

(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2014-110384

(P2014-110384A)

(43) 公開日 平成26年6月12日(2014.6.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 502D	3C081
B29C 59/02 (2006.01)	H01L 21/30 521	4F209
B81C 1/00 (2006.01)	B29C 59/02 Z	5F146
	B81C 1/00	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-265319 (P2012-265319)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成24年12月4日 (2012.12.4)		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	見留 範行
			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
		Fターム(参考)	3C081 AA01 CA02 CA37
			4F209 AA44 AF01 AG05 AH33 AJ06
			AM32 AR07 AR12 PA02 PB01
			PC01 PC05 PN09 PN13 PQ11
			5F146 AA31 EA03 EB02 EB03 EB06
			ED03 FA17

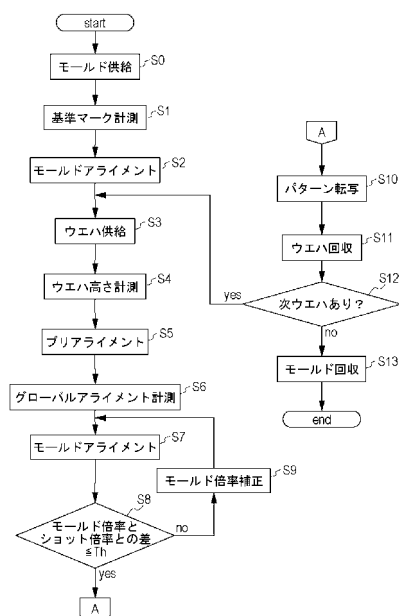
(54) 【発明の名称】 インプリント装置、インプリント方法およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 所望のモールドの倍率に補正することができるインプリント装置を提供する。

【解決手段】 本発明のインプリント装置は、基板の複数のショットに形成されたマークを検出し、配列座標値に基づいて、原版と基板の各ショットとを位置合わせして、パターンを転写するインプリント装置であって、パターンの大きさを調整する調整機構と、原版および基板とは異なる位置に形成されている複数の第1マークと、複数の第1マークと原版に形成された複数の第2マークとを検出するスコープと、制御部と、を備え、制御部は、ショットの大きさに関する第1情報を取得し、第1マークと第2マークとをスコープに検出させ、検出結果から原版に形成されたパターンの大きさに関する第2情報を求め、第1情報と第2情報に基づいて、原版に形成されたパターンの大きさと基板上的のショットの大きさの差が小さくなるように調整機構を制御することを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板に配列された複数のショットに形成されたマークを検出し、検出結果から前記複数のショットの配列座標値を求め、求めた配列座標値に基づいて、原版と前記基板の各ショットとを位置合わせして、前記原版に形成されたパターンを基板上の複数のショットに転写するインプリント装置であって、

前記原版に形成されたパターンの大きさを調整する調整機構と、

前記原版および前記基板とは異なる位置に形成されている複数の第 1 マークと、

前記複数の第 1 マークと、前記原版に形成された複数の第 2 マークとを検出する第 1 スコープと、

制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記基板上のショット領域の大きさに関する第 1 情報を取得し、

前記複数の第 1 マークと前記複数の第 2 マークとを前記第 1 スコープに検出させ、検出結果から前記原版に形成されたパターンの大きさに関する第 2 情報を求め、

前記第 1 情報と前記第 2 情報に基づいて、前記原版に形成されたパターンの大きさと前記基板上のショット領域の大きさの差が小さくなるように前記調整機構を制御することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記基板を保持する基板ステージを備え、

前記複数の第 1 マークは、前記基板ステージに配置された基準板に形成されてい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】

前記第 1 情報は、前記基板上に形成された 2 つのショット領域の距離の設計値に対する、前記基板上に形成された 2 つのショット領域の距離の実測値の比を示す基板倍率から求めることを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれか一項に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記複数の第 2 マークを介さずに前記複数の第 1 マークを検出する第 2 スコープを備え、

前記第 2 スコープが前記複数の第 1 マークを検出することで、前記複数の第 1 マークの大きさの情報を求め、

前記基板の上に形成された第 3 マークを前記第 2 スコープで検出することで、前記配列座標値を求めることを特徴とする請求項 3 に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記複数の第 1 マークは少なくとも 2 つ形成され、前記第 2 情報は 2 つの第 1 マークの距離を示し、

前記複数の第 2 マークは前記第 1 マークに対応したマークが少なくとも 2 つ形成され、前記第 1 情報は 2 つの第 2 マークの距離を示すことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記第 1 情報は、前記原版に形成された前記パターンの大きさの設計値に対する前記基板上に形成されたショット領域の大きさの倍率を示し、

前記第 2 情報は、前記原版に形成された前記パターンの大きさの設計値に対する前記原版に形成されたパターンの大きさの倍率を示すことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記制御部は、予め前記調整機構の複数の指令値に対して実際に前記原版のパターンの大きさの変化を示す倍率変動量を計測し、計測結果をフィッティングさせ、前記フィッティングした前記計測結果を用いて任意の前記原版のパターンの大きさに対する倍率変動量を求め、該求めた倍率変動量に基づいて前記調整機構を駆動させることを特徴とする請求

10

20

30

40

50

項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記基板の複数のショットに形成されたマークを検出し、検出結果から前記基板の各ショットの配列座標値を求める際に、インプリント装置の基準位置として用いられる基準マークは前記複数の第 1 マークであることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

