

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6650980号
(P6650980)

(45) 発行日 令和2年2月19日(2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月23日(2020.1.23)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/30
B29C 59/02502D
Z

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2018-177272 (P2018-177272)
 (22) 出願日 平成30年9月21日 (2018.9.21)
 (65) 公開番号 特開2019-75551 (P2019-75551A)
 (43) 公開日 令和1年5月16日 (2019.5.16)
 審査請求日 令和1年8月27日 (2019.8.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2017-201415 (P2017-201415)
 (32) 優先日 平成29年10月17日 (2017.10.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

早期審査対象出願

(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 100126240
弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 小出 博之
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 今井 彰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】インプリント装置、及び、物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターン領域を有する型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インプリント装置であって、

前記基板上のインプリント材の粘性を増加させるための照射光を、前記型を介して、前記パターン領域の端が照射領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材に照射する光学系と、

前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングが、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングより早くなるように前記光学系を制御する制御部と、を有する
ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記型と前記インプリント材とが接触する状態を撮像する撮像部を有し、
前記撮像部の撮像結果から求まる前記インプリント材が前記パターン領域の前記第1領域に到達する時間と前記パターン領域の前記第2領域に到達する時間に応じて前記照射光の照射タイミングが設定され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】

前記型と前記インプリント材とが接触する領域の中心と前記パターン領域の前記第1領域までの距離が、前記型と前記インプリント材とが接触する領域の中心と前記パターン領域までの距離

10

20

域の前記第2領域までの距離よりも短い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4】

前記型と前記インプリント材とが接触する領域の中心から前記周辺領域に向かって移動するインプリント材が、前記パターン領域の前記第1領域に到達する時間と前記パターン領域の前記第2領域に到達する時間に応じて前記照射光の照射タイミングが設定され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5】

前記パターン領域の前記第2領域は、前記パターン領域が矩形の場合の角部を含む領域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。

10

【請求項6】

前記パターン領域の前記第1領域に対する前記基板上に供給されたインプリント材の供給位置と、前記パターン領域の前記第2領域に対する前記基板上に供給されたインプリント材の供給位置に応じて前記照射光の照射タイミングが設定され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7】

前記光学系は、前記照射光を照射する前記照射タイミングを変える光変調素子を有することを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載のインプリント装置。

【請求項8】

パターン領域を有する型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インプリント装置であって、

20

前記パターン領域の端が前記基板上のインプリント材の粘性を上げる領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材の粘性を上げる硬化部と、

前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材の粘性を上げるタイミングが、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材の粘性を上げるタイミングより早くなるように前記硬化部を制御する制御部と、を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項9】

パターン領域を有する型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インプリント装置であって、

30

前記インプリント材を硬化させるための硬化光を、前記型を介して、前記パターン領域に接触している前記インプリント材に照射する光学系と、

前記インプリント材の粘性を増加させるための照射光を、前記型を介して、前記パターン領域の端が照射領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材に照射する照射光学系と、

前記周辺領域のうち前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングが、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングより早くなるように前記照射光学系を制御する制御部と、を有することを特徴とするインプリント装置。

40

【請求項10】

請求項1乃至9の何れか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、

パターンが形成された基板を加工する工程と、を有し、

加工された基板から物品を製造することを特徴とする物品の製造方法。

【請求項11】

パターン領域を有する型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インプリント方法であって、

前記型と前記インプリント材を接触させる工程と、

前記型と前記インプリント材を接触させた状態で、前記型を介して、前記パターン領域

50

の端が照射領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材にその粘性を増加させるための照射光を照射する工程と、を有し、

前記照射する工程において、前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングは、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングより早いことを特徴とするインプリント方法。

【請求項12】

パターン領域を有する型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インプリント方法であって、

前記型と前記インプリント材を接触させる工程と、

10

前記型と前記インプリント材を接触させた状態で、前記パターン領域の端が前記基板上のインプリント材の粘性を上げる領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材の粘性を上げる工程と、を有し、

前記粘性を上げる工程において、前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材の粘性を上げるタイミングは、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材の粘性を上げるタイミングより早いことを特徴とするインプリント方法。

【請求項13】

パターン領域を有する型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インプリント方法であって、

20

前記型と前記インプリント材を接触させる工程と、

前記型と前記インプリント材を接触させた状態で、前記型を介して、前記パターン領域の端が照射領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材にその粘性を増加させるための照射光を照射する工程と、

前記型を介して、前記パターン領域に接触している前記インプリント材を硬化させるための硬化光を照射する工程と、を有し、

前記照射光を照射する工程において、前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングは、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接触するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングより早いことを特徴とするインプリント方法

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、型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インプリント装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスやMEMSなどの物品を製造する方法として、型（モールド）を用いて基板上のインプリント材を成形するインプリント方法が知られている。インプリント方法は、基板上にインプリント材を供給し、供給されたインプリント材と型を接触させる（押印）。そして、インプリント材と型を接触させた状態でインプリント材を硬化させた後、硬化したインプリント材から型を引き離す（離型）ことにより、基板上にインプリント材のパターンが形成される。

【0003】

インプリント装置は、基板上のインプリント材と型を接触させた後、型に形成された凹凸形状のパターンの凹部にインプリント材が十分に充填させた後、インプリント材を硬化させる。特許文献1には、インプリント材と型を接触させている間に、基板の外周部にインプリント材が拡がることを防止するため、基板の外周部にインプリント材を硬化する光を照射するインプリント装置が開示されている。

40

50

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2013-069919号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

インプリント装置に用いられる型は、パターンが形成されているパターン領域が、その領域を囲む領域よりも基板側に凸形状となっている。そのため、インプリント材と型を接觸させてパターンの凹部にインプリント材を充填させている間に、インプリント材がパターン領域からはみ出し、パターン領域の側面に付着し、それが異物の発生原因となる恐れがある。特許文献1のインプリント装置は、基板の外周部にインプリント材が広がることを防止することはできるが、型のパターン領域の側面（外側）にインプリント材がはみ出すことを防止することはできない。

【0006】

本発明は、型のパターン領域からインプリント材がはみ出すことを防ぐことができるインプリント装置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】**

本発明のインプリント装置は、パターン領域を有する型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インプリント装置であって、前記基板上のインプリント材の粘性を増加させるための照射光を、前記型を介して、前記パターン領域の端が照射領域に含まれるように、前記パターン領域の周辺領域の前記インプリント材に照射する光学系と、前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第1領域と接觸するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングが、前記第1領域より遅いタイミングで前記周辺領域のうちの前記パターン領域の第2領域と接觸するインプリント材に対する前記照射光の照射タイミングより早くなるように前記光学系を制御する制御部とを有することを特徴とする。

【発明の効果】**【0008】**

本発明によれば、型のパターン領域からインプリント材がはみ出すことを防ぐことができる点で有利なインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】インプリント装置を示した図である。

【図2】インプリント材を成形する工程を示したフローチャートである。

【図3】従来のインプリント方法を示した図である。

【図4】第1実施形態の照射領域を示した図である。

【図5】第1実施形態の照射領域を示した図である。

【図6】第1実施形態の照射領域を決める光学系を示した図である。

【図7】インプリント材と型が接觸する領域と照射領域を示した図である。

【図8】第1実施形態の照射領域と照射タイミングを示した図である。

【図9】第2実施形態の照射強度と照射時間を示した図である。

【図10】第3実施形態の照射領域と照射タイミングを示した図である。

【図11】第4実施形態の照射領域と照射タイミングを示した図である。

【図12】第5実施形態の照射領域と照射タイミングを示した図である。

【図13】第6実施形態の照射領域と照射タイミングを示した図である。

【図14】平坦化処理の工程を示す図である。

【図15】物品の製造方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】**【0010】**

10

20

30

40

50

以下、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0011】

(インプリント装置)

