

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6602033号
(P6602033)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 D
 B 2 9 C 59/02 (2006.01) B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-74495 (P2015-74495)	(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
(22) 出願日	平成27年3月31日(2015.3.31)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2016-195184 (P2016-195184A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成28年11月17日(2016.11.17)	(72) 発明者	船吉 智美 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
審査請求日	平成30年3月28日(2018.3.28)	(72) 発明者	山▲崎▼ 拓郎 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】 インプリント装置、供給量分布の作成方法、インプリント方法、及び物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の複数のショット領域の押印順序に応じて、型のパターンを、前記基板の複数のショット領域の各々の上のインプリント材に接触させることで、前記基板の複数のショット領域にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記基板上にインプリント材を供給する供給手段と、

前記基板を載せて移動する移動手段と、

前記移動手段が、前記供給手段が前記基板上にインプリント材を供給する位置から、前記型を前記インプリント材に接触させる位置に向かうときの移動方向と、前記複数のショット領域の位置関係と押印順序に関する情報と、前記押印順序の違いによって生じる前記インプリント材のパターンの残膜の膜厚分布の傾向を示す残膜傾向情報あるいは前記残膜分布の傾向と相関のある情報と、に基づいて、前記基板のショット領域の各々に供給される前記インプリント材の供給量分布を作成する作成手段と、を有し、

前記作成手段は、前記複数のショット領域のうち、パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向側に隣接する第1ショット領域への前記インプリント材の供給量分布が、前記パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向とは反対側に隣接する第2ショット領域への前記インプリント材の供給量分布とは異なるように、前記供給量分布を作成し、

前記供給手段は、前記作成手段が作成した供給量分布に基づいて、前記インプリント材を前記基板上に供給することを特徴とするインプリント装置。

10

20

【請求項 2】

前記作成手段は、

前記第 1 ショット領域に対し、領域内において前記移動方向側の供給量密度が、前記移動方向側とは反対側の供給量密度よりも大きくなるように第 1 供給量分布を作成し、

前記第 2 ショット領域に対し、領域内において前記移動方向とは反対側の供給量密度が、前記移動方向側の供給量密度よりも大きくなるように第 2 供給量分布を作成し、

前記供給手段は、前記第 1 供給量分布に基づいて前記第 1 ショット領域に対して前記インプリント材を供給し、前記第 2 供給量分布に基づいて前記第 2 ショット領域に対して前記インプリント材を供給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】

基板の複数のショット領域の押印順序に応じて、型のパターンを、前記基板の複数のショット領域の各々の上のインプリント材に接触させることで、前記基板の複数のショット領域にパターンを形成するときの前記インプリント材の供給量分布を作成する方法であって、

前記基板上にインプリント材を供給する位置から、前記型を前記インプリント材に接触させる位置に向かうときの前記基板の移動方向と、前記複数のショット領域の位置関係と押印順序に関する情報と、前記押印順序の違いによって生じる前記インプリント材のパターンの残膜の膜厚分布の傾向を示す残膜傾向情報あるいは前記残膜分布の傾向と関連のある情報とを取得するステップと、

前記ステップで取得した情報に基づいて、前記インプリント材の供給量分布を作成するステップと、を有し、

前記作成するステップにおいて、前記複数のショット領域のうち、パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向側に隣接する第 1 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布が、前記パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向とは反対側に隣接する第 2 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布とは異なるように、前記供給量分布を作成することを特徴とする供給量分布の作成方法。

【請求項 4】

基板の複数のショット領域の押印順序に応じて、型のパターンを、前記基板の複数のショット領域の各々の上のインプリント材に接触させることで、前記基板の複数のショット領域にパターンを形成するインプリント方法であって、

前記基板上にインプリント材を供給する位置から、前記型を前記インプリント材に接触させる位置に向かうときの前記基板の移動方向と、前記複数のショット領域の位置関係と押印順序に関する情報と、前記押印順序の違いによって生じる前記インプリント材のパターンの残膜の膜厚分布の傾向を示す残膜傾向情報あるいは前記残膜分布の傾向と関連のある情報と、に基づいて、前記基板のショット領域の各々に供給される前記インプリント材の供給量分布を決定するステップと、

前記決定された供給量分布に基づいて、インプリント材を前記基板上に供給するステップを含み、

前記決定するステップにおいて、前記複数のショット領域のうち、パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向側に隣接する第 1 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布が、前記パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向とは反対側に隣接する第 2 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布とは異なるように、前記供給量分布を決定することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の作成方法により得られた、インプリント材の供給量分布を用いて、基板上にパターンを形成するステップと、

前記パターンの形成された基板に対してエッチング処理及びイオン注入処理のいずれか一方の処理を施すステップと、を有する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】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、インプリント装置、供給量分布の作成方法、インプリント方法、及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

半導体デバイス等の製造のために基板上に微細なパターンを形成する方法として、インプリント法が知られている。インプリント法は、凹凸パターンを有する原版を用いてインプリント材を成形し、基板上にインプリント材（例えば、硬化性樹脂）のパターンを形成する方法である。しかし、このパターンの凹部に残る残膜の膜厚分布（残膜の膜厚のばらつき）が大きな状態のまま加工工程を進めてしまうと、所望の性能を有する物品が得られなくなる恐れがある。

10

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 は、残膜の膜厚分布を小さくする方法を開示している。インプリント材のパターンの複数の領域に関する残膜を計測して得た残膜の膜厚分布に基づいて、基板に対するインプリント材の供給量分布を作成し直している。一例として、膜厚が薄くなる領域にインプリント材を多く塗布するように供給量分布を作成する方法が挙げられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 2 2 8 5 9 3 号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本願発明者は、残膜の膜厚分布に、成形前のインプリント材が供給された基板が水平面に沿って移動することによって変化するインプリント材の状態が影響する点に気付いたが、この点について特許文献 1 には記載がない。