基板に配列された複数のショットに形成されたマークを検出し、検出結果から前記複数のショットの配列座標値を求め、求めた配列座標値に基づいて、原版と前記基板の各ショットとを位置合わせして、前記原版に形成されたパターンを基板上の複数のショットに転写するインプリント方法であって、

10

前記基板のショット領域の大きさに関する第 1 情報を取得する工程と、

前記原版および前記基板とは異なる位置に形成されている複数の第 1 マークと、前記原版に形成された複数の第 2 マークとを検出し、検出結果から前記原版のパターンの大きさに関する第 2 情報を取得する工程と、

前記第 1 情報と前記第 2 情報に基づいて、前記原版のパターンの大きさと前記基板上のショット領域の大きさの差が小さくなるように、前記原版のパターンの大きさを変化させる工程と、

を有することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 10】

20

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のインプリント装置を用いてパターンを基板に形成する工程と、

前記工程で前記パターンが形成された基板を加工する工程と、

を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法、デバイス製造方法に関し、詳しくは、モールドに形成されたパターンの大きさを調整可能なインプリント装置、インプリント方法、デバイス製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

インプリント技術は、パターンが形成されたモールドと、基板上に供給されたインプリント材とを接触させることによりインプリント材にパターンを形成する技術である。具体的には、基板上にインプリント材を供給し、モールドとインプリント材とを接触させる。モールドとインプリント材とを接触させた状態でインプリント材を硬化させる。インプリント材には、光が照射されることにより硬化する樹脂などが用いられる。インプリント材を硬化させた後、インプリント材とモールドを引き離すことで基板上にパターンを形成する。

【0003】

40

インプリント技術では、基板上に予めパターンが形成されているショット領域に、モールドに形成されたパターンを転写することがある。このため、ショット領域とモールドのパターンとの位置合わせを行ってからパターンを転写する必要がある。具体的な位置合わせの方法として、いわゆるグローバルアライメント方式と呼ばれる方法が知られている。

【0004】

グローバルアライメント方式は、基板上のサンプルショット領域に対応するアライメントマークの位置を計測する。計測されたマークの位置情報を基に、基板上の全ショット領域の位置、回転、倍率などの情報を求める。求めたショット領域の位置の情報を基に、基板を保持する基板ステージを駆動させショット領域をモールドの下に移動させたり、回転の情報を基に、基板ステージを回転させて補正したりする。

50

【 0 0 0 5 】

一方、モールドの両端を加圧することでモールドのパターン倍率を変化させる方法が特許文献 1 に開示されている。ショット領域の設計値よりも大きなパターンが形成されたモールドを加圧することでモールドのパターン倍率の補正を行っている。特許文献 1 には基板上のショット毎に形成された基準マークと、モールドに形成された位置合わせマークとが重なり合うようにすることでモールドの形状を調整している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 7 - 5 3 5 1 2 1 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかし、特許文献 1 にはグローバルアライメント方式の記載がない。グローバルアライメント方式の場合には、基板上のサンプルショット領域に対応するアライメントマークの位置情報を基に基板上のショット領域の倍率を求める。基板上のショット領域にモールドのパターンを転写するには、グローバルアライメント方式で求めたショット領域の倍率に基づいてモールドのパターンの倍率を補正する必要がある。しかし、グローバルアライメント方式で求めたショット倍率と、基板上のすべてのショット領域の倍率とが同じとは限らない。そのため、モールドのパターン倍率を補正するために、基板上のアライメントマークと、モールドのアライメントマークとが重なり合うようにしてモールドを加圧しても、グローバルアライメント方式で求めたショット倍率に補正することができない。

20

【 0 0 0 8 】

そのため、モールドのパターン倍率を補正する精度が低くなり、ショット領域とモールドのパターン領域との位置合わせ精度が低下し、不良チップが生じる恐れがあった。

【 0 0 0 9 】

そこで本発明は、モールドのパターン倍率を補正する精度を向上させる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 】

【 0 0 1 0 】

本発明のインプリント装置は、基板の複数のショットに形成されたマークを検出し、検出結果から基板の各ショットの配列座標値を求め、求めた配列座標値に基づいて、原版と基板の各ショットとを位置合わせして、原版に形成されたパターンを基板上の複数のショットに転写するインプリント装置であって、原版に形成されたパターンの大きさを調整する調整機構と、原版および基板とは異なる位置に形成されている複数の第 1 マークと、複数の第 1 マークと原版に形成された複数の第 2 マークとを検出する第 1 スコープと、制御部と、を備え、制御部は、基板上のショットの大きさに関する第 1 情報を取得し、複数の第 1 マークと複数の第 2 マークとを第 1 スコープに検出させ、検出結果から原版に形成されたパターンの大きさに関する第 2 情報を求め、第 1 情報と第 2 情報に基づいて、原版に形成されたパターンの大きさと基板上のショットの大きさの差が小さくなるように調整機構を制御することを特徴とする。

30

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、モールドのパターン倍率を補正する精度を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る装置の構成図である。

【 図 2 】 基準板とモールドチャックの周辺を示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係る装置の制御ブロック図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態に係る装置のインプリント方法のフローチャートである。

50

【図 5】T T M アライメント顕微鏡で検出した各アライメントマークの位置関係を示す図である。

【図 6】ウエハ上のショットの配置を示す図である。

【図 7】基準板上のアライメントマークの配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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。