図1は本実施形態におけるインプリント装置1の構成を示した図である。図1を用いてインプリント装置1の構成について説明する。ここでは、基板10が配置される面をXY面、それに直交する方向をZ方向として、図1に示したように各軸を決める。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8(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、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。型は、モールド、テンプレートまたは原版とも呼ばれる。図1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デバイスの製造に使用される。ここでは光硬化法を採用したインプリント装置1について説明する。

10

【0012】

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。このように、インプリント装置は型(モールド)を用いて基板上のインプリント材を成形する装置である。

【0013】

インプリント装置1は、型8を保持し移動する型保持部3(インプリントヘッド)、基板10を保持し移動する基板保持部4(ステージ)、基板上にインプリント材を供給する供給部5(ディスペンサ)を備える。また、インプリント装置1には、インプリント材を硬化させる光9を照射する光照射系2、光35を照射して型とインプリント材の接触状態を撮像する撮像部6、インプリント装置1の動作を制御する制御部7を備える。さらに、インプリント装置1は、型や基板に形成されたマークを検出する検出器12を備える。

20

【0014】

基板保持部4は、基板10を保持する基板チャック16、XYZ座標系における少なくともX軸方向およびY軸方向の2軸に関して基板10の位置を制御する基板駆動機構17を備える。また、基板保持部4の位置は、基板保持部4に設けられたミラー18と干渉計19を用いて求められる。ミラー18、干渉計19の代わりにエンコーダを用いて基板保持部4の位置を求めてよい。

30

【0015】

型保持部3は、型チャック11によって型8を保持した状態で型保持部に設けられた型駆動機構38(アクチュエータ)によって上下方向(Z軸方向)に移動する。型保持部3が型駆動機構38によって下方(-Z方向)に移動することによって型8のパターン領域8aはインプリント材14と接触(押印)する。インプリント装置1に用いられる型8のメサ部8d(図3参照)には、基板上に形成する凹凸パターンの反転パターン(パターン領域)が形成されていたり、パターンが形成されていない平面(平坦部)であったりする。以下の説明では、型のメサ部は、パターン領域8aである場合について説明するが、パターンが形成されていない平坦部であってもよい。インプリント材が硬化した後、型保持部3が型駆動機構38によって上方(+Z方向)に移動することによって型8のパターン領域8aは硬化したインプリント材から引き離される(離型)。

40

【0016】

さらに、型保持部3には、仕切り板41と型8で区切られた空間13が設けられていてもよく、空間13内の圧力を調整することにより押印時や離型時の型8を変形することができる。例えば、押印時に空間13内の圧力を高くすることで型8を基板10に対して凸形状に変形させてパターン領域8aとインプリント材14とを接触させることができる。

【0017】

検出器12は、型8に形成されたマークと、基板10に形成されたマークとを検出することができる。インプリント装置1は、検出器12の検出結果に基づいて型8と基板10の相対的な位置を求めることができ、型8と基板10の少なくとも一方を移動させること

50

で型 8 と基板 10 を位置合わせすることができる。

【 0 0 1 8 】

制御部 7 は、基板 10 上に形成された複数のショット領域にパターンを形成するためにインプリント装置 1 の各機構の動作を制御する。また制御部 7 は、型保持部 3、基板保持部 4、供給部 5、光照射系 2 および検出器 12 を制御するように構成されうる。制御部 7 は、インプリント装置 1 内に設けてもよいし、インプリント装置 1 とは別の場所に設置し遠隔で制御しても良い。

【 0 0 1 9 】

インプリント材には、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、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。

10

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

インプリント材は、スピニコーターやスリットコーティングにより基板上に膜状に付与される。あるいは液体噴射ヘッドにより、液滴状、ある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付与されてもよい。インプリント材の粘度（25 °C における粘度）は、例えば、1 mPa · s 以上、100 mPa · s 以下である。

20

【 0 0 2 2 】

基板は、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料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。

【 0 0 2 3 】

（第 1 実施形態）

図 2 はインプリント装置 1 を用いて基板 10 上のインプリント材 14 を成形する成形工程を示したフローチャートである。図 2 を参照しながら光硬化法によるインプリント方法を説明する。

30

【 0 0 2 4 】

まず、工程 101 において、インプリント装置 1 内に基板 10 を搬入する。不図示の基板搬送機構によって、基板 10 は基板保持部 4 の基板チャック 16 に搬入される。

【 0 0 2 5 】

次に工程 102 で、供給部 5 はインプリント材のパターンが形成される基板 10 上のショット領域にインプリント材 14 を供給する。工程 103 で型 8 と基板 10 を近づけることで基板 10 上に供給されたインプリント材 14 と型 8 のパターン領域 8a を接触させる（押印工程）。

40

【 0 0 2 6 】

その際、図 3 (a) に示すように、インプリント材 14 と型 8 との濡れ性が良いため、インプリント材 14 が型 8 のパターン領域 8a からはみ出し、パターン領域 8a の側面 8b 付着することが確認されている。パターン領域 8a の側面 8b にインプリント材 14 が付着した状態でインプリント材を硬化すると、型 8 を離型した際に、図 3 (b) に示すような形状のインプリント材 14 が形成される。なお、図 3 (b) ではパターン領域 8a に対応する微細な凹凸パターンは省略している。図 3 (b) に示すようにインプリント材 14 の突起形状 15 が形成されると、膜厚が不均一となり、後工程のエッチング処理等で影響を与える恐れがある。また、パターン領域 8a の側面 8b に付着したインプリント材 14 の一部がインプリント中に基板 10 上へ落下し、異物となる恐れがある。基板 10 上に

50

異物が存在していると、押印工程に基板上の異物に型 8 が接触すると、型 8 のパターン領域 8 a に形成された微細パターンが破壊する恐れがある。そのため、パターン形成の不良を引き起こす原因となる。

【 0 0 2 7 】

また、ショット領域の角部（コーナー部、ショット領域が矩形の場合の角部）などのインプリント材が最後に充填する箇所は、図 3 (c) に示すようにパターン領域 8 a の全部にインプリント材が充填されずに未充填 8 c となる場合がある。基板 1 0 上に未充填 8 c が存在する場合もまた、インプリント材 1 4 の膜厚が不均一になり、後工程のエッティング処理等で影響を与える恐れがある。本実施形態では、パターン領域 8 a の側面 8 b にインプリント材が付着するのを低減し、パターン形成の不良や型 8 の破壊を防ぐことにより、歩留まりの高いインプリント装置を提供する。

【 0 0 2 8 】

そこで、本実施形態のインプリント装置 1 は、工程 1 0 3 においてパターン領域 8 a をインプリント材 1 4 に接触させる際に、工程 1 0 4 によりパターン領域 8 a の外周部に照射光 5 0 を照射することで、インプリント材 1 4 のはみ出しを防ぐ。工程 1 0 4 は、パターン領域 8 a の一部がインプリント材 1 4 と接触し、工程 1 0 3 が完了する前に、照射光 5 0 を照射する。