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の側面は、残膜の膜厚分布を低減できるインプリント材の供給量分布を作成することができるインプリント装置、供給量分布の作成方法、及びインプリント方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は、基板の複数のショット領域の押印順序に応じて、型のパターンを、前記基板の複数のショット領域の各々の上のインプリント材に接触させることで、前記基板の複数のショット領域にパターンを形成するインプリント装置であって、前記基板上にインプリント材を供給する供給手段と、前記基板を載せて移動する移動手段と、前記移動手段が、前記供給手段が前記基板上にインプリント材を供給する位置から、前記型を前記インプリント材に接触させる位置に向かうときの移動方向と、前記複数のショット領域の位置関係と押印順序に関する情報と、前記押印順序の違いによって生じる前記インプリント材のパターンの残膜の膜厚分布の傾向を示す残膜傾向情報あるいは前記残膜分布の傾向と相関のある情報と、に基づいて、前記基板のショット領域の各々に供給される前記インプリント材の供給量分布を作成する作成手段と、を有し、前記作成手段は、前記複数のショット領域のうち、パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向側に隣接する第 1 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布が、前記パターンがすでに形成されているショット領域の前記移動方向とは反対側に隣接する第 2 ショット領域への前記インプリント材の供給量分布とは異なるように、前記供給量分布を作成し、前記供給手段は、前記作成手段が作成した供給量分布に基づいて、前記インプリント材を前記基板上に供給することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

50

本発明のインプリント装置、供給量分布の作成方法、及びインプリント方法は、残膜の膜厚分布を低減する、インプリント材の供給量分布を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態のインプリント装置を示す図。

【図2】ディスペンサを示す図。

【図3】押印順序を示す図。

【図4】ステージの制御偏差について説明する図。

【図5】ステージの移動方向と傾きの関係を示す図。

【図6】押印後の残膜を示す図。

10

【図7】液滴パターンの作成方法を示すフローチャート。

【図8】液滴パターンの作成例を示す図。

【図9】インプリント処理を示すフローチャート。

【図10】インプリント処理の様子を示す図。

【図11】押印順序と残膜の膜厚との関係を示す図。

【図12】パターンの形成状況を示す図。

【図13】第3実施形態の液滴パターンを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[第1実施形態]

20

(装置構成)

図1は、本発明の第1実施形態に係るインプリント装置1を示す図である。図1において、ステージ9はウエハ3等の基板を載せ、水平面に沿って移動する。水平面とは、重力方向に垂直な平面である。水平面に沿って移動するとは、ステージ9を駆動させる際の制御誤差の程度で水平面に対して傾いて移動する状態も含むものとする。本実施形態では、インプリント材の状態に関する情報とは、基板ステージ9の移動方向から予測される、インプリント材のパターンの残膜2b(図6に図示)の膜厚分布の傾向(以下、残膜傾向情報という)のことをいう。当該残膜傾向情報については後で詳述する。

【0011】

インプリント装置1は、原版7(型)と紫外光4とによって紫外線硬化樹脂(インプリント材)2を成形し、当該樹脂2の凹凸パターンを形成する。光源5は、ハロゲンランプやLED等であり、基板3に向けて紫外光4を照射する。光源5は、原版ステージ6の鉛直上方(+Z方向側)に配置されており、原版7を介して基板3上の樹脂2に紫外光4を照射する。

30

【0012】

基板3と対向する側(-Z方向側)に原版7が配置された原版ステージ6は、原版7を保持しながら当該原版7の位置決めをする。原版7には中央部8に凹凸パターンが形成されている。本実施形態では、1つのショット領域20(図3に図示)分の凹凸パターンが形成されている原版7を用いた場合について説明するが、複数のショット領域20の分の凹凸パターンが形成された原版7を用いてもよい。

40

【0013】

樹脂2が塗布された(供給された)基板3を載せて移動する基板ステージ(移動手段)9は、当該基板3を、水平面に沿う方向を含む3軸方向に位置決めできる。

【0014】

原版ステージ6は、原版7を粗く位置合わせする粗動ステージ10と、粗動ステージ10よりも小さな移動量で精密位置合わせをする微動ステージ11と、原版7を保持する保持部12と、が上から順に積み重なった構造を有している。粗動ステージ10と微動ステージ11により原版7を6軸方向に位置決めできる。

【0015】

粗動ステージ10は中央部に開口10a及び微動ステージ11は中央部に開口11aを

50

有しており、原版 7 は、紫外光 4 を透過する材料（例えば、石英等）で構成されている。これにより、光源 5 からの紫外光 4 は原版 7 を透過して基板 3 上の樹脂 2 に到達する。なお、微動ステージ 1 1 と保持部 1 2 との間に、紫外光 4 を透過する板部材（不図示）が挿入されている。

【 0 0 1 6 】

保持部 1 2 は真空吸引力あるいは静電気力によって原版 7 を保持できる。保持部 1 2 は凹凸パターンの周囲だけを保持するように中央に開口を有している。当該開口が原版 7 と前述の板部材とに挟まれることによって、空間 1 3 を成している。

【 0 0 1 7 】

圧力調整部 1 4 は空間 1 3 と接続されている。圧力調整部 1 4 は、真空ポンプ（不図示）を含み、空間 1 3 内の圧力を調整する。基板 3 上にパターンを形成する際に、原版 7 の形状が鉛直下方に凸形状となるように原版 7 の形状を変化させることができる。

10

【 0 0 1 8 】

以下の説明において、基板 3 に塗布された樹脂 2 と原版 7 とを接触させて、原版 7 の凹凸パターンに樹脂 2 を充填させる（以下、押印する、という）ための Z 軸方向への移動は、原版ステージ 6 が行うものとする。しかし、押印動作が実行できるのであれば、原版ステージ 6 と基板ステージ 9 の少なくとも一方が Z 軸方向への移動を行えばよい。

【 0 0 1 9 】

ディスペンサ（供給手段）1 5 は、未硬化の樹脂 2 を保管するタンク 1 6 から供給を受けながら、基板 3 上の所定の位置に樹脂 2 を塗布する。図 2 はディスペンサ 1 5 を鉛直下方から見た図である。樹脂 2 を吐出する複数の吐出口 1 5 A が一列に並んでいる。