【0014】

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るインプリント装置 I M P の構成図である。

【0015】

モールド 10 は、原版、型、あるいはテンプレートと称されることもある。モールドのパターンは電子ビーム露光等によって形成される。

【0016】

ウエハチャック 2 はウエハ 1 を保持可能であり、微動ステージ 3 上に搭載される。微動ステージ 3 は、ウエハ 1 の 方向（ z 軸回りの回転方向）回転の調整機能、ウエハ 1 の z 軸方向位置の調整機能、及びウエハ 1 の x y 平面に対する傾き（チルト）の調整機能を有する。微動ステージ 3 は X Y ステージ 4 上に配置される。X Y ステージ 4 はウエハ 1 を x y 平面上の所定の位置に位置決めすることができる。以下、微動ステージ 3 と X Y ステージ 4 を合せて、基板ステージとする。

【0017】

上述の基板ステージはベース 5 に載置されている。また、基板ステージには、ミラー 6 が取り付けられている（ y 方向は不図示）。レーザ干渉計 7 がミラー 6 で反射した光を検出することで、基板ステージの x 方向及び y 方向の位置を求めることができる。基板ステージの位置を計測する手段はこの形態に限られず、公知の技術を適用可能である。

【0018】

モールドチャック 11 は、不図示の機械的保持部を介してモールド 10 を保持可能である。また、モールドチャックステージ 12 は、不図示の機械的保持部を介してモールドチャック 11 を保持可能である。モールドチャック 11 は、反射面を有している。反射面で反射した光をレーザ干渉計 7' が検出することで、モールドチャック 11 の x 方向及び y 方向の位置を求めることができる。モールドチャックステージ 12 が反射面を有しているも良い。モールドチャック 11 またはモールドチャックステージ 12 の位置を計測する手段はこの形態に限られず、公知の技術を適用可能である。

【0019】

モールドチャックステージ 12 は、モールド 10（モールドチャック 11）を 方向に回転させる調整機能、及びモールド 10 を x y 平面に対して傾ける（チルトさせる）調整機構を有する。

【0020】

ベース 5 上の支柱 8 は、天板 9 を支持している。天板 9 には貫通孔が形成されている。貫通孔を貫通するガイドバー 14 の一端はガイドバープレート 13 に固定され、他端はモールドチャックステージ 12 に固定されている。リニアアクチュエータ 15 はガイドバー 14 を z 方向に駆動可能である。リニアアクチュエータ 15 は、モールド 10 の昇降用に用いられ、モールドチャック 11 に保持されたモールド 10 をウエハ 1 に押し付けたり、ウエハ 1 から引き離したりすることができる。モールドチャック 11 またはモールドチャックステージ 12 に取り付けられた複数のロードセル（荷重センサ）でモールド 10 の押し付け力を計測することができる。

【0021】

アライメントベース 18 は支柱 19 により天板 9 に吊り下げられている。アライメントベース 18 はガイドバー 14 が貫通しており、光源 16 から照射される光をモールド 10

10

20

30

40

50

へと通過させる開口を有する。また、アライメントベース 18 には、ウエハ 1 の高さや平坦度を計測するためのギャップセンサ 20 が配置されている。ギャップセンサ 20 は静電容量センサなどが用いられる。

【0022】

アライメントベース 18 には TTM (スルー・ザ・モールド) アライメント顕微鏡 30 (第 1 スコープ) が設けられている。本実施形態では、x 方向と y 方向のショット領域の倍率をそれぞれ計測できる基準マークが、ショット領域を挟むようにして x 方向と y 方向に沿って形成されている場合について説明する。TTM アライメント顕微鏡 30 は x 方向と y 方向に沿って形成された基準マークを検出するために、x 方向と y 方向に沿って各々 2 つ設けられている。x 方向に沿った 2 つのマークを検出することで x 方向のショット領域の倍率を計測できる。同様に y 方向に沿った 2 つのマークを検出することで y 方向のショット領域の倍率を計測できる。TTM アライメント顕微鏡 30 はモールド 10 を介して基板ステージ上に設けられた基準板 50 を観察可能である。TTM アライメント顕微鏡 30 は、モールド 10 と基準板 50 に設けられた基準マークを検出するための光学系と撮像系を有する。基準マークを検出することで、モールド 10 と基準板 50 の x 方向及び y 方向の相対的な位置ずれを求めることができる。

10

【0023】

インプリント装置 IMP は、ウエハ 1 上にインプリント材を供給するディスペンサヘッド 32 (供給部) を備えている。ディスペンサヘッド 32 は、ウエハ 1 の表面にインプリント材を塗布可能なノズルを備えている。本実施形態ではインプリント材として、光を照射することで硬化する光硬化樹脂を用いる。

20

【0024】

モールド 10 とウエハ 1 上に供給されたインプリント材とを接触させた状態で、光源 16 からコリメータレンズ 17 を介して光を照射する。光源 16 から照射される光の波長などの条件は、使用するインプリント材に合わせて適宜決めればよい。また、モールド 10 は光を透過させるために石英などの光を透過する部材で作られる。

【0025】

オフアクシスアライメント顕微鏡 40 (第 2 スコープ) はウエハ 1 上のグローバルアライメントマークと基準板 50 を観察可能である。オフアクシスアライメント顕微鏡 40 は TTM アライメント顕微鏡 30 と異なり、モールド 10 を介さずに直接基準マークを検出することができる。

30

【0026】

CPU 100 (制御部) は上述の基板ステージやリニアアクチュエータ 15 の動作を制御する。この制御部は、ウエハに供給されたインプリント材にモールドのパターンを転写するインプリント動作を制御する。制御部は、遠隔操作によってインプリント装置の動作を制御するようにしても良い。