【 0 0 2 9 】

工程 1 0 3 において、押印が完了してパターン領域 8 a のパターンにインプリント材が充填した後、工程 1 0 5 において型 8 と基板 1 0 との位置合わせを行う。例えば、検出器 1 2 で型 8 に形成されたマークと基板 1 0 に形成されたマークからの光を検出することによって型 8 と基板 1 0 の位置合わせを行う。微細パターンが形成されている型 8 のパターン領域 8 a の中心付近には照射光 5 0 を照射しない。上述したように照射光 5 0 を型 8 の側面 8 b に照射することで、側面 8 b にインプリント材 1 4 が付着することを防ぎ、型 8 の中心部にあるインプリント材 1 4 に関しては粘性を変化させずに、微細パターンへ充填性を維持することができる。

【 0 0 3 0 】

工程 1 0 4 において、インプリント材 1 4 は粘性が変化するが硬化していない。先行技術のように型 8 の側面 8 b にインプリント材 1 4 が付着することを防ぐために、型 8 の側面 8 b 近傍のインプリント材 1 4 を硬化させてしまうと、型 8 と基板 1 0 との位置合わせを行うことが困難となる。また、型 8 の側面 8 b に近いパターン領域 8 a にも微細構造が配置されている場合、インプリント材 1 4 が微細構造に充填する前に硬化することとなり、未充填欠陥を増加させる原因となる。重ね合わせ精度の低下と未充填欠陥の増加は歩留まりを低下させる恐れがある。

【 0 0 3 1 】

工程 1 0 6 にて重ね合わせ精度判定が実施され、重ね合わせ精度が判定値を満足すれば、工程 1 0 7 で型 8 とインプリント材 1 4 が接触した状態でインプリント材 1 4 を硬化させる。インプリント材 1 4 を硬化させた後、工程 1 0 8 にて、硬化したインプリント材 1 4 から型 8 を引き離す（離型工程）。工程 1 0 6 にて重ね合わせ精度判定が判定値を満足しなければ、工程 1 0 5 の型と基板の位置合わせ工程を継続する。工程 1 0 6 で判定値を満足しない場合には、強制的に次工程に進むように処理してもよい。

【 0 0 3 2 】

工程 1 0 8 で型 8 が基板上のインプリント材から引き離された後、工程 1 0 9 において、基板 1 0 上に指定したショット領域に対してインプリント処理が完了したかどうかの終了判定が行われる。工程 1 0 9 でインプリント処理が終了した場合、工程 1 1 0 においてインプリント装置 1 外に基板 1 0 を搬出する。インプリント処理が完了していない場合、工程 1 0 2 に戻り、次のインプリント位置（ショット領域）にインプリント材 1 4 を供給し、インプリント処理が完了するまで各工程が繰り返される。

【 0 0 3 3 】

次に、工程 1 0 4 で行う光の照射について詳細に説明する。図 4 は、工程 1 0 4 で行う

10

20

30

40

50

光の照射を説明する図である。図4(a)に示すように、照射光50を型8のパターン領域8aの外周部である側面8bを含む周辺領域(照射領域52)に照射する。照射光50はインプリント材14が重合反応する光であれば良く、紫外光に限らない。照射光50によってインプリント材14が硬化してしまうと工程105で位置合わせを行うことができない。そのため、工程104で行う光の照射はインプリント材14を硬化させずに、パターン領域8a付近のインプリント材14の粘性が高くなる程度の光を照射する。照射光50は、インプリント材14の材料の性質などを考慮して、照射する光の波長や、照射時間、強度などを適宜求めることができる。

【0034】

図4(b)は、型8を介して基板10上に照射光50が照射される照射領域52と型8の側面8b(外周部)の関係を示した図である。図4に示すように、照射光50の照射領域52は型8の側面8bを含む領域である。図4に示すように照射領域52を設定することで押印時にインプリント材14がパターン領域8aからはみ出すことを防ぐことができる。

10

【0035】

図5(a)に示す型8のパターン領域8aと基板10上に供給されたインプリント材14とを接触させる際に、型8のパターン領域8aを基板10に対して凸形状に変形させてインプリント材14と接触させことがある。図5(b)に示すように、型とインプリント材が接触する領域は、型8の中心付近のパターン領域8aとインプリント材14とが接触した後、パターン領域8aの外側(外周部)に向かって広がり始める。図5(c)に示すように、照射光50が照射される領域内のインプリント材14の気液界面14bは、照射光50によって、重合反応が開始され、気液界面14bの粘性が増加する。パターン領域8aの外周部のインプリント材14の粘性が増加することで、パターン領域8aの外側に向かって広がるインプリント材14の気液界面14bの移動速度が低下し、型8の側面8bにインプリント材が付着することを防ぐことができる。このとき、インプリント材14の粘性変化に必要な照射光50の強度や、照射光50の照射タイミングは、インプリント材14の種類などによっても異なるため、別途実験により条件を探索する必要がある。

20

【0036】

図6を用いて照射光50をパターン領域8aの外周部(側面8bを含む領域)に照射するための光学系の一例に関して説明する。図6は、照射光50を照射するための光学系の模式図を示す。インプリント材14が重合反応する波長の照射光光源51を用意する。照射光光源51はインプリント材14を所望の粘度に重合反応させるために必要な光出力が得られるものを選定し、例えば、ランプ、レーザダイオード、LED等から構成される。照射光光源51からの光は光学素子54aによって、光変調素子53(空間光変調素子)へ導かれる。本実施形態の光変調素子53としては、デジタルマイクロミラーデバイス(以下DMD)を使用した例を示す。しかし、光変調素子53としては、DMDに限らず、LCDデバイスやLCOSデバイス等のその他の素子を使用することができる。インプリント装置1は、照射光光源51と基板10との間に光変調素子53を用いることで、照射光50の照射領域52や光の強度を基板上の任意の場所を設定することができる。また、光変調素子53によって照射領域52や光強度が制御された照射光50は、光学素子54bにより、型8および基板10に投影される倍率が調整される。

30

【0037】

第1実施形態における、上述の工程103、および、工程104についてさらに詳しく説明する。

【0038】

工程103において、型8をインプリント材14に接触させた際、インプリント材14の気液界面14bは図7に示すように円状あるいはそれに類似した形状で外側に向かって広がる。つまり、型8とインプリント材14との接触領域は、パターン領域8aの中心付近から広がるように変化する。一般に型8のパターン領域8aは矩形であるため、照射領域52も矩形の外周部に沿った領域である。そのため、インプリント材14の気液界面1

40

50

4 b が照射光 5 0 の照射領域 5 2 (パターン領域 8 a の外周部) に到達するタイミングは照射領域 5 2 の各位置で異なる。

【 0 0 3 9 】

一方、工程 1 0 4 において、気液界面 1 4 b が照射領域 5 2 へ到達するのに対し、照射光 5 0 の照射タイミングが早いと型 8 の側面 8 b に近いパターン領域 8 a に未充填欠陥を生じる恐れがある。また、気液界面 1 4 b が照射領域 5 2 へ到達するのに対し、照射光 5 0 の照射タイミングが遅いとインプリント材 1 4 が型 8 の側面 8 b にはみ出して付着する恐れがある。このため、インプリント材 1 4 のみ出しを防ぐための照射光 5 0 は、押印工程の適切なタイミングで照射しなければならない。