20

【 0 0 2 0 】

1 つの吐出口 1 5 A は、樹脂を所定量（以下、1 滴という）ずつ基板 3 に向けて吐出する。1 滴あたりの吐出量はサブピコリットル～数ピコリットルである。ディスペンサ 1 5 は数マイクロメートル～数十マイクロメートル間隔で基板 3 上に樹脂 2 を塗布する。ディスペンサ 1 5 は、ディスペンサ 1 5 の下方を基板 3 が移動（走査）する間に、1 つのショット領域 2 0 に対する 1 回の押印動作で必要となる量の樹脂 2 を吐出する。これにより、1 つのショット領域 2 0 に対して未硬化の樹脂 2（以下、樹脂という）を供給することができる。

【 0 0 2 1 】

30

ディスペンサ 1 5 は、後述の作成部（作成手段）1 8 が作成した樹脂の液滴パターン（供給量分布、塗布マップ、あるいはドロップレシピともいう）に従って樹脂 2 を塗布をする。液滴パターンは、1 度の押印動作に必要な樹脂 2 の塗布位置と塗布量を示すデータである。

【 0 0 2 2 】

図 1 の説明に戻る。制御部 1 7 は、CPU、RAM、HDD 等を含み、インプリント装置 1 による樹脂 2 に凹凸パターンを形成するまでの一連の動作（以下インプリント処理という）を統括的に制御する。例えば、原版ステージ 6 の目標位置、基板ステージ 9 の目標位置を指示する。所定のタイミングで光源 5 に、基板 3 に向けて紫外光 4 を照射させる。樹脂 2 の液滴パターンが格納されている格納部 1 9 から必要な液滴パターンを読み出し、当該液滴パターンをディスペンサ 1 5 に送信する。押印動作時に圧力調整部 1 4 に目標の圧力を指示する。

40

【 0 0 2 3 】

格納部 1 9 は、原版 7 の凹凸パターンと、原版 7 に対応する原版情報と、後述の作成部 1 8 が作成した液滴パターンとを有している。さらに、ディスペンサ情報と、押印雰囲気の情報と、基板ステージ 9 の移動方向情報と、基板 3 上の複数のショット領域 2 0 に対する押印順序情報（形成順序に関する情報）（図 3 参照）等を有している。

【 0 0 2 4 】

ここで、原版情報とは、原版 7 の凹凸パターンの線幅、密度、及び欠陥の情報、原版 7 の押印回数履歴、原版 7 の洗浄回数履歴等の情報である。ディスペンサ情報とは、ディス

50

ペンサ 15 に含まれる吐出口 15 A の数、1 つの吐出口 15 A あたりの樹脂 2 の平均吐出量、各吐出口 15 A の実際の吐出量、各吐出口 15 A による実際の樹脂 2 の吐出位置等の情報である。押印雰囲気の情報とは、押印動作位置周囲の温度、気流、酸素濃度、樹脂 2 の種類、樹脂 2 の揮発のしやすさ等の情報である。

【 0 0 2 5 】

基板ステージ 9 の移動方向情報とは、樹脂 2 の塗布された基板 3 が、ディスペンサ 15 の下方位置から押印動作が行われる原版 7 との対向位置（以下、押印位置という）に向かう方向である。さらに、第 1 実施形態にかかる格納部 19 は、移動方向情報と関連のある残膜傾向情報を有している。

【 0 0 2 6 】

格納部 19 は、液滴パターンの作成に用いる、図 7 のフローチャートに示すプログラムを有している。基板 3 上の全てのショット領域 20 に対してインプリント処理を行うための、図 9 のフローチャートに示すプログラムを有している。

【 0 0 2 7 】

液滴パターンを作成する作成部 18 は、CPU を含む。作成部 18 が図 7 のフローチャートに示すプログラムを実行することによって、液滴パターンを作成する。このとき、作成部 18 は、原版情報、ディスペンサ情報、及び残膜傾向情報に基づいて液滴パターンを作成する。

【 0 0 2 8 】

次に、基板ステージ 9 の移動について図 3 ~ 6 を用いて説明する。図 3 は、押印順序を示す図である。インプリント装置 1 は、被パターン形成領域である複数のショット領域（領域）20 に対して順次パターンを形成していく。ショット領域 20 内の括弧内の数字は、押印順序を示している。すなわち、図 3（A）の場合は、1 行目のショット領域 20 に対して + X 方向に順にパターンを形成したあとは、2 行目のショット領域 20 に対しても + X 方向に順にパターンを形成する。

【 0 0 2 9 】

図 3（B）の場合は、1 行目のショット領域 20 に対して + X 方向に順にパターンを形成したあとは、2 行目のショット領域 20 に対して - X 方向に順にパターンを形成する。基板ステージ 9 は、1 回の押印動作を終えて、1 つのショット領域 20 にパターンを形成するごとに、ディスペンサ 15 と、押印位置との間を往復移動する。

【 0 0 3 0 】

次に、基板ステージ 9 の移動方向と、残膜傾向情報との関係について説明する。基板ステージ 9 は、その制御指令（時間に対する目標位置を示す指令）に対して応答遅れを伴って位置決めされるものである。図 4 は、横軸は時間、実線のグラフに対応する縦軸は基板ステージ 9 の位置、点線のグラフに対応する縦軸はステージ偏差（制御指令に対する基板ステージ 9 の位置のずれ）を示している。例えば、時刻 t_1 で移動し、時刻 t_2 で停止するように指示を受けた基板ステージ 9 は、時刻 t_2 でも整定せず、時刻 t_3 でステージ偏差が許容範囲に収束する様子を示している。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、基板ステージ 9 の移動方向と傾きを示す図である。図 5（A）、（D）は時刻 $t_1 \sim t_2$ の基板ステージ 9 の様子、図 5（B）、（E）は時刻 $t_2 \sim t_3$ の基板ステージ 9 の様子、図 5（C）（F）は時刻 t_3 以降の様子を示している。図 5（B）（E）に示すように、+ X 方向に移動する基板ステージ 9 は + X 方向側が反対側に比べて下がるように、- X 方向に移動する基板ステージ 9 は - X 方向側が反対側に比べて下がるように、微小に傾く傾向がある。

