分から、図4(B)に示すようにパターン部14を補正する目標形状37が得られる。この目標形状37に基づいて、パターン部14を変形させ、基板2上にインプリントを行うことで、パターン部14と基板上パターン36との形状差を低減することができる。ここで、型形状補正機構10のみを用いて、パターン部14を目標形状37に変形させようとする場合、型4の4辺に配置されたアクチュエータ31により、図4(C)に示す矢印38の方向に力を加える。パターン部14は、形状39となる。パターン部14は、目標形状37に近づくが、ポアソン比によって矢印38の圧縮方向と直交する矢印40の方向に、新たな変形が生じる。

10

【0036】

ここで、上記ポアソン比による変形の影響を、インプリントを行う際に低減するために、基板加熱機構11を用いて、基板2をパターン部14の形状39に合うように変形させる。基板加熱機構11により、基板2上に図4(D)に示す領域Aから領域Dに、領域Aが最も温度が高く、B、C、Dの順に温度が低下するような温度分布を形成する。領域A~Dの不均一な温度分布は、基板加熱機構11からの調整光35の照度分布を調整することで与えられる。こうすることで、基板2上の形状を基板目標形状41に熱変形させる。型形状補正機構10により、パターン部14を変形させた形状39と、基板加熱機構11により基板2を変形させた基板目標形状41との形状が一致し、基板2にパターン部14を正確に転写することができる。

20

【0037】

本実施形態では、型4の材質を低熱膨張ガラスとしたが、型4を石英のままとし基板2の材質を低熱膨張ガラスとしてもよい。この場合はパターン形成領域23を加熱すると、基板2に対して型4の形状を相対的に変形させることができる。熱により型4を変形させる場合には、他方の基板2をアクチュエータなどにより力によって変形させるように構成してもよい。また、本実施形態では、基板上パターン36が台形の場合の補正例を説明したが、この限りではなく、倍率、ならびにひし形、弓形、樽形、および糸巻き形等の形状に合わせて適宜補正することが出来る。

30

【0038】

また、温度分布を形成する領域をA~Dの4つとしたが、領域分割に関してはこの限りではなく、基板上パターン36の形状に合わせて領域を分割することが好ましい。また、目標形状37内で領域A~DをY方向に分割しているが、X方向に分割しても良く、目標形状37内を格子状に分割し、温度分布を形成しても良い。以上、説明したように、型と基板との熱膨張係数の差を利用して、熱による型と基板との重ね合わせの精度を向上させることができる。これにより、高精度な型を複製することが可能な型の複製方法を提供することが可能となる。

40

【0039】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態の型の複製方法について説明する。本実施形態の型の複製方法では、基板2と型4との熱膨張係数を異ならせるため、基板2の石英に数ナノメートルオーダーの金属微粒子などの微粒子が分散している。基板加熱機構11の加熱用光源33から照射される照射光32は、紫外線硬化樹脂であるインプリント材3が感光しない400nm~2000nmの波長帯域の光、または加熱効率の観点から、500nm~800nmの波長帯域の光が望ましい。よって、微粒子は、光の吸収スペクトルのピークが400nm~800nmであるものがより望ましい。本実施形態においては、微粒子の一例として、光の吸収スペクトルのピークが400nm~500nmである銀を用いる。銀の

50

光の吸収スペクトルのピークは、400 nm ~ 500 nmであるため、基板加熱機構11によって銀の微粒子が分散された基板2に加熱用の照射光32を照射すると、基板2は、型4よりも光を吸収し発熱量が大きくなる。つまり、基板2に銀の微粒子を分散させることで、基板2を型4に対して相対的に変形させることができる。

【0040】

また、銀の微粒子が分散している基板2で複製したレプリカモールドを型として用いる通常のインプリントを行う場合でも、紫外線(200 nm ~ 400 nm)は、銀の吸収スペクトルのピークからずれている。そのため、紫外線は、銀の微粒子が分散している石英のレプリカモールドで吸収されることなく透過し、インプリント材3を硬化させることができる。本実施形態においては、基板2の石英に数ナノメートルオーダーの銀の微粒子が分散している例を示したが、これに限られない。光の吸収により発生した熱による変形量は、基板2に分散させる微粒子の種類、形状、大きさ、および分散密度によって調整することができる。

10

【0041】

また、本実施形態では、基板2の石英に金属微粒子が分散している構成としたが、基板2は、石英のみとし、型4の石英に金属微粒子を分散させてもよい。この場合はパターン形成領域23を加熱すると、基板2に対して型4を相対的に変形させることができる。以上、説明したように、型および基板のいずれかに金属微粒子を混ぜることで、型と基板との熱膨張係数に差をつけ、この差を利用して熱による型と基板との重ね合わせの精度を向上させることができる。これにより、高精度な型を複製することが可能な型の複製方法を提供することが可能となる。

