

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4840958号
(P4840958)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(51) Int.Cl.	F I
G03F 7/20 (2006.01)	G O 3 F 7/20 5 2 1
H01L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 B
	H O 1 L 21/30 5 1 8

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-361135 (P2003-361135)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成15年10月21日(2003.10.21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-129595 (P2005-129595A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年5月19日(2005.5.19)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成18年10月19日(2006.10.19)		弁理士 大塚 康德
審判番号	不服2010-13535 (P2010-13535/J1)	(74) 代理人	100112508
審判請求日	平成22年6月21日(2010.6.21)		弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原版および基板を移動させながら前記基板を露光する走査露光装置であって、
前記原版からの光を前記基板に投影する投影光学系と、
前記基板を保持し、かつ移動するステージと、
前記投影光学系の光軸の方向における前記基板の変位を先読み方式によって計測する計測手段と、

前記光軸の方向における前記ステージの駆動量の制限値を設定し、前記計測手段によって計測された前記基板の複数の場所における計測値のすべてを用いてその平均値を求め、前記基板が前記平均値に基づいて前記ステージを駆動させる際の駆動量が、前記制限値を

超えないように前記ステージの駆動を制御する制御手段と、を備え、
前記制限値は、前記光軸に直交する方向に関する前記ステージの速度に基づいて変更されることを特徴とする走査露光装置。

【請求項 2】

原版からの光を基板に投影する投影光学系と、前記基板を保持し、かつ移動するステージと、前記投影光学系の光軸の方向における前記基板の位置を先読み方式によって計測する計測手段とを備え、前記原版および前記基板を移動させながら前記基板を露光する走査露光装置であって、

前記光軸の方向における前記ステージの駆動量の制限値を設定し、前記計測手段によって計測された前記基板の複数の場所における計測値のすべてを用いてフォーカスずれ量の

10

20

平均値を求め、前記平均値に基づいて前記ステージを駆動する際の前記ステージの駆動量が、前記制限値を超えないように前記ステージの駆動を制御する制御手段を備え、

前記制限値は、前記光軸に直交する方向に関する前記ステージの速度に基づいて変更されることを特徴とする走査露光装置。

【請求項 3】

前記先読み方式は、露光領域の走査方向手前側での前記基板のフォーカスずれ量を予め計測することであることを特徴とする請求項 2 に記載の走査露光装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記基板上のショット毎に前記制限値を設定することを特徴とする請求項 1 乃至3のいずれか 1 項に記載の走査露光装置。

10

【請求項 5】

前記制御手段は、前記制御手段により前記ステージが駆動制御されている際の、前記計測手段による計測結果を用いて、前記制限値を学習することを特徴とする請求項 1 乃至4のいずれか 1 項に記載の走査露光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至5のいずれか 1 項に記載の走査露光装置を用いて基板を露光するステップを有する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】

20

本発明は、走査露光装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子製造等におけるフォトリソグラフィ工程には、レチクルの微細パターンを感光剤の塗布されたウエハ上に転写する露光装置が使用されている。この種の露光装置において主流をなす露光方式は、ウエハを順次露光投影光学系の露光フィールド内へ移動させて静止させた後、レチクルのパターンを順次露光していくステップ・アンド・リピート方式であった。

【0003】

このステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置では、ウエハ上の露光フィールドを投影光学系の結像面に合致させるために、フォーカス・レベリングセンサとフォーカス・レベリング駆動機構が設けられている。フォーカス・レベリング駆動のうちのフォーカス駆動とはウエハ面の光軸方向（Z 軸方向）位置をフォーカス位置に一致させるべく微動ステージを駆動するものである。また、レベル駆動とは、ウエハ面の傾斜角を検出し、ウエハ面が水平になるように微動ステージを駆動するものである。そして、フォーカス・レベリングセンサによりウエハのフォーカス・レベリングずれを計測し、ウエハステージに設けられたフォーカス・レベリング駆動機構により上記計測されたずれ分を補正した後、露光を行う。ステップ・アンド・リピート方式の場合、露光はウエハが静止した後に行われるため、フォーカス・レベリング駆動の駆動量が露光精度に影響を及ぼすことはなかった。