【 0 0 3 2 】

本実施形態では、制御部 17 は、スルーブットを優先させて時刻 $t_2 \sim t_3$ に押印動作を行うように原版ステージ 6 を制御する。この場合、作成部 18 が後述の方法を用いて液滴パターンを作成しない場合は、基板 3 が移動方向側に傾いた状態で樹脂 2 と原版 7 が接触して（図 6（A）（B））、パターン形成後の樹脂（以下、樹脂パターンという）2 a

10

20

30

40

50

の下部には、厚み偏差の大きな残膜 2 b が形成されてしまう（図 6（C）（D））。残膜 2 b とは、押印により形成された樹脂パターン 2 a の下部（凹部）に残る層状部分のことを意味する。

【0033】

第 1 実施形態で使用する基板ステージ 9 の移動方向情報は、基板ステージ 9 が、ディスペンサ 15 の下方位置から押印動作が行われる位置に向かう方向である。すなわちインプリント装置 1 の場合は、+ X 方向である。第 1 実施形態の残膜傾向情報は、ショット領域 20 内の移動方向側（+ X 方向側）の残膜 2 b が、当該移動方向側とは反対側（- X 方向側）の残膜 2 b よりも厚くなる、という情報である（図 5、図 6 参照）。

【0034】

（液滴パターンの作成方法）

残膜 2 b の膜厚のばらつき、すなわち膜厚分布を低減するための、第 1 実施形態に係る液滴パターンの作成工程 100 について図 7 を用いて説明する。基板ステージ 9 の移動方向に応じて生じるパターンの残膜 2 b の膜厚分布を低減できる液滴配置パターンを作成する方法である。

【0035】

図 7 は液滴パターンの作成方法を示すフローチャートである。作成部 18 は、液滴パターンの作成に必要な情報、すなわち、原版情報、ディスペンサ情報、押印雰囲気の情報等を取得する（S101）。S101 で取得した情報に基づいて、作成部 18 は、1 つのショット領域 20 内の小領域ごとに必要となる樹脂量の目安を示す、樹脂量分布を作成する（S102）。

【0036】

作成部は、ディスペンサ 15 の液滴サイズ情報を用いて、1 回の押印あたりに必要な樹脂 2 の液滴数を算出する（S103）。液滴数を適当に配分し、予備液滴パターンを求める（S108）。予備液滴パターンの一例を図 8（A）に示す。表示領域は、1 つのショット領域 20 に対応する領域である。白地の矩形領域 21 は樹脂 2 を塗布しない領域を示し、黒地の矩形領域 22 は樹脂 2 を塗布する領域を示している。

【0037】

図 7 の説明に戻る。次に、作成部 18 は、基板ステージ 9 の移動方向情報と、当該移動方向情報に対応する残膜傾向情報とを格納部 19 から取得する（S105）。S105 で取得した残膜傾向情報と予備液滴パターンを用いて、ディスペンサ 15 に設定するための液滴パターンを作成する（S107）。S107 で作成する液滴パターンは、予備液滴パターンが示す樹脂 2 の総液滴数は変えず、その塗布位置の分布を変更したものである。

【0038】

作成部 18 が図 8（B）に示すような液滴パターンを作成する。残膜 2 b が厚くなりやすい移動方向側（移動先に近い側）に塗布する樹脂 2 の密度（供給量密度）が、残膜 2 b が薄くなりやすい移動方向側とは反対側（移動先から遠い側）に塗布する樹脂 2 の密度よりも小さくなるように樹脂 2 を塗布する液滴パターンである。S107 で作成された液滴パターンに基づいて樹脂 2 を塗布することで、形成されるパターンの残膜 2 b の膜厚分布を低減することができる。

【0039】

仮に、ディスペンサ 15 が原版 7 に対して + X 方向側にあり、樹脂 2 の塗布された基板 3 が - X 方向に移動しながら押印位置に到達する場合は、別の液滴パターンを作成する。図 8（C）は、移動方向が - X 方向の場合の液滴パターンを示す図である。移動方向が - X 方向の場合も、残膜 2 b が厚くなりやすい移動方向側に塗布する樹脂 2 の密度が、残膜 2 b が薄くなりやすい移動方向側とは反対側に塗布する樹脂 2 の密度よりも小さくなるように樹脂を塗布できる液滴パターンを作成する。

【0040】

作成部 18 は、1 種類の原版情報に対応する液滴パターンを複数作成する。原版 7 の凹凸パターンの一部領域が基板 3 からはみ出るように押印する場合があります、はみ出る部分に

10

20

30

40

50

対応する位置には樹脂 2 を吐出しないようにできる液滴パターンも作成する必要があるからである。

【 0 0 4 1 】

(インプリント処理の流れ)

次に、インプリント処理の流れについて、図 9、図 10 を用いて説明する。図 9 はインプリント処理の流れを示すフローチャートである。図 10 は、インプリント処理の様子を示す図である。制御部 17 が図 9 のフローチャートに示すプログラムを実行することでインプリント処理が行われる。

【 0 0 4 2 】

まず、作成部 18 が前述の流れで作成部 18 が液滴配置パターンを作成する (S 1 0 0)。搬送機構 (不図示) が、所望の凹凸パターンが形成された原版 7 を原版ステージ 6 に搭載させる (S 2 0 0)。

【 0 0 4 3 】

制御部 17 は、原版 7 の原版情報を取得し、当該原版 7 に対応する液滴パターンのセットを取得する (S 3 0 0)。液滴パターンのセットには、複数の液滴パターンが含まれている。制御部 17 は、パターンを形成するショット領域 20 を選択し、当該ショット領域 20 の移動方向から、対応する液滴パターンを選択してディスペンサ 15 に設定する (S 3 0 0)。