【 0 0 4 0 】

そこで、第 1 実施形態では、工程 1 0 4 において図 8 (a) に示すように照射領域 5 2 を複数の小領域 5 2 a 、 5 2 b 、 ... 、 5 2 n に分割する。かつ、それぞれの小領域に対し照射タイミング、あるいは、照射強度の少なくとも一方を変えて照射光 5 0 を照射する。上述した光変調素子 5 3 を用いることで、照射領域 5 2 に対する照射光 5 0 の照射タイミング、照射領域や照射強度を設定することができる。図 8 (a) では、照射領域 5 2 を縦方向 8 個、横方向 6 個のそれぞれ正方形状の小領域に分割する例を示したが、分割個数はこれに限らず任意数に設定してよい。また、それぞれの小領域の形状は長方形状、三角形状その他任意形状に設定してよい。

【 0 0 4 1 】

第 1 実施形態では、気液界面 1 4 b が照射領域 5 2 の各小領域 5 2 a 、 5 2 b 、 ... 、 5 2 n に到達するタイミングを判定し、判定結果に応じて、それぞれの小領域に対して照射光 5 0 の照射タイミングを変える。気液界面 1 4 b が各小領域へ到達するタイミングの判定は、撮像部 6 の撮像結果に基づいてリアルタイムに判定することができる。あるいは、気液界面 1 4 b が各小領域へ到達するタイミングを事前に求めておき、その結果に応じて、それぞれの小領域に対して照射光 5 0 の照射タイミングを決定することもできる。

【 0 0 4 2 】

図 7 に示すように、パターン領域 8 a の中心から気液界面 1 4 b が外側に向かって広がる場合の、照射領域 5 2 の小領域に対する照射光 5 0 の照射タイミングチャートを図 8 (b) に示す。説明の簡略化のため、照射領域 5 2 のうちパターン領域 8 a の左辺に限定して、小領域 5 2 a 、 5 2 b 、 ... 、 5 2 h それぞれの照射タイミングチャートを示す。横軸は時間を示す。図 8 (b) に示す通り、押印工程を開始した後、気液界面 1 4 b が早く到達する小領域ほど、照射タイミングが早くなる。

【 0 0 4 3 】

押印工程が開始した後、パターン領域 8 a の中心付近から広がった気液界面 1 4 b は、時間 T 1 に小領域 5 2 d 及び小領域 5 2 e に到達する。この時、図 6 の制御部 5 5 は、小領域 5 2 d 及び小領域 5 2 e に照射光 5 0 が照射されるように光変調素子 5 3 を制御する。次に、気液界面 1 4 b は、時間 T 2 に小領域 5 2 c 及び小領域 5 2 f に到達する。この時、制御部 5 5 は、小領域 5 2 c 及び小領域 5 2 f に照射光 5 0 が照射されるように光変調素子 5 3 を制御する。次に気液界面 1 4 b は、時間 T 3 に小領域 5 2 b 及び小領域 5 2 g に到達する。この時、制御部 5 5 は、小領域 5 2 b 及び小領域 5 2 g に照射光 5 0 が照射されるように光変調素子 5 3 を制御する。最後に気液界面 1 4 b は、時間 T 4 に小領域 5 2 a 及び小領域 5 2 h に到達する。この時、制御部 5 5 は、小領域 5 2 a 及び小領域 5 2 h に照射光 5 0 が照射されるように光変調素子 5 3 を制御する。

【 0 0 4 4 】

各小領域に照射光 5 0 を照射する時間は任意に設定することができる。図 8 (b) に示す例では、各小領域に照射光 5 0 を照射する時間は T とする。また、各小領域に照射する照射光の強度は同じとする。

【 0 0 4 5 】

照射光 5 0 の照射タイミングの代わりに照射強度を変えてよい。例えば、図 9 (a) に示す通り、照射領域 5 2 の各小領域 5 2 a 、 5 2 b 、 ... 、 5 2 h の照射強度を変えても

10

20

30

40

50

よい。横軸は時間、縦軸は各小領域の照射強度を示す。最初に気液界面 14 b が到達する小領域に対する照射光 50 の照射強度を強くして、気液界面 14 b が到達する順番に照射強度を順に弱くする。図 9 (a) は横軸に時間を示し、縦軸に各小領域（小領域 52 a ~ 小領域 52 h）に対する照射光 50 の照射強度を示している。

【0046】

図 8 では、照射領域 52 のうちパターン領域 8 a の左辺の小領域に限定して説明を行つたが、実際には全ての小領域 52 a、52 b、…、52 n において、照射タイミング、あるいは、照射強度を決定する。このように照射領域を分割することで、型のパターン領域 8 a と基板上のインプリント材 14 との接触領域の広がりに応じて最適なタイミングで照射光 50 を照射することができる。

10

【0047】

（第 2 実施形態）

第 2 実施形態は、第 1 実施形態で説明した照射領域 52 の各小領域（小領域 52 a ~ 52 n）に対して照射光 50 の照射量を変える場合について説明する。

【0048】

第 1 実施形態で説明した気液界面 14 b が照射領域 52 の各小領域 52 a、52 b、…、52 n のそれぞれを通過する時の速度、すなわち、エネルギー量は異なる。このため、第 2 実施形態では、気液界面 14 b が広がるときの粘性をより正確に制御するため、各小領域で照射光 50 の照射量を変えて、照射光 50 を照射する。

【0049】

20

図 7 に示すように、パターン領域 8 a の中心から気液界面 14 b が外側に向かって広がる場合の、照射領域 52 の小領域に対する照射光 50 の照射タイミングチャートを図 9 (a)、図 9 (b) に示す。説明の簡略化のため、照射領域 52 のうちパターン領域 8 a の左辺に限定して、小領域 52 a、52 b、…、52 h それぞれの照射タイミングチャートを示す。横軸は時間を示し、縦軸は各小領域の照射強度を示す。図 9 (a) は照射時間が一定で照射強度を変えた例、図 9 (b) は照射強度が一定で照射時間を変えた例である。図 9 に示す通り、押印工程を開始した後、気液界面 14 b が早く到達する小領域ほど、照射量は多くなる。

【0050】

図 7 に示すように、パターン領域 8 a の中心から気液界面 14 b が外側に向かって広がる場合には、一般に、中心に近い小領域 52 d、52 e の露光量を多く、端部の小領域 52 a、52 h の露光量を少なく設定する。さらに、各小領域の露光量の変更に加えて、第 1 実施形態で示した通り、各小領域の照射タイミングを変えてよい。

30

【0051】

図 9 では、照射領域 52 のうちパターン領域 8 a の左辺の小領域に限定して説明を行つたが、実際には全ての小領域 52 a、52 b、…、52 n において、照射強度を決定する。このように照射領域 52 を分割することで、型のパターン領域 8 a と基板上のインプリント材 14 との接触領域の広がりに応じて最適な露光量で照射光 50 を照射することができる。

【0052】

40

（第 3 実施形態）

第 3 実施形態は、第 1 実施形態で説明した照射領域 52 の各小領域（小領域 52 a ~ 52 n）と、ショット領域の中心位置 61 との距離に基づき、各小領域に対して照射光 50 の照射タイミングを変える場合について説明する。

【0053】

図 7 に示すように、パターン領域 8 a の中心から気液界面 14 b が外側に向かって広がる場合の、照射領域 52 の小領域に対する照射光 50 の照射タイミングチャートを図 10 (b) に示す。説明の簡略化のため、照射領域 52 のうちパターン領域 8 a の左辺に限定して、小領域 52 a、52 b、…、52 h のそれぞれの照射タイミングチャートを示す。横軸は時間を示す。ここで、ショット領域の中心位置 61 と小領域 52 a、52 b、…、