30

40

【0004】

一方、近年では半導体素子の大型化に伴う露光領域の大フィールド化の要求が高まっている。このため、この要求を満たすことの可能なステップ・アンド・スキャン方式が採用されるケースが増加している。このステップ・アンド・スキャン方式は、スリット状あるいは円弧状の照明光をレチクルの所定領域に照射し、スリットの長手方向には投影光学系の縮小倍率で露光を行い、短手方向にはレチクルとウエハを投影光学系の縮小倍率比で同期を取りながらの走査露光が行なわれる。

【0005】

このステップ・アンド・スキャン方式においても、前述のステップ・アンド・リピート方式と同様に、ウエハ上の露光フィールドを投影光学系の結像面に合致させるためのフォ

50

ーカス・レベリングセンサとフォーカス・レベリング駆動機構が設けられている。しかし、ステップ・アンド・スキャン方式では、走査中に逐次ウエハ上のスリット（または円弧状）露光領域を、結像面に合致させる必要がある。そこで、ステップ・アンド・スキャン方式では、所謂先読み方式が採用される。この先読み方式では、フォーカス・レベリングセンサによりスリット露光領域の手前側、すなわち走査方向手前側でウエハのフォーカス・レベリングずれを計測し、その計測結果を基にフォーカス・レベリング駆動することにより、計測した地点がスリット露光領域に達するまでにその地点のウエハ表面を投影光学系の結像面に合致させる（特許文献１）。

【特許文献１】特開平１０－０９７９８７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

このような先読み方式では、離散的に得られる計測値を元にフォーカス・レベリング駆動の駆動量を算出していく。ところが、ウエハには、形成されたパターンに起因する段差（プロセス段差）以外に、ウエハ自身の局所的なたわみ、ウエハを保持するためのウエハチャックによる吸着段差、ゴミによる段差などが存在するので、先読みによって算出した駆動量が大きくなることがある。このようにプロセス段差でない段差に対して追従しようとする、フォーカス・レベリングの追従精度がかえって悪化し、さらにはレチクルとウエハの同期精度が悪化するという問題が生じる。すなわち、ステップ・アンド・スキャン方式では、ステップ・アンド・リピート方式と異なり、走査中に逐次フォーカス・レベリングのための計測と駆動を繰返すため、フォーカス・レベリング駆動による駆動量が露光精度に影響を及ぼすことになる。

【０００７】

そこで、従来では、離散的に得られるフォーカス・レベリング駆動量に対して、一意な上限値を設けることで、フォーカス・レベリング追従精度と同期精度の向上を図ろうとしていた。しかしながら、フォーカス・レベリング駆動量に対するフォーカス・レベリング追従精度および同期精度は、ウエハステージのスキャン速度やスキャン加速度が大きい場合には悪く、小さい場合には良くなる。しかし、上記の従来技術においては、フォーカス・レベリング駆動量に対する上限値は一意な値であった。そして、その上限値は、スキャン速度やスキャン加速度が大きい、最悪な場合に適合させたものであった。したがって、スキャン速度やスキャン加速度が小さい場合には、これが過剰制限となってしまう。例えば、小さいスキャン速度やスキャン加速度では、フォーカス・レベリング駆動量の上限値を大きくしても追従が可能となり、プロセス段差の大きいウエハについても十分なフォーカス精度を保つことができるはずであるが、過剰制限はこのようなフォーカス・レベリング追従を妨げる可能性がある。その結果、かえってフォーカス・レベリング追従精度を悪化させるという問題を生じる可能性がある。

【０００８】

本発明は上述したフォーカス又はレベリング駆動における駆動量の過剰制限による弊害を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記の目的を達成するための本発明による走査露光装置は以下の構成を備える。すなわち、