【0027】

図 2 は本実施形態に係る基準マークの配置を示すモールドチャック 11 の周辺の断面図である。図 1 と符号が同じものについては説明を省略する。

【0028】

モールドチャック 11 及びモールドチャックステージ 12 は、光源 16 から照射される光をモールド 10 へと通過させる開口 11H 及び開口 12H をそれぞれ有する。なお、本実施形態ではモールドチャック 11 とモールドチャックステージ 12 が分かれているが、一体でも良い。

40

【0029】

モールド倍率を調整するために、モールド倍率調整機構 10M (調整機構) が設けられている。モールド倍率 (パターン倍率) は、モールドに形成されたパターン領域の大きさ (寸法) を表す。モールド倍率調整機構 10M として、好適には、モールド 10 の側面を加圧する加圧機構が用いられる。加圧機構で加圧することでモールド 10 を圧縮することができる。本実施形態では、モールド倍率調整機構 10M は圧電素子等からなる。モー

50

ルド10を圧縮することで、モールド倍率を変化させることができる。y方向のモールド倍率調整機構10Mは不図示であるが、同じような機構があり、x方向及びy方向のモールド倍率を独立に変化させることができる。

【0030】

基準板50には基準マークW1、W2（第1マーク）が形成されている。また、モールド10に形成されたパターンP2に対応する領域を示すパターンP1が基準板50に形成されていても良い。

【0031】

図3は、本実施形態に係るインプリント装置の制御ブロック図である。CPU100（制御部）は上述のインプリント装置の動作を制御する。それぞれの符号と名称は上記の図1と図2で説明したものに对应している。

10

【0032】

図4を用いて、基板上にパターンを形成する時のインプリント装置IMPの動作について説明する。本実施形態では半導体デバイス作成時のインプリント装置の動作について説明する。本実施形態は、パターンを転写する対象としてのウエハ1の第2層目以降について実行されるものであり、ウエハ1には回路パターンとショットの位置を求めるためのマークが形成されている。

【0033】

図4は本実施形態のインプリント装置が、モールドに形成されたパターンをウエハ上に転写する場合のフローチャートである。以下に各ステップについて説明する。

20

【0034】

ステップS0ではインプリント装置にモールドが供給される。不図示のモールド搬送機構で、モールドチャック11にモールド10を供給する。

【0035】

ステップS1では基準マーク計測を行う。オフアクシスアライメント顕微鏡40で、基準板50に形成された基準マークW1、W2（第1マーク）を検出する。XYステージ4を駆動させて、2つのマークをそれぞれ検出することで、基準マークW1とW2との距離を求めることができる。ステージの駆動量は前述のレーザ干渉計7で計測することができる。求めた計測結果は後述するモールドアライメントで用いられる。具体的には、モールド倍率（原版倍率）を求める基準として計測結果が用いられる。

30

【0036】

基準板50上にパターンP1が形成されている場合には、基準マークW1とW2を検出することで、パターンP1の大きさを求めることができる。予め基準マークW1とW2の距離が分かっている（既知）の場合には、ステップS1で基準マーク計測を行う必要はない。

【0037】

ステップS1では、オフアクシスアライメント顕微鏡40の代わりに、TTMアライメント顕微鏡30を使って、基準板50に形成された基準マークW1とW2を検出することも可能である。

【0038】

40

ステップS2ではモールドアライメントを行う。TTMアライメント顕微鏡30で、モールド10に形成されたアライメントマークM1、M2（第2マーク）と基準板50に形成された基準マークW1、W2（第1マーク）を検出する。モールドに形成されたパターンP2と基準板50とが接触して傷がつかない程度に、狭ギャップ（例えば5～30μm）の状態で両マークは検出される。この時のTTMアライメント顕微鏡30によって検出される両マークの様子を図5（A）に示す。

【0039】

両マークを検出することで、基準板50に対するモールド10の方向の回転量と、x方向のシフト量を求めることができる。モールドチャックステージ12でモールド10の方向の回転量を補正し、XYステージ4で基準板50のx方向及びy方向のシフト量

50

を補正する。この状態での T T M アライメント顕微鏡 3 0 によって検出される両マークの様子を図 5 (B) に示す。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 3 ではインプリント装置にウエハが供給される。不図示のウエハ搬送機構で、ウエハチャック 2 にウエハ 1 を供給する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 4 ではウエハの高さ計測を行う。X Y ステージ 4 が駆動して、ギャップセンサ 2 0 でウエハ 1 全面の高さ (平坦度) を計測する。この計測結果は、モールド 1 0 とウエハ 1 上に供給されたインプリント材とを接触させる時に、モールドのパターンが転写されるウエハ 1 のショット面を図示しない装置の基準平面に合せる際に使用される。

10

【 0 0 4 2 】

ステップ S 5 ではプリアライメントを行う。ウエハ 1 上に先行して形成されたプリアライメントマーク (不図示) をプリアライメント計測部 (顕微鏡 4 0 を含む) で検出する。この計測は、低倍率のスコープを用いて広い範囲を観察する。例えば、オフアクシスアライメント顕微鏡 4 0 を低倍率でマークを検出できる設定にして、プリアライメントマークを検出する。そして、マークの検出結果を画像処理することでインプリント装置に対するウエハ 1 の x 方向及び y 方向のシフト量を計測する。計測結果を基に、微動ステージ 3 を駆動して x 方向及び y 方向のシフト量の補正、 方向の補正を行なう。ここでは、低倍率でマークを検出しているので、大まかな補正を行っている。また、x 方向及び y 方向のシフト量の補正は行わずに、シフト量をオフセット値としてインプリント装置に記憶させても良い。