【 0 0 4 4 】

ディスペンサ 15 が、設定された液滴パターンに従って、基板 3 上に未硬化の樹脂 2 を塗布する (S 4 0 0) (図 10 (A))。ディスペンサ 15 の位置から押印位置まで基板 3 が移動したら、所定のタイミングで原版 7 を樹脂 2 に押印する (S 5 0 0) (図 10 (B))。所定のタイミングとは、ステージ偏差が許容範囲に達する前のタイミング (時刻 $t_2 \sim t_3$) である。

【 0 0 4 5 】

原版 7 の凹部に樹脂 2 が充填された後 (図 10 (C)) に、光源 5 が紫外光 4 を所定時間照射して、未硬化状態の樹脂 2 を硬化させる (S 6 0 0) (図 10 (D))。原版ステージ 6 が、原版 7 を離型する (S 7 0 0) (図 10 (E))。このようにして、基板 3 上に樹脂 2 パターン 2 a が形成される。

【 0 0 4 6 】

作成部 18 が作成した液滴パターンは、残膜傾向情報に基づいて作成されたものである。ディスペンサ 15 が、残膜 2 b の膜厚分布を低減するように作成された液滴パターンを用いて樹脂 2 を塗布することによって、樹脂パターン 2 a の残膜 2 b の膜厚はほぼ均一となる。制御部 17 は、基板 3 上の全ショット領域 20 にパターンを形成し終えたかどうかを判断する (S 8 0 0)。パターンを形成した (Yes) 場合は、制御部 17 は基板 3 を搬出させる (S 1 0 0 0)。

【 0 0 4 7 】

まだパターンの形成されていないショット領域 20 がある場合は (No)、次のショット領域 20 を選択し、そのショット領域 20 を押印する際に液滴パターンの変更が必要かどうかを判断する (S 9 0 0)。

【 0 0 4 8 】

変更が必要な場合とは、例えば、次に押印するショット領域 20 の移動方向が先に押印したショット領域 20 の移動方向とは異なる場合、あるいは、原版 7 の凹凸パターンの一部領域が基板 3 からはみ出るように押印する場合である。液滴パターンの変更が必要な場合は、再び適切な液滴パターンを選択し (S 3 0 0)、S 4 0 0 ~ S 9 0 0 を繰り返す。変更が不要な場合は、同じ液滴パターンに基づいて S 4 0 0 ~ S 9 0 0 を繰り返す。後続の基板 3、後続する別のロットの基板 3 に対しても、制御部 17 により選択された適切な液滴パターンを用いてパターンを形成する。

【 0 0 4 9 】

所定のショット領域 20 ごと、または 1 枚の基板 3 を処理するごとに、インプリント装

10

20

30

40

50

置 1 の内部あるいは外部において、パターンの欠陥情報検査や異常検知情報を取得し、液滴パターンを選択しなおしてもよい。あるいは新たな液滴パターンを作成してもよい。欠陥情報とは、検査装置（不図示）で得られた樹脂 2 パターンの転写精度の測定結果である。異常検知情報とは、ディスペンサ 15 による液滴配置精度の異常、型の押印力または離型力の異常、押印時の不純物噛み、原版 7 の規定の使用回数を超え等の情報である。

【 0 0 5 0 】

以上のように、第 1 実施形態では、作成部 18 が、基板ステージ 9 の水平方向の移動方向情報、および当該移動方向情報と相関のある残膜傾向情報に基づいて液滴パターンを作成する。そして、作成部 18 が作成した液滴パターンにしたがってディスペンサ 15 が樹脂 2 を塗布する。スループットを優先して基板 3 が整定状態になる前に押印する場合であ

10

。

【 0 0 5 1 】

また、残膜傾向情報を予め格納部 19 に記憶させていることにより、ステージ 9 が新しい移動方向に移動しながら押印位置に到着する場合であっても、作成部 18 は残膜の膜厚計測を介さずに残膜偏差を低減できる液滴パターンを作成することができる。これにより、少なくとも、最初のインプリント処理後の 1 回分の残膜 2 b の計測時間を短縮することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、基板ステージ 9 の移動方向情報は、樹脂 2 の塗布された基板 3 が、ディスペンサ 15 の下方位置を離れて最短距離で押印位置に向かわない場合は、移動の最後に、ある位置から押印位置に向かう移動方向であってもよい。

20

【 0 0 5 3 】

[第 2 実施形態]

基板ステージ 9 の速度大きさの大小によって、押印位置における基板ステージ 9 の傾きが異なる。第 2 実施形態では、作成部 18 は、基板ステージ 9 の移動方向と、当該移動方向とから予測される残膜傾向情報と、基板ステージ 9 が水平面に沿って移動するときの速さに関する情報ともに基づいて、供給量密度の偏差が異なる液滴パターンを作成する。

【 0 0 5 4 】

基板ステージ 9 の速さに関する情報とは、速度の大きさあるいは加速度等の大きさを示す情報である。基板ステージ 9 の速さに関する情報にも基づいて作成された液滴パターン作成すれば、押印位置における基板ステージ 9 の傾きが速さに関する情報に応じて変化する場合にも、残膜 2 b が同程度の膜厚分布となるようにすることができる。

30

【 0 0 5 5 】

作成部 18 は、第 1 実施形態で示した図 7 の S 1 0 5 において速さに関する情報も取得し、これに基づいて液滴パターンを作成する。例えば、基板ステージ 9 が速く移動する場合の液滴パターンは、当該場合よりも遅く移動する場合の液滴パターンに比べて、供給量の密な領域と疎な領域との密度差が大きな（供給量密度の差が大きな）液滴パターンとなる。

40

【 0 0 5 6 】

[第 3 実施形態]