原版および基板を移動させながら前記基板を露光する走査露光装置であって、

前記原版からの光を前記基板に投影する投影光学系と、

前記基板を保持し、かつ移動するステージと、

前記投影光学系の光軸の方向における前記基板の変位を先読み方式によって計測する計測手段と、

前記光軸の方向における前記ステージの駆動量の制限値を設定し、前記計測手段によって計測された前記基板の複数の場所における計測値のすべてを用いてその平均値を求め、

10

20

30

40

50

前記基板が前記平均値に基づいて前記ステージを駆動させる際の駆動量が、前記制限値を超えないように前記ステージの駆動を制御する制御手段と、を備え、

前記制限値は、前記光軸に直交する方向に関する前記ステージの速度に基づいて変更される。

【0010】

また、本発明によれば、上記の走査露光装置を用いて基板を露光するステップを有するデバイス製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0011】

上記の構成によれば、上述したフォーカス又はレベリング駆動における駆動量の過剰制限による弊害を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

【0013】

< 第1実施形態 >

図1は第1実施形態によるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（走査型露光装置ともいう）の構成を示す図である。回路パターンを有するレチクル1は、均一な照度のスリット照明光ILによって照明される。レチクル1のパターンはスリットのX方向（長手方向）は投影レンズ4の縮小倍率で、Y方向（短手方向）はレチクルステージ2とXYステージ7を投影レンズ4の縮小倍率比の速度で同期を取ることによって、半導体デバイス作成用のウエハ5に結像投影される。レチクルステージ2の位置は、レチクルステージX計測用レーザ干渉計（不図示）、Y計測用レーザ干渉計3、Z計測用レーザ干渉計（不図示）により測定され、ステージ制御部11に送信される。

【0014】

一方、ウエハ5はフォーカス（Z方向）駆動、レベリング（X軸周りの回転 X、Y軸周りの回転 Y による）駆動及び回転（Z軸周りの回転 Z）駆動を行う微動ステージ6上に載置される。微動ステージ6は水平面内（XY座標平面）で2次的に平行移動するXYステージ7の上に設けられており、その位置はレチクルステージ2と同様にレーザ干渉計により測定され、ステージ制御部11に送信される。なお、図1では、Y計測用レーザ干渉計8のみ図示してある（以後、微動ステージ6とXYステージ7を合わせてウエハステージ6、7と呼ぶ）。なお、9はステージ定盤であり、ウエハステージ6、7が固定される。

【0015】

各レーザ干渉計（3、8等）、投影レンズ4、レチクルステージ定盤12は、本体構造体10に固定されているため、レチクルステージ2とウエハステージ6、7は本体構造体10を基準として位置制御が可能となる。すなわちステージ制御部11はレーザ干渉計の計測位置に基づいて、レチクルステージ2とウエハステージ6、7を独立制御または同期制御する。

【0016】

さて、投影レンズ4の結像面と、ウエハ5のスリット露光領域表面とを合致させるために、斜入射光式フォーカス・レベリングセンサ（13～15）が設けられている。このセンサは主に光源（不図示）、投影対物レンズ13、ウエハ5表面からの反射光を入射する受光対物レンズ14、受光部（CCD）15から構成される。この斜入射光式フォーカス・レベリングセンサ（以後フォーカス・レベリングセンサ13、14、15と呼ぶ）の計測値に基づいて、ステージ制御部11はウエハ5のスリット露光領域表面のフォーカスずれやレベリングずれを算出し、微動ステージ6へフォーカス・レベリング駆動のための指令値を出力する。本実施形態では、以下で説明するように、ステージ制御部11において、このフォーカス・レベリングずれ補正のための指令値を生成し、更に指令値の制限を駆動状態に応じて適正化する。

【 0 0 1 7 】

上述のような、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置では、Y方向への走査中に逐次ウエハ上のスリット露光領域を結像面に合致させる必要がある。これを実現するために先読み方式を採用している。先読み方式では、フォーカス・レベリングセンサ13, 14, 15によりスリット露光領域の手前側すなわち走査方向手前側でウエハのフォーカス・レベリングずれを事前に計測し、その計測結果を基にフォーカス・レベリング駆動することにより計測した地点がスリット露光領域に達するまでに投影光学系の結像面にウエハ表面を合致させる。