20

【 0 0 4 3 】

ステップ S 6 ではグローバルアライメント計測を行う。本実施形態では、製造するデバイスのチップの大きさに合わせたモールドを作製し、基板上のショットに逐次転写するいわゆるステップアンドリピート方式を用いる。

【 0 0 4 4 】

図 6 はウエハ 1 上に形成されたショットの位置を示した図である。実線の四角で示された領域が 1 つのショット領域である。ここでは、ショット領域間にスクライプラインが形成されているものを示しているが、スクライプラインを含めてショット領域としても良い。図 6 に示したサンプルショット (2 , 9 , 1 3 , 2 0) を、オフアクシスアライメント顕微鏡 4 0 を用いて検出することで、ウエハ 1 のグローバルアライメント計測を行う。具体的には、各サンプルショットに対応して形成されたアライメントマーク (第 3 マーク) をオフアクシスアライメント顕微鏡 4 0 で検出する。オフアクシスアライメント顕微鏡の検出結果からアライメントマークの位置を計測する。

30

【 0 0 4 5 】

このとき、基準板 5 0 に形成された基準マーク W 1 、 W 2 を計測する。基準マーク W 1 、 W 2 をインプリント装置の基準位置として各サンプルショットのアライメントマークの位置を求める。求めたサンプルショットのアライメントマークの位置から、設計値に対するショット配列の x 方向及び y 方向のシフト、 方向の回転ずれ、ウエハ倍率 (x 方向 : W_x 、 y 方向 : W_y) を最小二乗法により求める。求めたそれぞれの値から、ウエハ 1 に形成されている全ショットの配列座標値を求める。

40

【 0 0 4 6 】

ここでは、ステップ S 2 のモールドアライメントで用いた基準マーク W 1 、 W 2 をグローバルアライメント計測でも用いる。モールドは、基準マークに対するシフト補正、 方向の補正がなされている。共通の基準マークに基づいて求めたウエハ上のショット配列もまたシフト補正、 方向の補正がなされている。そのため、モールドアライメントとグローバルアライメントの結果からウエハ上のショットにモールドを位置合わせすることができる。

【 0 0 4 7 】

モールドアライメントとグローバルアライメントとで異なる基準マークを用いた場合は

50

、それぞれの異なる基準マークの配置の関係を求めるか、配置の関係を予め保存しておく必要がある。この場合、モールドをウエハ上のショットに位置合わせをするには、モールドアライメントとグローバルアライメントでの補正值に加えて異なる基準マークの配置の関係を反映させる必要がある。

【 0 0 4 8 】

ここで、ウエハ倍率（基板倍率）とはウエハ上の２点間の距離の実測値と設計値の比を倍率で示したウエハ全体の伸縮量を示すものである。例えば２点間の距離をウエハ上に形成された２つのショット領域の距離とし、２つのショット領域の距離の設計値に対する２つのショット領域の距離の計測値（実測値）の比を求める。

【 0 0 4 9 】

また、求めたウエハ倍率からショット倍率（第１情報）を求めることができる。ショット倍率は、ショット領域の大きさを表し、例えば、設計値に対する大きさの比で表せる。ショット倍率としては、設計値に対する倍率だけでなく、ウエハ倍率から求めたショット領域の大きさを x 方向、 y 方向の長さで表しても良い。ショット倍率が設計値に対する倍率を表している場合、ウエハ上に形成されたショットがウエハ全体の伸縮量に合わせて均一に変化しているものとする、上記で得られたウエハ倍率をショット倍率とすることができる。

【 0 0 5 0 】

ステップＳ７ではモールドアライメントを行う。ステップＳ２と同様に、ＴＴＭアライメント顕微鏡３０で、モールド１０に形成されたアライメントマークＭ１、Ｍ２と基準板５０に形成された基準マークＷ１、Ｗ２を検出する。ステップＳ２と同じく狭ギャップの状態のアライメントマークを検出する。ステップＳ１で基準マークＷ１とＷ２の距離を計測しているので、アライメントマークＭ１、Ｍ２と基準マークＷ１、Ｗ２を同時に検出することでモールド倍率（第２情報）を求めることができる。モールド倍率はモールドに形成されたパターン領域の大きさに関する情報である。例えば、モールド倍率はアライメントマークＭ１とＭ２間の長さ（寸法）そのものであってもよく、基準値（設計値または基準マークＷ１とＷ２間の長さ）に対する長さの比であっても良い。

【 0 0 5 １ 】

基準マークが形成された基準板５０の上面から見た様子を図７に示す。図７に基準マークの配置を示す。図２には x 方向に形成された基準マークＷ１とＷ２を示したが、このような基準マークの配置は、 x 方向と同様に y 方向にも適用できる。図７（Ａ）のように y 方向に基準マークＷ３、Ｗ４が形成されていてもよい。図７（Ａ）には x 方向と y 方向に各々２つの基準マークが形成されている例を示した。

【 0 0 5 ２ 】

ステップＳ８では、ステップＳ７で求めたモールド倍率とステップＳ６で求めたショット倍率とを比較して、その差が、所定値以下（しきい値 T_h 以下）になっているか判定する。

【 0 0 5 ３ 】

ステップＳ８でモールド倍率とショット倍率との差が所定値以下（しきい値 T_h 以下）になっていなければ、ステップＳ９でモールド倍率補正を行う。ステップＳ６で得られた x 方向および y 方向のショット倍率とモールド倍率との差が小さくなるように、モールド倍率調整機構１０Ｍを所定量（ x 方向： $-W_x$ 、 y 方向： $-W_y$ ）駆動し、 x 方向及び y 方向のモールド倍率を補正する。