50

5 2 hとのそれぞれの距離を L a、 L b、 ...、 L hとする。

【 0 0 5 4 】

第3実施形態では、押印工程の開始時間を0とし、各小領域の照射タイミングを、関数 $T_x = f(L_x)$ で決定する。ここで、 $x = a, b, \dots, h$ である。つまり、第3実施形態の各小領域の照射タイミングは、距離に応じて決定する。例えば、比例定数 K を用いて、照射タイミングを $T_x = K \times L_x$ で決定することができる。また、一次関数、あるいは、二次以上の高次関数で照射タイミングを決定してもよい。図10 (b) に示す通り、押印工程を開始した後、一般に、ショット領域の中心位置 6 1 と、照射領域 5 2 の各小領域との距離が短いほど、照射タイミングは早くなる。図10 (b) のタイミングチャートは押印工程の開始時間を0として説明したが、型8とインプリント材14とが接触したタイミングを時間0としてもよい。

【 0 0 5 5 】

さらに、上記の距離 L a、 L b、 ...、 L h を基に、第2実施形態で説明した方法と同様に照射強度や照射時間を変えてもよい。例えば、距離に応じて照射強度を変える場合には、距離が短いほど照射強度を大きくすることができる。また、距離に応じて照射時間を変える場合には、距離が短いほど照射時間を長くすることができる。また、第2実施形態で示した方法と同様に照射量を変えてもよい。また、照射タイミングと、照射強度、あるいは、照射量の両方を変えてよい。

【 0 0 5 6 】

図10では、照射領域 5 2 のうちパターン領域 8 a の左辺の小領域に限定して説明を行ったが、実際には全ての小領域 5 2 a、5 2 b、...、5 2 n において、中心位置 6 1 からの距離に応じて照射タイミング、あるいは、照射量を決定する。なお、照射領域 5 2 の小領域 5 2 a、5 2 b、...、5 2 n の分割個数、および、分割形状は図10 (a) に限定されないことは、前述した通りである。このように照射領域 5 2 を分割することで、ショット領域の中心と各ショット領域の距離に応じて最適な露光量で照射光 5 0 を照射することができる。第3実施形態の場合、撮像部 6 による撮像結果が無い場合でもショット領域の形状から照射タイミングを制御することができる。

【 0 0 5 7 】

(第4実施形態)

第4実施形態は、第1実施形態で説明した照射領域 5 2 の各小領域（小領域 5 2 a ~ 5 2 n）と、型8の押印中心位置 6 2 との距離に基づき、各小領域に対して照射光 5 0 の照射タイミングを変える場合について説明する。照射タイミングの代わりに照射強度を変えてもよい。ここで、型8の押印中心位置 6 2 とは、型8のパターン領域 8 a と基板上のインプリント材とが最初に接触する位置を示している。一般的には、型8のパターン領域 8 a の中心が最初にインプリント材と接触するが、例えば、基板の外周を含むショット領域（周辺ショット、エッジショット）にパターンを形成する場合は、パターン領域 8 a の中心とは限らない。

【 0 0 5 8 】

図11 (a) は、第4実施形態の照射領域 5 2 と型8の押印中心位置 6 2 を示した図である。この時の照射領域 5 2 の小領域に対する照射光の照射タイミングを図11 (b) に示す。説明の簡略化のため、照射領域 5 2 のうち、パターン領域 8 a の左辺に限定して、小領域 5 2 a、5 2 b、...、5 2 h のそれぞれの照射タイミングチャートを示す。横軸は時間を示す。ここで、押印中心位置 6 2 と小領域 5 2 a、5 2 b、...、5 2 h とのそれぞれの距離を L a、L b、...、L h とする。

【 0 0 5 9 】

第4実施形態では、押印工程の開始時間を0とし、各小領域の照射タイミングを、関数 $T_x = f(L_x)$ で決定する。ここで、 $x = a, b, \dots, h$ である。つまり、第4実施形態の各小領域の照射タイミングは、第3実施形態と同様に距離に応じて決定する。図11 (b) に示す通り、押印工程を開始した後、一般に、押印中心位置 6 2 と、照射領域 5 2 の各小領域との距離が短いほど、照射タイミングは早くなる。図11 (b) のタイミング

チャートは押印工程の開始時間を 0 として説明したが、型 8 とインプリント材 14 とが接触したタイミングを時間 0 としてもよい。

【 0 0 6 0 】

さらに、上記の距離 L_a 、 L_b 、...、 L_h を基に、第 2 実施形態で説明した方法と同様に照射強度や照射時間を変えてよい。例えば、距離に応じて照射強度を変える場合には、距離が短いほど照射強度を大きくすることができる。また、距離に応じて照射時間を変える場合には、距離が短いほど照射時間を長くすることができる。また、第 2 実施形態で示した方法と同様に照射量を変えてよい。また、照射タイミングと、照射強度、あるいは、照射量の両方を変えてよい。

【 0 0 6 1 】

図 11 では、照射領域 52 のうちパターン領域 8a の左辺の小領域に限定して説明を行ったが、実際には全ての小領域 52a、52b、...、52n において、押印中心位置 62 からの距離に応じて照射タイミング、あるいは、照射量を決定する。なお、照射領域 52 の小領域 52a、52b、...、52n の分割個数、および、分割形状は図 11 (a) に限定されないことは、前述した通りである。また、基板の外周を含むショット領域にパターンを形成する場合には、基板 10 の外側の領域に対応するパターン領域 8a にインプリント材が接触しないため、型 8 の側面 8b にインプリント材が接触する恐れがない。そのため、基板 10 の外側の領域の照射領域 52 の小領域には照射光 50 を照射しなくてもよい。

【 0 0 6 2 】

このように照射領域 52 を分割することで、ショット領域の中心と各ショット領域の距離に応じて最適な露光量で照射光 50 を照射することができる。第 4 実施形態の場合、撮像部 6 による撮像結果が無い場合でもショット領域の形状から照射タイミングを制御することができる。

【 0 0 6 3 】

(第 5 実施形態)

第 5 実施形態は、上述の実施形態で説明した照射領域 52 の小領域とは異なる形状の照射領域 52 の小領域の場合について説明する。第 5 実施形態は、図 12 (a) に示すように、照射領域 52 を縦方向 (y 方向) の小領域 52y と、横方向 (x 方向) の小領域 52x に分割し、それぞれの小領域に対して照射タイミング、あるいは、照射強度を変えて照射光 50 を照射する。

【 0 0 6 4 】

図 12 (a) は、第 5 実施形態の照射領域 52 を示した図である。この時の照射領域 52 の小領域 52x、52y に対する照射光 50 の照射タイミングを図 12 (b) に示す。図 12 (b) は小領域 52x、52y のそれぞれの照射タイミングチャートを示しており、横軸は時間を示している。ここで、ショット領域の中心位置、あるいは、押印中心位置と、小領域 52y および小領域 52x との距離をそれぞれ L_y 、 L_x とする。図 12 (a) に示すように距離 $L_y < L_x$ の場合、一般に小領域 52y に対する照射タイミングが小領域 52x よりも早くなる。

【 0 0 6 5 】

第 5 実施形態において、照射光 50 は、実験等によりあらかじめ決定したタイミングで、縦方向の小領域 52y と、横方向の小領域 52x それぞれの照射を行うことができる。あるいは、上述の実施形態で説明した気液界面 14b が、縦方向の小領域 52y と、横方向の小領域 52x それぞれに到達するタイミングをカメラ等の撮像部 6 を用いて観察し、その結果に基づき照射光 50 の照射タイミングを決定できる。あるいは、ショット領域の中心位置や、押印中心位置からの距離 L_y 、 L_x を用いて、第 3 実施形態で示した照射タイミングを求める方法で、照射光 50 の照射タイミングを決定できる。