【 0 0 1 8 】

この先読み方式について図を用いて説明をする。図2はウエハ領域内を30ショットに分割したときのショットレイアウト例を示したものである。ショット中の番号はステップ・アンド・スキャン動作における露光順序を示す。図3は、図2中の5～7番目のショットにおけるステップ・アンド・スキャンの様子を詳細に示したものである。実際には、投影レンズによって投影されるスリット露光領域に対してウエハが移動して逐次露光を行っていくのであるが、図3では、説明を容易にするためにスリット露光領域がウエハ上を走査するものとして図示してある。

【 0 0 1 9 】

ショット5に露光を行う際、スリット露光領域101は+Y方向に走査する。実際には、レチクルステージ2が+Y方向に、ウエハステージ6, 7が-Y方向に走査している。一方、フォーカス・レベリングセンサ13, 14, 15は、X方向に並んで配置された3つのセンサ102, 103, 104を有し、スリット露光領域よりY方向+の位置におけるX方向に並んで配置された3点の位置を計測することによりスリット露光領域より先の領域のフォーカス・レベリングずれを測定している。なお、実際には、3つのセンサ102, 103, 104はフォーカス方向(Z方向)変位を測定している。各センサの測定値を Z_{102} 、 Z_{103} 、 Z_{104} とすると、フォーカス(Z)ずれ F_c 、レベリング(Y)ずれ L_v は、次式より求まる。

$$F_c = (Z_{102} + Z_{103} + Z_{104}) / 3 \quad \dots (1)$$

$$L_v = (Z_{102} - Z_{104}) / D \quad \dots (2)$$

但し D: センサ102と104のウエハ上での距離。

【 0 0 2 0 】

このようにして、3点の計測値の平均値からフォーカスずれ(F_c)を、2点の計測値(Z_{102} と Z_{104})の差分値からレベリングずれ(L_v)を算出する。そして常にスリット露光領域が到達するより事前にフォーカス・レベリングずれを測定し続け、ステージ制御部11に送信する。もちろん、 F_c 、 L_v の算出方法は式(1)、(2)に限られるものではない。また、ショット6の場合はスキャン方向が逆になるため、スリット露光領域は-Y方向に走査する。従ってフォーカス・レベリングセンサ13, 14, 15は、スリット露光領域より-Y方向の領域を先読み計測することになる。尚、実際には、走査方向毎に先読みのためのフォーカス・レベリングセンサを1組設け、走査方向に応じた1組のフォーカス・レベリングセンサを切り替えて使用すればよい。

【 0 0 2 1 】

次にステージ制御部11では、先読み方式によって測定され送信されたフォーカス・レベリングずれを基に、スリット露光領域を投影レンズ4の結像面に合致させるための目標軌跡を逐次生成する。 F_c 、 L_v の値を使って生成される目標軌跡をそれぞれ $F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ とする。ここで、yはウエハステージ6, 7のY座標(走査方向)での位置を示す。また、(y)はyの関数であることを表している。これらの関数 $F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ は直線、2次関数、三角関数など任意の関数でよい。

【 0 0 2 2 】

$F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ は、ウエハ5自身の局所的なたわみ、ウエハ5を保持するためのウエハチャックによる吸着段差、ゴミによる段差などにより、局所的に変化の大きい関数となることがある。従って $F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ を指令値としてそのまま印加すると、微動ステージ6

10

20

30

40

50

に対する駆動信号は大きな高周波成分を含むことになる。けれども、フォーカス・レベリング駆動機構の追従性能（追従周波数）には上限があるので、それを超える高周波数で駆動しようとしても追従しきれなくなる。このような状態になると、局所的な段差に追従しきれないばかりでなく、その後の露光領域においても露光表面が結像面から大きくずれてしまうという問題が生じることがある。この様子を図4の(a)、(b)に示した。横軸にウエハステージ6、7のy位置、縦軸にz位置を示している。実線402は、目標軌跡 $F_c(y)$ であるが、この例では真中付近で三角状に変化している部分403がある。このような $F_c(y)$ を微動ステージ6に目標軌跡として印加すると、微動ステージ6の実際の軌跡は点線401のようになってしまう。なお、図4では、見やすくするために、目標軌跡（実線）と実際の軌跡（点線）をZ方向に少しずらして表示してある。図4(a)より、微動ステージ6のレベリング駆動は、高周波数で駆動させられる三角部分403に追従出来ないばかりでなく、その影響が三角部分403の後方（404）まで及んでいることが分かる。