【 0 0 5 ４ 】

ステップＳ９でモールド倍率補正を行った後、再びステップＳ７のモールドアライメントを行い、モールド倍率を求める。モールド倍率を求めた後、ステップＳ８でモールド倍率とショット倍率との差がしきい値以下になっているかを判定する。

【 0 0 5 ５ 】

しかし、モールド倍率調整機構１０Ｍは、力の大きさに対するモールドの変形量の線形性および再現性の精度が低い。駆動再現性の精度が低いため、当初意図した倍率に変化し

10

20

30

40

50

ていないことが多い。そこで所定のしきい値以下になるまで、モールド10に形成されたアライメントマークM1、M2と基準板50に形成された基準マークW1、W2の検出と、モールド倍率調整機構10Mの駆動を繰り返す。具体的には、ステップS7～ステップS9を繰り返すことで、モールド倍率とショット倍率との差が所定のしきい値以下にすることができる。モールド倍率とショット倍率との差が所定のしきい値以下になった状態におけるTTMアライメント顕微鏡30による観察結果を、図5(C)に示す。

【0056】

ステップS8でモールド倍率とショット倍率との差がしきい値以下になると、ステップS10でパターン転写を行う。ステップS6のグローバルアライメント計測で、基準マークW1、W2を基準として、x、y方向のシフト、方向の回転量を含めたショットの配列を求めている。ショット毎の転写を行なう際の基板ステージの位置合せ目標位置は、ステップS6で求めたショットの配列情報を基に決定される。これは、従来のステップアンドリピート方式の半導体露光装置で用いられているグローバルアライメント計測の手法と同じものである。

【0057】

ステップS10ではパターン転写を行う。ウエハ1上の各ショットにパターン転写を行う。本実施形態のインプリント装置はディスペンサヘッド32でウエハ1上にインプリント材を供給する。モールド10のパターンとインプリント材とを接触させる。接触させた状態で、光源16からの光を照射することによりインプリント材を硬化させる。硬化したインプリント材とモールド10とを引き離すことにより、ウエハ1上にパターンが転写される。このようなパターンの転写をウエハ上全てのショットに対して行う。

【0058】

ステップS10のパターン転写時には、ステップS6で求めたショットの配列情報を基に基板ステージが駆動する。基板ステージの駆動により、ウエハ1は位置決めされる。駆動量はレーザ干渉計7で求めることができる。ステップS9でモールド倍率をウエハ倍率から求めたショット倍率に合わせてある。これにより、グローバルアライメント計測から求めたショット倍率に合わせたモールド10のパターンを、ウエハ上のショットの位置に精度よく転写することができる。

【0059】

ステップS11ではウエハの回収を行う。ステップS10で全てのショットに対してパターンの転写が終了すると、不図示のウエハ搬送機構でウエハチャック2からウエハ1を回収する。

【0060】

ステップS12では、パターン転写を行なうウエハがあるかどうかの判定が行なわれる。モールド10を変えずにパターンを転写するウエハがある場合はステップS3に戻り、新しいウエハをインプリント装置に供給する。新しいウエハに対して上述のステップを行うことで同様にパターンを形成することができる。一方で、モールド10を変える必要がある場合や、パターンを転写するウエハが無い場合は次のステップに進む。

【0061】

ステップS13ではモールドを回収する。不図示のモールド搬送機構で、モールドチャック11からモールド10を回収する。モールド10を回収して、ウエハへのパターン転写を終了する。

【0062】

以上のように、モールドに形成されたアライメントマークとステージ上の基準板に形成された基準マークを顕微鏡で検出して、両者の位置関係を計測する。基準マークを検出して、グローバルアライメント計測で求めたショットの大きさに合わせるようにモールド倍率を変化させる。これにより、モールドに形成されたショット(パターン領域)をグローバルアライメント計測で求めたウエハ倍率になるまで追い込むことができる。ウエハ上のショット領域に対して精度よくモールドのパターンを転写することができる。

【0063】

本実施形態ではウエハの最初のショットにおいて上述のモールド倍率補正が実行される。インプリント動作ではモールドに対して大きな力が加わる。そのため、最初にモールド倍率補正を行っても、パターンの転写を繰り返すうちにモールド倍率からずれてしまう恐れがある。その場合は、最初に行うモールド倍率補正に加えて、基板上にパターンを転写する途中のショットでもモールド倍率補正を行っても良い。この場合も、基準マークを検出してグローバルアライメント計測で求めたウエハ倍率にモールドの倍率を補正する。

【0064】

〔第2実施形態〕

第1実施形態では、図7(A)で示したように、x方向及びy方向に各々2つの基準マークが形成されている場合について説明した。基準マークの数がモールドの倍率補正に用いられる計測点の数を示す。

10

【0065】

本実施形態ではx方向及びy方向に各々4つの基準マークが形成されている場合について説明する。

【0066】

図7(B)に基準板50の上に形成された基準マークを示す。パターンP1の隅に、x方向計測用基準マークW1X、W2X、W3X、W4Xとy方向計測用基準マークW1Y、W2Y、W3Y、W4Yが配置されている。またモールド10には基準板50の基準マークと対応した位置に不図示のアライメントマークM1X、M2X、M3X、M4X及びM1Y、M2Y、M3Y、M4Yが形成されている。

20

【0067】

TTMアライメント顕微鏡30は、モールド10と基準板50のそれぞれに形成され、対応関係にある基準マークとアライメントマーク(例えばW1XとM1X)を検出し、位置ずれを計測する。それぞれの基準マークを計測するために、本実施形態のインプリント装置はTTMアライメント顕微鏡30を8つ備えている。