第 3 実施形態では、インプリント材の状態に関する情報とは、残膜傾向情報である。あるいは、残膜傾向情報と相関のある、基板ステージ 9 の移動中の樹脂 2 の状態でもよい。例えば、基板 3 に塗布された各液滴の体積が揮発によりどのように変化するかを示す傾向である。

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、パターンの形成順序に関する情報は、押印順序である。図 3 (A) (B) に示すように、それぞれのショット領域 20 に対して何番目にパターンが形成されるのか、という情報である。

50

【 0 0 5 8 】

第3実施形態に係るインプリント装置1は、作成部18は、押印順序と、残膜傾向情報に基づいて液滴パターンを作成する。ディスペンサ15と対向する位置から押印位置に向かう方向が一定であっても、インプリント装置内の気流の影響や、基板ステージ9の移動に伴う気流の影響等を受けて、その押印順序によって残膜傾向が一定とはならない場合に有利な実施形態である。

【 0 0 5 9 】

図11は、図3(B)に示すような押印順序で樹脂パターン2aを形成する場合の、押印順序と残膜傾向情報の関係を示す図である。複数のショット領域20のそれぞれに描かれている円の大きさは、残膜2bの膜厚の厚さに対応している。すなわち、円の大きな領域ほど、残膜2bの膜厚が厚くなる領域を示している。

10

【 0 0 6 0 】

図12(A)(B)は押印順序と、パターンの形成状況との関係を示す図である。ショット領域23(第1領域)は、パターンが形成されておらず、かつ樹脂2の塗布されたショット領域、ショット領域(第2領域)24は樹脂パターン2aが形成されたショット領域である。ショット領域23上の樹脂2は、基板ステージ9の移動によって、液滴の状態が揮発により変化した様子を示している。

【 0 0 6 1 】

図11の1行目では、基板ステージ9の移動方向側(+X方向側)に順にパターンが形成されていく。すなわち、図12(A)に示すように、ショット領域23がショット領域24に対して、基板ステージ9の移動方向側にある状態で、基板ステージ9は移動する。この場合は、残膜傾向情報は、基板ステージ9の移動方向側における残膜2bの膜厚が、当該移動方向側とは反対側の膜厚よりも厚くなりやすいという情報になる。

20

【 0 0 6 2 】

図11の2行目は、移動方向とは逆方向(-X方向)に順にパターンが形成されていく。すなわち、図12(B)に示すように、ショット領域24がショット領域23に対して、基板ステージ9の移動方向側にある状態で、基板ステージ9は移動する。この場合は、残膜傾向情報は、基板ステージ9の移動方向側における残膜2bの膜厚が、当該移動方向側とは反対側の膜厚よりも薄くなりやすいという情報になる。

【 0 0 6 3 】

次に、第3実施形態にかかるインプリント装置1について説明する。第3実施形態にかかる格納部19は、押印順序と、押印順序と相関のある残膜傾向情報とを有している。本実施形態における残膜傾向情報は、押印順序や基板ステージ9の移動方向から予測される、残膜2bの膜厚分布の傾向である。基板ステージ9が許容範囲まで整定した状態において押印動作を行うもの実施形態とする。作成部18による液滴パターンの作成方法以外は、第1実施形態と同様のインプリント処理を行うため説明を省略する。

30

【 0 0 6 4 】

作成部18は、押印順序(移動手段の移動によって変化するインプリント材の状態と相関のある情報)と、押印順序と相関のある残膜傾向情報に基づいて液滴パターンを作成する。

40

【 0 0 6 5 】

図11の1行目のように基板ステージ9の移動方向側に順にパターンを形成していく場合について説明する。作成部18は、残膜2bが厚くなりやすい移動方向側に塗布する樹脂2の密度が、残膜2bが薄くなりやすい移動方向側とは反対側に塗布する樹脂2の密度よりも小さくなるようにショット領域23内に樹脂を塗布できる液滴パターン(図8(B)参照)を作成する。すなわち、ショット領域23がショット領域24に対して基板ステージ9が移動する移動方向側とは反対側にある状態において、移動方向側に塗布される樹脂2の密度が、当該移動方向側とは反対側に塗布される樹脂2の密度よりも小さくなるような液滴パターン(第2供給量分布)を作成する。

【 0 0 6 6 】

50

図11の2行目のように基板ステージ9の移動方向側と反対方向に順にパターンを形成していく場合について説明する。作成部18は、残膜2bが薄くなりやすい移動方向側に塗布する樹脂2の密度が、残膜2bが厚くなりやすい移動方向側とは反対側に塗布する樹脂2の密度よりも大きくなるようにショット領域23内に樹脂2を塗布できる液滴パターン(第1供給量分布)(図13)を作成する。すなわち、ショット領域23がショット領域24に対して基板ステージ9が移動する移動方向側にある状態において、移動方向側に塗布される樹脂2の密度が、当該移動方向側とは反対側に塗布される樹脂2の密度よりも大きくなるような液滴パターンを作成する。

【0067】

作成部18が押印順序と残膜傾向情報に基づいて、液滴パターンを作成することにより、押印順序に起因して残膜傾向状況が異なる場合にも、残膜2bの膜厚分布が低減されるような液滴パターンを作成できる。

【0068】

なお、パターンの形成順序に関する情報は、ショット領域23とショット領域24との位置関係を把握できるような情報であればよい。そのため、押印順序以外の情報でもよい。

【0069】

たとえば、n回目にパターンを形成したショット領域20と、n+1回目にパターンを形成しようとするショット領域20の位置を比較し、n回目にパターンを形成したショット領域20からn+1回目にパターンを形成したショット領域20に向かう方向が、基板ステージ9の移動方向と同じか否か、という情報(連続して形成されるパターンの位置関係)でもよい。基板ステージ9の移動方向側に、ショット領域24が存在するか否か、という情報(第1領域の移動方向側における第2領域の有無情報)でもよい。さらに、XY平面内にどの位置にショット領域24が配置されているかという情報(第2領域の位置情報)でもよい。