【 0 0 6 6 】

さらに、上記の距離 L_x 、 L_y を基に、第 2 実施形態で説明した方法と同様に照射強度や照射時間を変えてよい。例えば、距離に応じて照射強度を変える場合には、距離が短

10

20

30

40

50

いほど照射強度を大きくすることができる。また、距離に応じて照射時間を見る場合には、距離が短いほど照射時間を長くすることができる。また、第2実施形態で示した方法と同様に照射量を変えてよい。また、照射タイミングと、照射強度、あるいは、照射量の両方を変えてよい。

【0067】

なお、縦方向の小領域52yと、横方向の小領域52xの分割方法は、図12(a)に示した方法に限られず、例えば、図12(c)に示すように縦方向の小領域52yと、横方向の小領域52xとなるように分割してもよい。例えば、縦方向の小領域52yと横方向の小領域52xの照射領域の面積が同じになるように分割することができる。

【0068】

このように照射領域52を分割することで、簡易的にショット領域の中心と各ショット領域の距離に応じて最適な露光量で照射光50を照射することができる。

【0069】

(第6実施形態)

第6実施形態は、上述の実施形態で説明した照射領域52の小領域とは異なる形状の照射領域52の小領域の場合について説明する。第6実施形態は、図13(a)に示すように、第1実施形態の図8で説明した照射領域52の小領域52a~52nのそれぞれを、照射領域52をさらにショット領域の中心から外部に向かう方向に分割する。例えば、図13(a)に示すように小領域52cをショット領域の中心から3つの小領域52c1、52c2、52c3に分割する。分割個数は任意であり、それぞれの小領域の形状も任意に設定してよい。それぞれの小領域に対して照射タイミング、あるいは、照射強度を変えて照射光50を照射する。

【0070】

図13(a)は、第6実施形態の照射領域52を示した図である。この時の照射領域52の小領域52c1、52c2、52c3に対する照射光50の照射タイミングを図13(b)に示す。図13(b)は小領域52c1、52c2、52c3それぞれの照射タイミングチャートを示しており、横軸は時間を示している。図13(b)に示すように、例えば、ショット領域の内側の小領域より順次、照射光50を照射する。図13では、図8に示した小領域52cについて説明したが、他の小領域についても同様に内側より順次照射光50を照射することで、照射領域52の全小領域を照射することができる。

【0071】

また、第6実施形態は、第1実施形態に限らず、第2実施形態から第5実施形態で示したいずれかの照射領域52の分割方法にも適用することができる。

【0072】

このように照射領域52を分割することで、型8のパターン領域8aとインプリント材14の接触領域の広がり(気液界面14bの移動)に応じて最適な露光量で照射光50を照射することができる。

【0073】

(平坦加工装置の実施形態)

本発明を適用した平坦化装置の実施形態について図14を用いて説明する。上記の実施形態は型(原版、テンプレート)に予め描画されたパターンを基板(ウエハ)に転写する方法であることに対し、本実施形態は型(平面テンプレート)には凹凸パターンが形成されていない。基板上の下地パターンは、前の工程で形成されたパターン起因の凹凸プロファイルを有しており、特に近年のメモリ素子の多層構造化にともないプロセスウエハは1100nm前後の段差を持つものも出てきている。基板全体の緩やかなうねりに起因する段差は、露光工程で使われている走査型の露光装置のフォーカス追従機能によって補正可能であるが、露光装置の露光スリット面積内に収まってしまうピッチの細かい凹凸は、そのまま露光装置のDOF(Depth Of Focus)を消費してしまう。基板上の下地パターンを平滑化する従来手法としてSOC(Spin On Carbon)、CMP(Chemical Mechanical Polishing)のような平坦化

10

20

30

40

50

層を形成する手段が用いられている。しかし従来例においては、図14(A)における孤立パターン領域Aと繰り返しDense(ライン&スペースパターンの密集)パターン領域Bとの境界部分においては40%~70%の凹凸抑制率で十分な平坦化性能が得られない問題があり、今後多層化による下地の凹凸差は更に増加する傾向にある。

【0074】

この問題に対する解決策としてUS9415418では、平坦化層となるレジストのインクジェットディスペンサーによる塗布と平面テンプレートによる押印で連続膜を形成する手法が提案されている。また、US8394282では、ウエハ側のトポグラフィ計測結果をインクジェットディスペンサーによって塗布指示するポジション毎の濃淡情報に反映する方法が提案されている。本実施形態は、特に予め塗布された未硬化のレジスト(インプリント材、未硬化樹脂)に対して平面テンプレート(型)を押し当てて基板面内の局所平面化を行う平坦加工(平坦化)装置に対して本発明を適用したものである。

【0075】

図14(A)は、平坦化加工を行う前の基板を示している。領域Aは孤立パターンエリアでパターン凸部分の面積が少なく、領域BはDenseエリアでパターン凸部分の占める面積は凹部分の占める面積と1:1である。領域Aと領域Bの平均の高さは凸部分の占める割合で異なった値をとる。

【0076】

図14(B)は、基板に対して平坦化層を形成するレジストを塗布した状態を示す図である。この図においては、US9415418に基づいてインクジェットディスペンサーによってレジストを塗布した状態を示しているが、レジストの塗布にあたってはスピンコーラーを用いていても本発明の適用は可能である。すなわち、予め塗布してある未硬化のレジストに対して平面テンプレートを接触させて平坦化する工程を含んでいれば、本発明の適用は可能である。

【0077】

図14(C)は、平面テンプレートは紫外線を透過するガラスまたは石英で構成されたものであり、露光光源からの露光光の照射によってレジストが硬化する工程を示した図である。このとき、平面テンプレートは基板の全体のなだらかな凹凸に対しては基板の表面のプロファイルにならう。

【0078】

図14(D)は、レジスト硬化後、平面テンプレートを引き離した状態を示す図である。

【0079】

本発明は、平坦加工装置の実施形態においても適用可能で、上述の何れの実施形態と同じく、メサ部にパターンが形成されていない型(平面テンプレート)を用いる際に、メサ部から、レジスト(インプリント材)のはみ出しを低減することができる。

【0080】

また、上述の何れの実施形態も、気液界面14bは型のパターン領域(メサ部)の中心から均等に外側に向かって移動する場合について説明した。しかし、気液界面14bは均等に(同心円状に)移動するとは限られず、基板上に供給されたインプリント材の位置や供給量によってはインプリント材がパターン領域の側面に到達する時間は小領域によって変化することがある。そのため、インプリント装置の制御部は基板上に供給されるインプリント材の供給位置や供給量に応じて照射領域52の小領域の照射順を変更することができる。

【0081】

また、上述の何れの実施形態も、光硬化法を採用したインプリント装置1について説明したが、光硬化法に限らず、熱を利用してインプリント材を硬化させるインプリント装置でもよい。その場合、インプリント装置は、インプリント材の粘性を増加させるために照射光をインプリント材に照射する光学系の代わりに、熱によりインプリント材の粘性を上げる加熱部を硬化部として備える。

10

20

30

40

50

【0082】

(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。

【0083】

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。

10

【0084】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図15(a)に示すように、絶縁体等の被加工材2zが表面に形成されたシリコンウエハ等の基板1zを用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材2zの表面にインプリント材3z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3zが基板上に付与された様子を示している。