【0068】

このようなアライメントマークを検出することで、x方向及びy方向の相対的位置ずれ量、ウエハ倍率、モールド倍率に加えて、直交度(スキュー度)、x方向の台形度、y方向の台形度も求めることができる。そしてモールドの側面を多点で加圧圧縮するモールド倍率調整機構を使えば、モールドの歪みをより正確に補正することができる。

30

【0069】

〔第3実施形態〕

上述の実施形態では、ウエハ毎にステップS7~S9を行いモールド倍率とショット倍率の差をしきい値以下に追い込んでいた。しかし、一般的にはロット単位に含まれるウエハ間でウエハ倍率の変化は小さい。また、モールド倍率調整機構の駆動量が小さければ、力の大きさに対するモールドの変形量の線形性および再現性の誤差も小さくなると考えられる。

【0070】

そこで、本実施形態ではTTMアライメント顕微鏡30を用いたショット倍率の追い込みはロット先頭のウエハだけとする。一枚目のウエハに対して、上述の倍率補正を行う。二枚目以降のウエハに対しては、グローバルアライメント計測から求めたショット倍率の値と、一枚目のショット倍率の値との変化を求める。値の変化が所定値以上であれば、モールド倍率調整機構を駆動し、ステップS7~S9のモールド倍率補正を行う。値の変化が設定値以下であれば、モールド倍率調整機構を駆動させずに、パターンの転写を行う。また、値の変化が小さければ、モールド倍率調整機構の力の大きさを制御することによる倍率の補正を行っても良い。

40

【0071】

本実施形態によれば、ウエハ倍率補正に要する時間を短縮することができ、スループットを向上させることができる。

【0072】

50

〔第4実施形態〕

上述の実施形態では、ステップS7～S9のモールド倍率計測とモールド倍率補正とを繰り返すことで、モールド倍率とグローバルアライメント計測で得られたショット倍率との差をしきい値Th以下に追い込んだ。

【0073】

本実施形態では、事前にモールド倍率調整機構10Mの駆動可能範囲の中でモールド倍率の指令値を複数設定する。複数の指令値に対する実際の倍率変動量をそれぞれ測定し、測定結果を最小二乗法などでフィッティングしておく。そうすればステップS9で、任意のモールド倍率補正值に対する最適なモールド倍率調整機構の駆動量を求めることができる。このように、予めモールド倍率に対する駆動量を求めておけば、倍率補正に要する時間を短縮することができる。

【0074】

例えば、モールド倍率変化の指令値と実際のモールドの倍率調整駆動量を学習させれば、短い時間でモールド倍率補正を行うことができる。このように、モールド倍率補正時の計測結果のデータを保存して、学習させることによって駆動量に対する補正值の精度を高めることができる。

【0075】

上述の何れの実施形態も、グローバルアライメント計測でショットの配列の基準となるマークと、モールドに形成されたパターン領域の大きさを求める基準となるマークとが同じものを説明したが、2つのマークは異なっても良い。また、モールドに形成されたパターンの領域の大きさを求める基準となるマークは、基準板以外に形成されていても良い。基板とは異なる位置に有していればよく、ウエハステージやウエハチャックに基準となるマークが形成されていてもよい。

【0076】

また、何れの実施形態もモールド倍率を補正するために、モールド倍率とショット倍率と比較する場合について説明した。しかし、ショット領域の大きさが、ウエハ倍率に基づいて決まる場合には、ショット倍率を求める代わりにウエハ倍率をそのまま用いて、モールド倍率と比較しても良い。

【0077】

ショット領域の大きさを示すショット倍率は、ウエハ倍率からだけではなく実際のショット領域を計測して求めても良い。ショット領域に対応したアライメントマークを検出することでショット倍率を求めることができる。図7(A)のアライメントマークW1～W4を検出することで、x方向とy方向の長さが計測できる。また、図7(B)のアライメントマークW1X～W4X、W1Y～W4Yを検出することで、x方向とy方向の長さに加えて直交度（スキュー度）、x方向の台形度、y方向の台形度も求めることができる。

【0078】

ウエハ倍率やショット倍率は必ずしも上記のインプリント装置で求める必要はない。他の装置で求めたウエハ倍率やショット倍率の値を取得しても良い。取得した値を基に上述した方法でモールド倍率を変化させることができる。

【0079】

上述の実施形態では、光を照射することによってインプリント材を硬化させる光硬化法について説明した。この光硬化法を用いてパターンを形成する方法は、温度制御が比較的容易に行なえる点や透明なモールド越しに基板上のアライメントマークの観察が出来る点から半導体集積回路の製造に適していると言える。

【0080】

インプリント技術には光硬化法の他に、熱の作用によりインプリント材を硬化させる熱サイクル法など、幾つかの種類がある。本発明は、光硬化法に限らず、その他のインプリント技術についても適用することができる。

【0081】

〔デバイス製造方法〕

10

20

30

40

50

デバイス（半導体集積回路素子、液晶表示素子等）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、該デバイス製造方法は、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で有利である。