10

【0023】

そこで従来は、ステージ制御部11において $F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ に対して以下の処理を施していた。

$$F_c(y)' = \text{LIMIT}(F_c(y)) \quad \dots (3)$$

$$L_v(y)' = \text{LIMIT}(L_v(y)) \quad \dots (4)$$

但し $\text{LIMIT}(\text{meas})$ は、計測値 meas に対して、リミットをかける（上限値を設ける）関数である。例えば、 $\text{LIMIT}(\text{meas})$ は、 meas の絶対値が a （正の数）より小さい場合には、その関数値を meas のままとし、 meas が a 以上の場合にはその関数値を a とし、 meas が $-a$ 以下の場合にはその関数値を $-a$ とする関数とすることができる。

20

【0024】

上記リミットによる効果を図4(b)に示した。実線405がリミット処理後の $F_c(y)'$ である。この $F_c(y)'$ を微動ステージ6に目標軌跡として印加すると、微動ステージ6のレベリング駆動による実際の軌跡は点線406のように、 $F_c(y)'$ （実線405）に対して誤差なく追従する。この場合、点線406は、実際のずれ量である403の頂点部には追従しきれないが、図4(a)の点線404と比較して、その後の領域における追従精度が向上している。この効果は、段差が連続的に存在する場合にも現れる。

30

【0025】

なお、上記ではフォーカスずれ $F_c(y)$ について示したが、レベリングずれ $L_v(y)$ についても同様の効果が得られるばかりでなく、レチクル1とウエハ5の同期精度向上にも効果がある。すなわち、例えば、レベリング駆動（Y）を行うと、X方向における振動が生じ、X方向駆動と干渉することがあり得るが、レベリング駆動に上限値を設けることで、X方向の振動が低減し、X方向の同期精度が向上するのである。

【0026】

図4で示した従来例では、段差403に対して微動ステージが追従出来なかったため、式(3)、(4)による効果が得られた。しかし、スキャン速度が小さい場合には、段差403に対する微動ステージ6の駆動周波数が下がるため、図4(c)の点線407に示すごとく、高周波数の目標軌跡に追従可能となるケースが出てくる。段差がゴミ以外のウエハの局所的たわみなどによる場合、段差に追従出来る方が本来的には好ましい。しかし、上述した従来例では、リミット値は一定値であり、スキャン速度が大きい最悪な場合に適合させたものであった。したがって、図4(c)のようにスキャン速度が小さく、目標軌跡に追従できる場合でも図4(b)のような目標軌跡（405）が与えられてしまう。このような過剰制限は、フォーカス・レベリングの追従精度をかえって悪化させてしまうものとなる。

40

【0027】

このような従来の問題を解決するために、第1実施形態では、ステージ制御部11において $F_c(y)$ 、 $L_v(y)$ に対して以下の処理を施す。

$$F_c(y)'' = \text{LIMIT}(F_c(y), V_{\text{scan}}) \quad \dots (5)$$

50

$L_v(y)' = \text{LIMIT}(L_v(y), V_{\text{scan}}) \quad \dots (6)$

但し $\text{LIMIT}(\text{meas}, V_{\text{scan}})$: スキャン速度 V_{scan} に応じて計測値 meas に対してリミットをかける。

【0028】

スキャン速度に応じたリミット値設定の一例を図5に示す。横軸がスキャン速度、縦軸がリミット値である。式(5)、(6)における $\text{LIMIT}(\text{meas}, V_{\text{scan}})$ は、図5に示す関数において V_{scan} に対応するリミット値と計測値 meas との何れか小さい方をその値として採用する。従って、スキャン速度 (V_{scan}) が大きい場合にはリミット値が小さくなり、スキャン速度が小さい場合にはリミット値が大きくなる。これにより、微動ステージ6の追従性能に適したフォーカス・レベリング駆動が可能となり、フォーカス・レベリング追従精度が向上する。

10

【0029】

また、X方向の追従性能(同期精度)も考慮してリミット値設定を行えば、同期精度を悪化させることもない。同期精度についても、スキャン速度が小さいときは余裕があり(追従しやすく)、大きい時には悪化する(追従し難い)ので、図5と同様な右肩下がりの設定となる。