【0070】

作成部18は、さらに、押印位置周囲の空気を不活性ガスを供給する部材(不図示)の配置に基づいて、液滴パターンを作成してもよい。さらに、押印位置に到達するまでの基板ステージ9の移動距離及び移動方向に基づいて液滴パターンを作成してもよい。第2実施形態と同様に、基板ステージ9の速さに関する情報にも基づいて液滴パターンを作成してもよい。押印順序は図3に示したものに限られない。ランダムな押印順序、千鳥格子模様となる押印順序などでもよい。

【0071】

[その他の実施形態]

以下、本発明にかかるその他の実施形態について説明する。

【0072】

インプリント装置1が、ディスペンサ15を複数備えていてもよい。ディスペンサ15が複数ある場合は、押印対象となるショット領域20に対して樹脂2を塗布したディスペンサ15と対向する位置から、押印位置へ向かう方向が基板ステージ9の移動方向となる。作成部18が、それぞれの移動に関する情報から得られる樹脂の残膜傾向情報に基づいて適切な液滴パターンを作成する。

【0073】

基板3におけるショット領域23の位置に応じて使用するディスペンサ15が異なり、残膜傾向情報の種類が増える場合であっても、ショット領域20内の残膜2bの膜厚分布、及びショット領域20間の残膜2bの膜厚分布を低減することができる。

【0074】

移動方向は、押印対象となるショット領域20の基板上での位置、ディスペンサ15の位置、押印位置によって定まるものである。作成部18がこれらの情報に基づいて求めたものでもよいし、制御部17が求めた上で格納部19に格納したものをを用いてもよい。

【0075】

10

20

30

40

50

作成部 18 はインプリント装置 1 の外部にあってもよい。作成部 18 が作成した液滴パターンのデータが、記憶情報媒体や有線または無線通信によりメモリ 23 に供給されてもよい。制御部 17、格納部 19、作成部 18 は、前述のそれぞれの機能を有しているのであれば、一つの制御基板上に設けられていても、別個の制御基板上に設けられていてもよい。

【0076】

残膜 2b の膜厚分布を低減するために、第 1 ~ 第 3 の実施形態に示した液滴パターンの作成方法と、原版 7 の傾きを調整する方法と組み合わせてもよい。この場合は、原版 7 の傾き度合いを変更した際に、作成部 18 が液滴パターンにおける樹脂 2 の塗布密度の偏差を変更する。

10

【0077】

第 1 ~ 第 3 の実施形態では、紫外光 4 を照射することで光硬化性の樹脂 2 を硬化させる光インプリント法を説明したが、これに限るものではない。インプリント材として、光を含む各種電磁放射線により硬化する樹脂を用いたインプリント法であっても、加熱により硬化する樹脂を用いた熱インプリント法であってもよい

[物品の製造方法]

本発明の実施形態にかかる物品（半導体集積回路素子、液晶表示素子、撮像素子、磁気ヘッド、CD-RW、光学素子、フォトマスク等）の製造方法は、インプリント装置 1 を用いて基板（単結晶シリコンウエハ、SOI (Silicon on Insulator)、ガラス板等）3 上にパターンを形成する工程と、当該パターンが形成された基板 3 に対してエッチング処理及びイオン注入処理の少なくともいずれか一方の処理を施す工程とを含む。さらに、他の周知の処理工程（酸化、成膜、蒸着、平坦化、レジスト剥離、ダイスイング、ボンディング、パッケージング等）を含んでもよい。

20

【0078】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

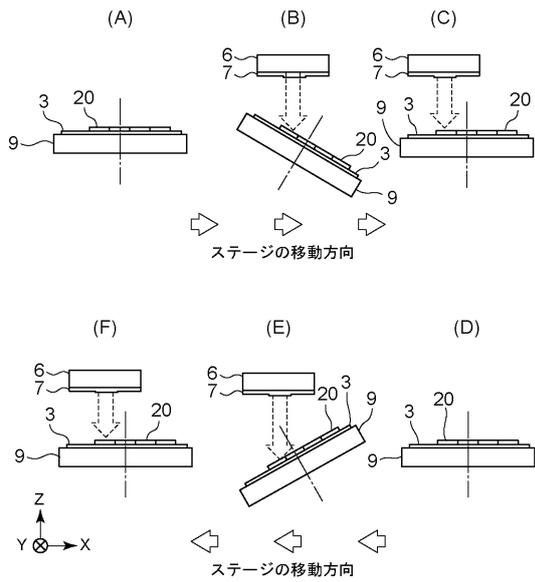
【符号の説明】

【0079】

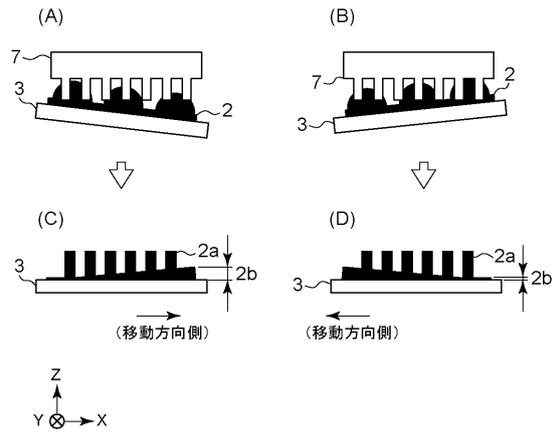
- 1 インプリント装置
- 2 樹脂（インプリント材）
- 3 基板
- 8 原版（型）
- 9 基板ステージ（移動手段）
- 15 ディスペンサ（供給手段）
- 18 作成部（作成手段）
- 20 ショット領域（領域）
- 23 ショット領域（第 2 領域）
- 24 ショット領域（第 1 領域）