20

【0042】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態の型の複製方法について説明する。本実施形態の型の複製方法では、基板2の基板保持部19と対向する面が薄膜で覆われている。基板2の材質が型4と同じ石英であっても、基板2の一部を覆う薄膜の熱膨張係数が型4と異なるため、基板2の熱膨張係数も型4と異なってくる。薄膜は、アルミニウムやチタンなどの金属膜が好ましい。型4の材質である石英の熱膨張係数が 5.1×10^{-7} [/ K]であるのに対して、アルミニウム膜の熱膨張係数は、 2.3×10^{-5} [/ K]、チタン膜の熱膨張係数は、 8.6×10^{-6} [/ K]である。よって、基板2を金属膜で覆うことで、基板加熱機構11による温度分布の形成時に、型4と基板2とが同じ温度になっても、型4と基板2との熱膨張係数に差ができ、型4に対して基板2を相対的に変形させることができる。

30

【0043】

熱膨張による変形量は、金属膜の金属の種類、基板2を覆う薄膜の膜厚、および薄膜で覆う範囲によって調整することができる。また、金属膜は、光を透過しないため、基板2で複製したレプリカモールドを型として用いる場合には、基板2に対するパターン形成が完了した後のエッチング処理において金属膜を除去すればよい。以上、説明したように、基板の一部を薄膜で覆うことで、型と基板との熱膨張係数に差をつけ、この差を利用して熱による型と基板との重ね合わせの精度を向上させることができる。これにより、高精度な型を複製することが可能な型の複製方法を提供することが可能となる。

40

(第4実施形態)

【0044】

次に、本発明の第4実施形態の型の複製方法について説明する。図5は、本実施形態の型4と基板2とを側面から見た様子を示している。本実施形態の型の複製方法では、型4に形成された凹凸パターンとは反対側の面(型保持機構7側の面)に、ある程度深さを有するキャビティ(凹部)42が形成されている。この型4に形成されたキャビティ42と開口領域17の一部の空間を密閉空間とする光透過部材18(例えば、石英板)を設置し、不図示の圧力調整装置により開口領域17とキャビティ42内の空間圧力が調整できる構成とする。圧力調整装置は、例えば、型4と基板2上のインプリント材3との押し付けに際して、空間内の圧力をその外部よりも高く設定することで、パターン部14を基板2

50

に向かい凸形に撓ませる。これにより、基板 2 は、インプリント材 3 に対してパターン部 1 4 の中心部から接触することができる。

【0045】

同様に、基板 2 に形成されたパターン形成領域 2 3 とは反対側の面（基板保持部 1 9 側の面）に、ある程度深さを有するキャビティ（凹部）4 2 が形成されていてもよい。キャビティ 4 2 内の空間の圧力を不図示の圧力調整装置により調整することで、パターン形成領域 2 3 を型 4 に向かい凸型に撓ませることができる。

【0046】

このように、基板 2 や型 4 にキャビティ 4 2 が形成されている場合も、上述した型形状補正機構 1 0 と基板加熱機構 1 1 とを用いることで、高精度な型を複製することが可能な型の複製方法を提供することが可能となる。基板加熱機構 1 1 により、パターン部 1 4 と基板 2 上のパターンとの形状補正を行う際に、型 4 や基板 2 の形状（キャビティの有無）に応じて型や基板の表面の変化の仕方が異なる場合が考えられる。このような場合には、形状の補正量に対して、型 4 や基板 2 の形状毎にパターン形成領域 2 3 の照射量を変化させることができる。また、第 3 実施形態のように型 4 や基板 2 に薄膜を形成する場合は、キャビティ 4 2 が形成されている内部に薄膜を設ければよい。

【0047】

（物品の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、上述した型の複製方法を用いて基板（ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板等）にパターンを形成する工程を含む。さらに、該製造方法は、パターンを形成された基板をエッチングする工程を含み得る。さらに、該製造方法は、上述した型の複製方法を用いて複製された型（レプリカモールド）を用いて基板（ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板等）にパターンを形成する工程を含む。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、エッチング工程の代わりに、パターンを形成された基板を処理（加工）する他の工程を含み得る。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。

【0048】

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ず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【符号の説明】

【0049】

- 1 インプリント装置
- 2 基板
- 3 インプリント材
- 4 型
- 1 0 型形状補正機構
- 1 1 基板加熱機構
- 1 2 制御部
- 1 4 パターン部
- 2 3 基板のパターン形成領域