【0085】

図15(b)に示すように、インプリント用の型4z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3zに向け、対向させる。図15(c)に示すように、インプリント材3zが付与された基板1zと型4zとを接触させ、圧力を加える。インプリント材3zは型4zと被加工材2z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4zを透して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

20

【0086】

図15(d)に示すように、インプリント材3zを硬化させた後、型4zと基板1zを引き離すと、基板1z上にインプリント材3z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、型の凸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3zに型4zの凹凸パターンが転写されたことになる。

【0087】

30

図15(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2z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5zとなる。なお、当該エッチングとは異種のエッチングにより当該残存した部分を予め除去しておくのも好ましい。図15(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2zの表面に溝5z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。

【符号の説明】

【0088】

1 インプリント装置

40

2 光照射系

6 摄像部

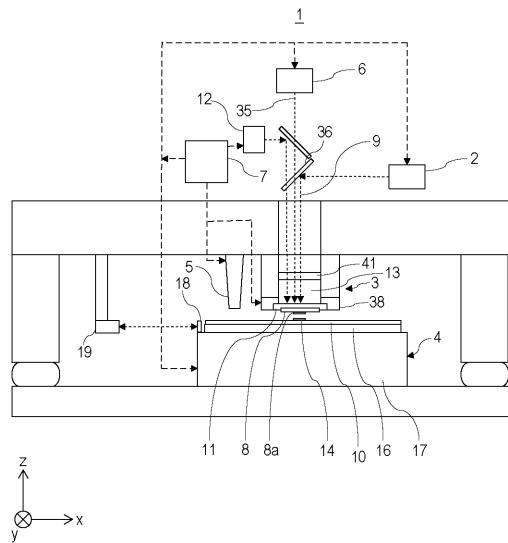
7 制御部

8 型

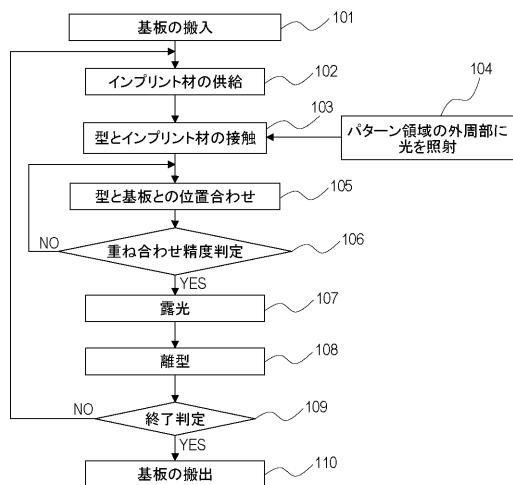
10 基板

52 照射領域

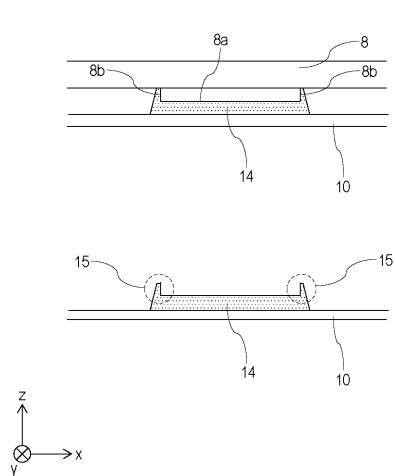
【図1】



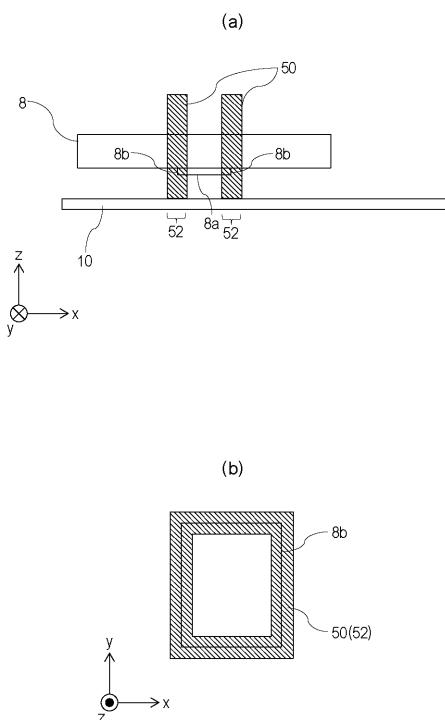
【図2】



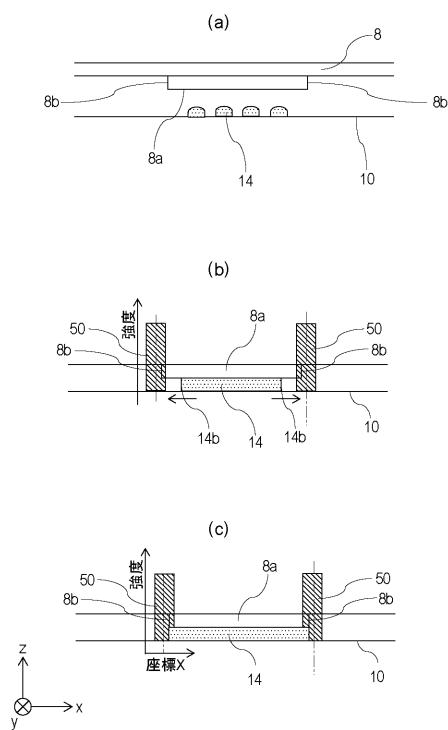
【図3】



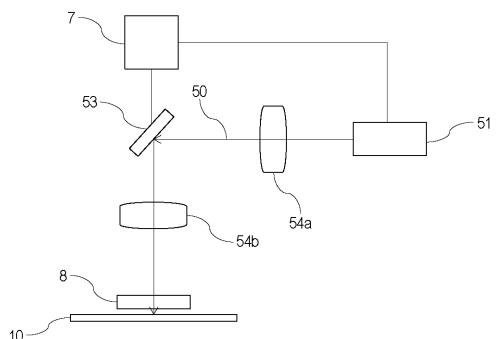
【図4】



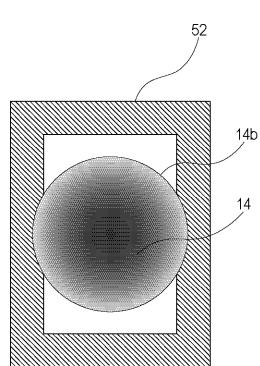
【図5】



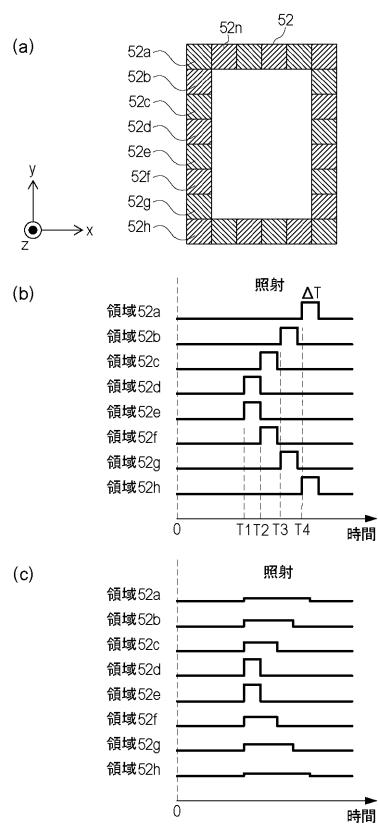
【図6】



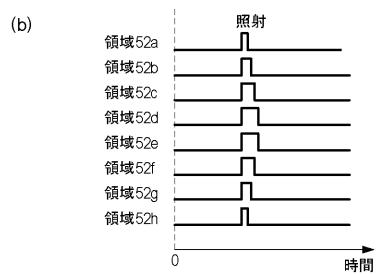
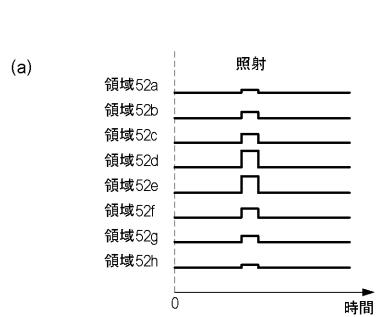
【図7】