【 0 0 8 2 】

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。

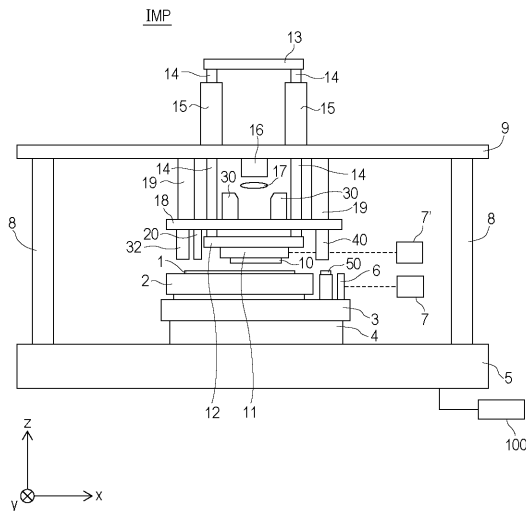
10

【 符号の説明 】

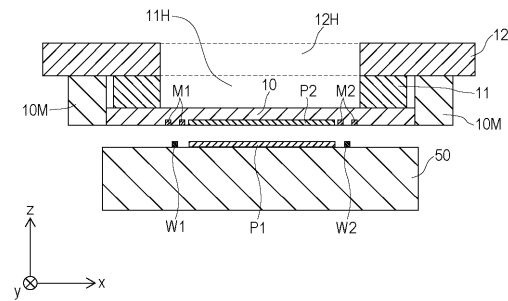
【 0 0 8 3 】

- 1 ウエハ
- 1 0 モールド
- 3 0 T T Mアライメント顕微鏡（第 1 スコープ）
- 4 0 オフアクシスアライメント顕微鏡（第 2 スコープ）
- 5 0 基準板
- 1 0 0 C P U

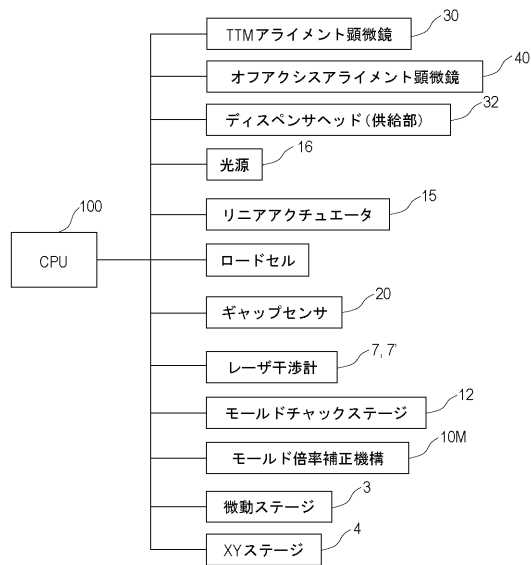
【 図 1 】



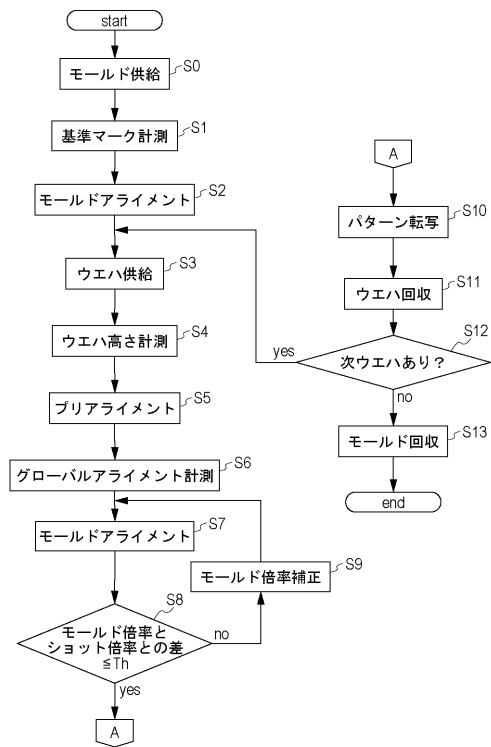
【 図 2 】



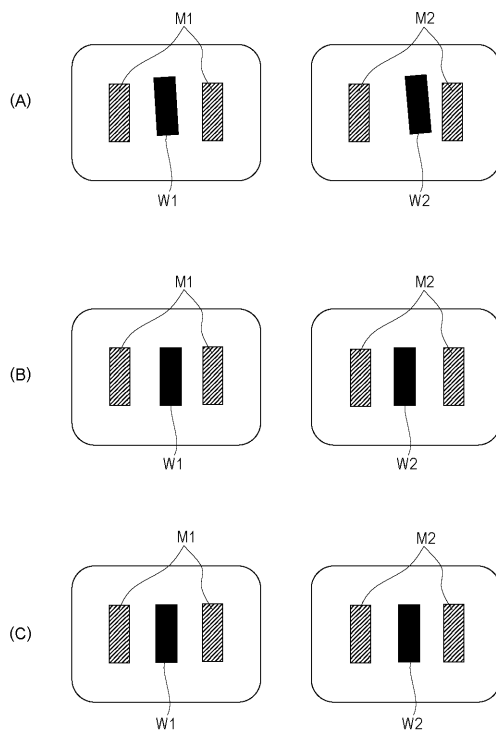
【 図 3 】



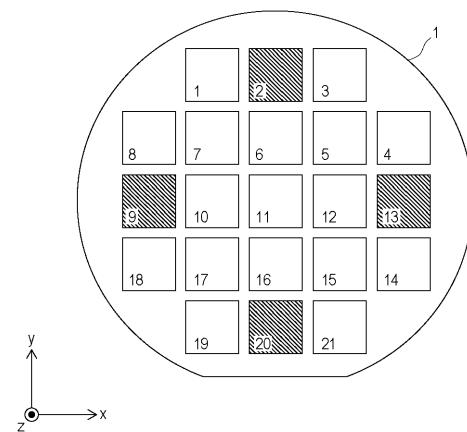
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