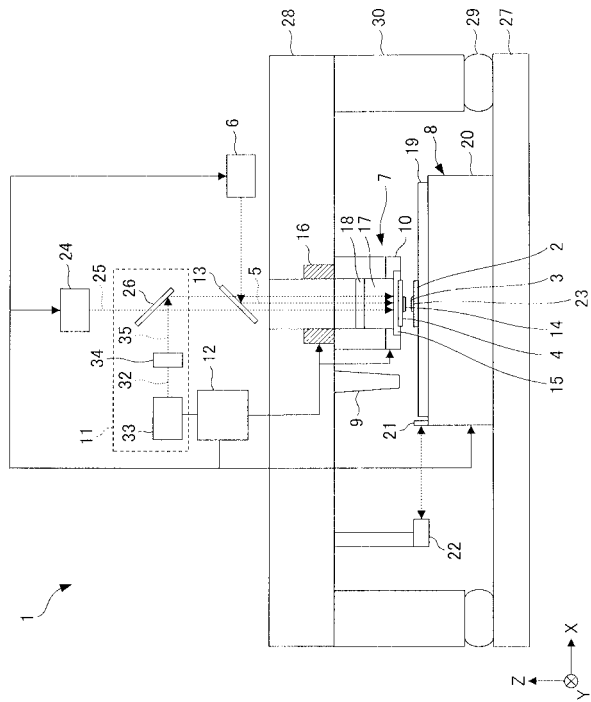
10

20

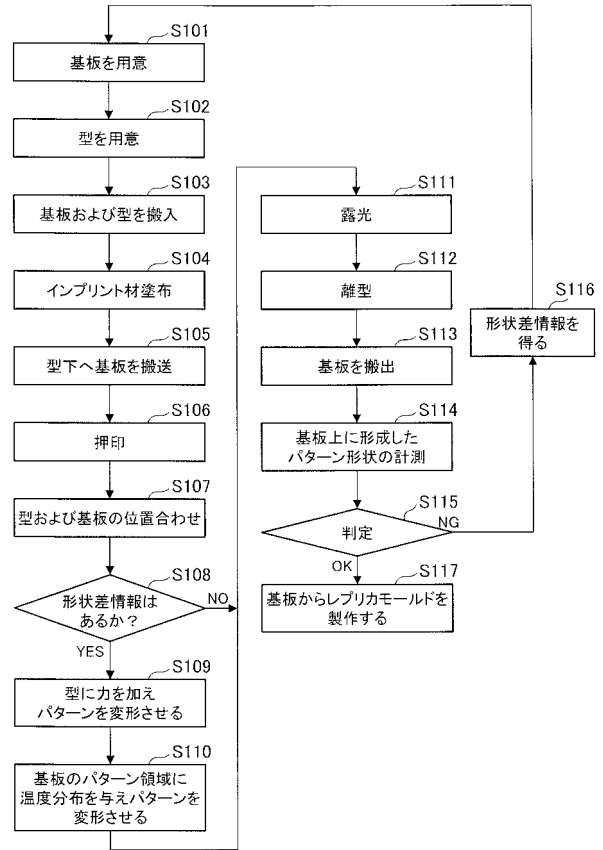
30

40

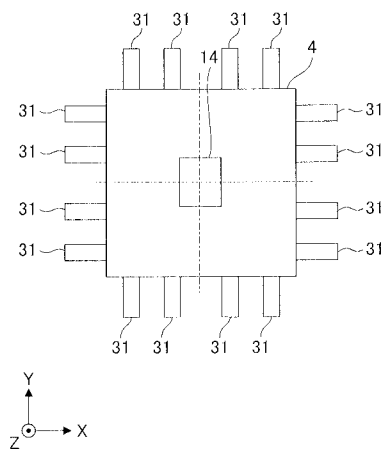
【図1】



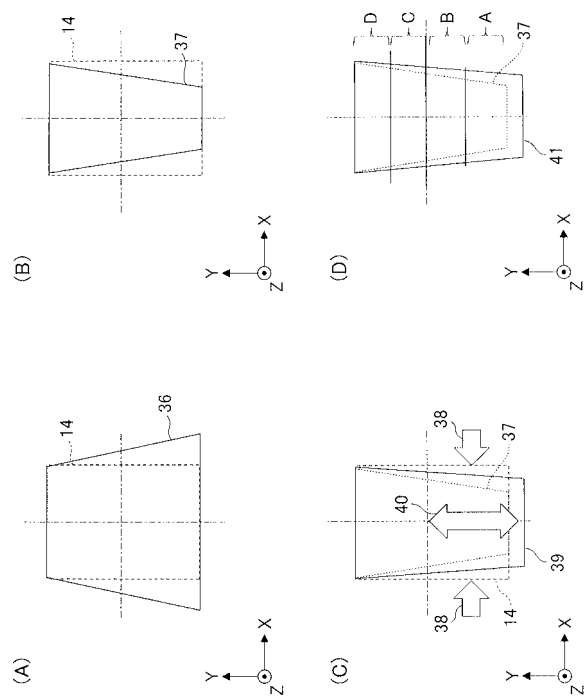
【図2】



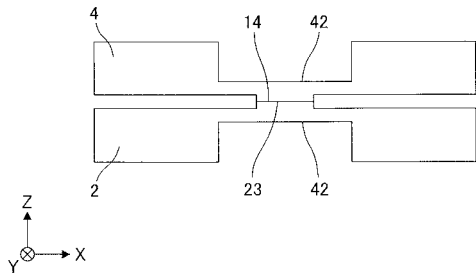
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F202 AA44 AF01 AG05 AH33 AJ06 AJ11 AR06 AR20 CA19 CB01
CB29 CD06 CD23 CK12 CN01 CR06
4F209 AA44 AF01 AG05 AH33 AJ06 AJ11 AR06 AR20 PA02 PB01
PC01 PC05 PN06 PN09 PQ11
5F146 AA28 AA31 AA32 DA02 DA26 DA41 DB05 DC12 FA09