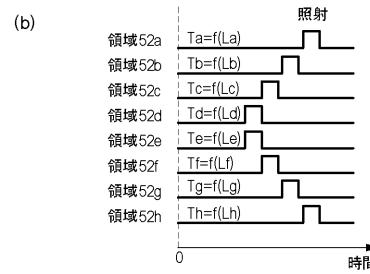
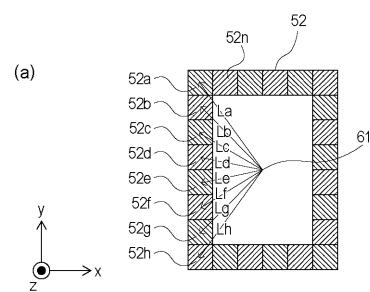
【図8】



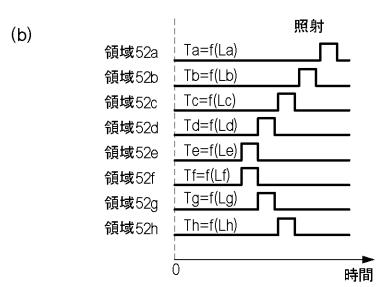
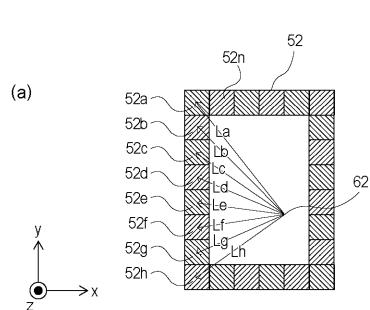
【図9】



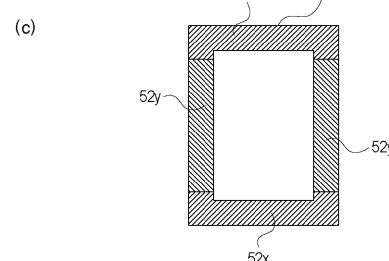
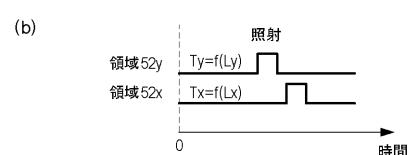
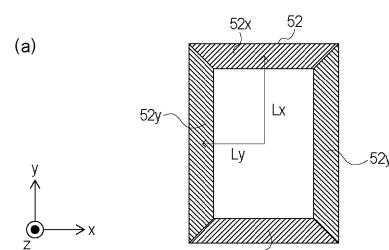
【図10】



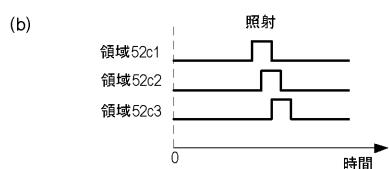
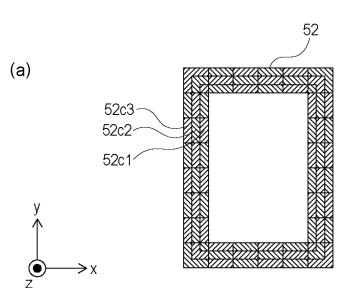
【図11】



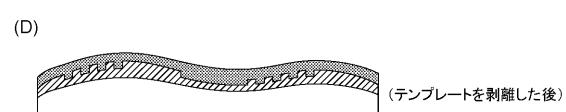
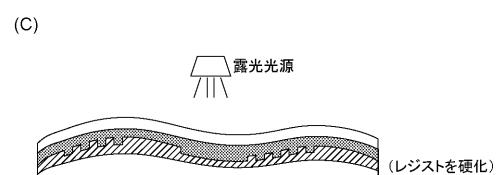
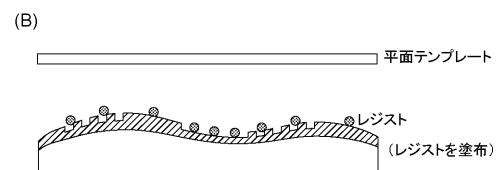
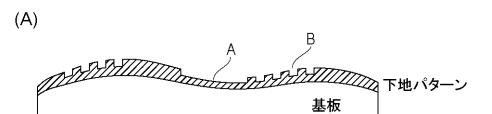
【図12】



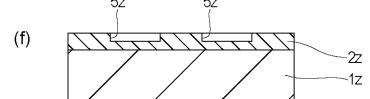
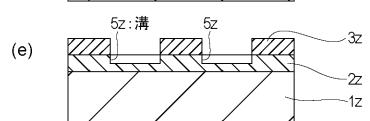
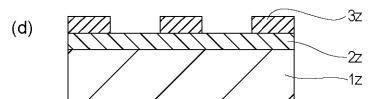
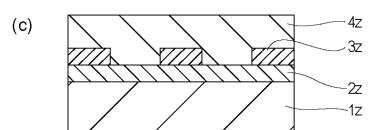
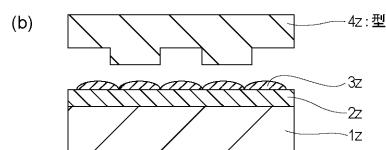
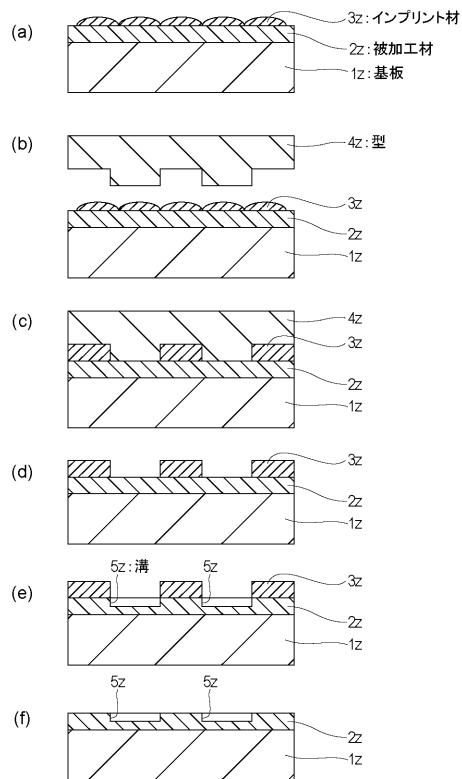
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2011-521438(JP,A)
特開2013-069918(JP,A)
特開2011-181548(JP,A)
特開2014-188869(JP,A)
特開2015-106670(JP,A)
特開2017-147283(JP,A)
特開2013-069919(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027, 21/30
B29C 59/02