30

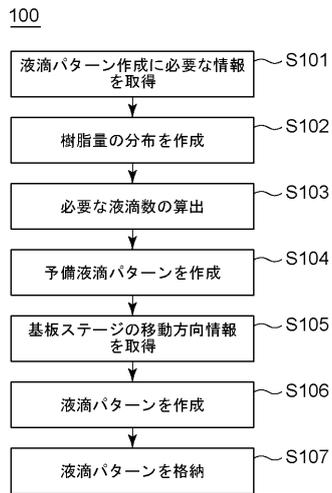
【図5】



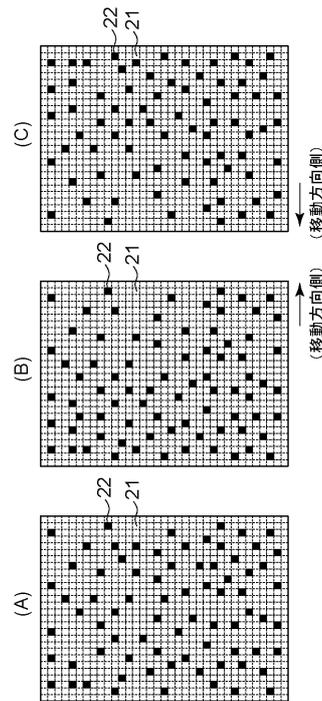
【図6】



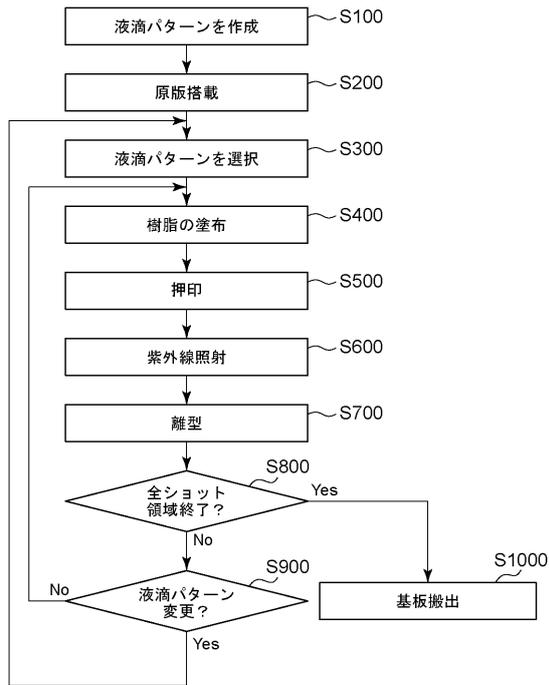
【図7】



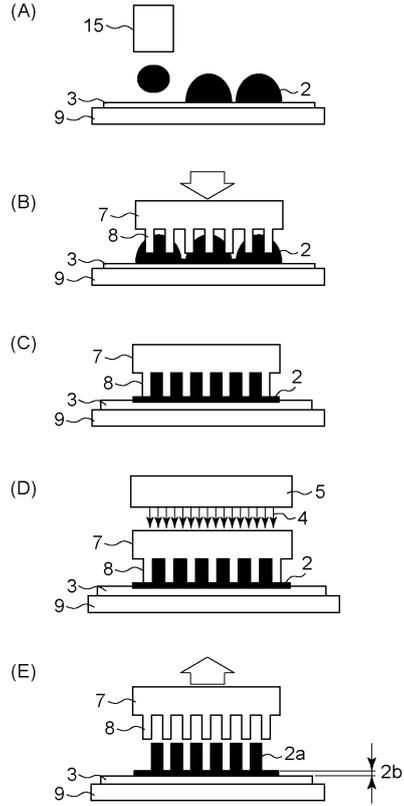
【図8】



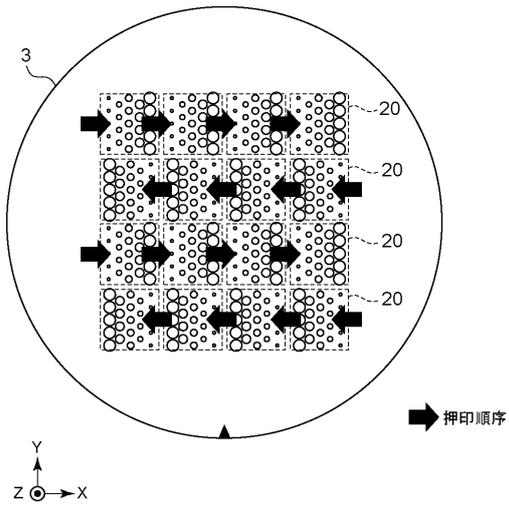
【図9】



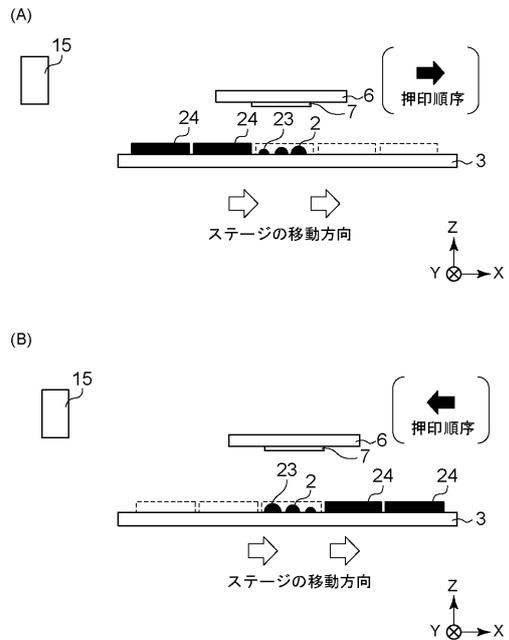
【図10】



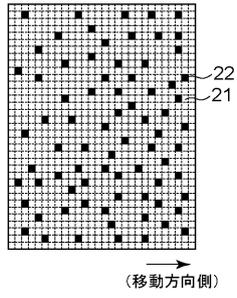
【図11】



【図12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤本 正敬
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 山口 裕充
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

- (56)参考文献 特開2012-004354(JP,A)
特開2010-283207(JP,A)
特開2010-274635(JP,A)
特開2009-088376(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0228593(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027、21/30
B29C 59/00 - 59/06