【0030】

図7は第1実施形態による、上述のフォーカス・レベリング駆動を実現するためのステージ制御を説明するブロック図である。ステージ制御部11はXYステージ7を駆動制御するXYステージ制御部111と、XYステージ7の駆動要件を記憶するステージ駆動プロファイル112と、微動ステージ6の駆動を制御する微動ステージ制御部113とを有する。なお、XYステージ制御部111は、微動ステージ6の位置検出系(例えばY計測用レーザ干渉計8)からの信号を用いて駆動制御を行なうが、図7ではその図示を省略している。

20

【0031】

微動ステージ制御部113において、目標軌道設定部71はXYステージ制御部111からのステージ位置とフォーカス・レベリングセンサ13、14、15からの信号に基づいて微動ステージの目標軌道を生成する。ここでは、例えば図4(a)の実線402で示されるような目標軌道が生成される。一方、駆動量制限値設定部72は、ステージ駆動プロファイル112からXYステージ7による露光走査時の速度を取得し、これに基づいて(例えば図5に示したような関係に従って)リミット値を取得する。目標軌道修正部73は、目標軌道設定部71で設定された目標軌道に対して、駆動量制限値設定部72で設定されたリミット値を作用させて、例えば図4(b)に示すように、リミット値を越える部分をカットして、微動ステージ6を実際に駆動する目標軌道を生成する。

30

【0032】

微動ステージ駆動信号生成部74は、目標軌道生成部73から最終的に得られた目標軌道に従って微動ステージ6のフォーカス/レベリング駆動を実行する。

【0033】

なお、第1実施形態では、リミット値を決定するパラメータとしてスキャン速度を例に挙げたが、スキャン加速度、ジャーク(加速度の変化率)などのステージ駆動プロファイルをパラメータとしても良い。なお、スキャン速度、スキャン加速度あるいはジャークがステージ位置に応じて変化する場合は、駆動量制限値設定部72が、ステージ駆動プロファイル112からの情報とXYステージ111から得られるステージ位置とに基づいて、フォーカス・レベリング計測位置におけるステージの駆動状態(速度、加速度等)を取得し、これに基づいてリミット値を設定するようにすればよい。

40

また、式(5)、(6)による計算(処理)は、ステージ制御部11に限らず、フォーカス・レベリングセンサ13、14、15の計測結果を出力する計測部(不図示)で行ってもよい。

さらに上記実施形態では、レベリング駆動をY駆動に限って説明したが、X駆動についても同様に適用することができる。

50

【 0 0 3 4 】

< 第 2 実施形態 >

第 1 実施形態では、ステージの駆動プロファイル（速度、加速度、ジャーク等）をリミット値決定のための基準とするパラメータとして用いた。第 2 実施形態では、リミット値を決定するための基準とするパラメータとして、X Y ステージ 7 の位置を用いる。

【 0 0 3 5 】

微動ステージ 6 はウエハ中心を重心としてレベリング駆動を行う。このため、露光するショットがウエハ中心から X 方向に離れれば離れるほど、Y 駆動による X 方向および Z 方向位置への干渉が、Y 方向に離れれば離れるほど、X 駆動による Y 方向および Z 方向への干渉が大きくなる。したがって、ウエハの周辺部ほど同期精度およびフォーカス精度が悪化してしまう。そこで第 2 実施形態では、ステージ制御部 11 において、レベリング駆動量 $L_v(y)$ に対して以下の処理を施す。

$$L_v(y)' = \text{LIMIT}(L_v(y), W_x, W_y) \quad \dots (7)$$

すなわち、ウエハ（X Y ステージ 7）の X 位置、Y 位置に応じてレベリング駆動量のリミット値を設定する。図 6 に X 位置をパラメータとしたリミット値設定の一例を示す。横軸が X 位置、縦軸がリミット値である。ウエハの周辺部ほどリミット値を小さくする。これにより、ウエハ周辺部の同期精度およびフォーカス精度を向上させることが出来る。Y 位置についても上記と同様の傾向のリミット値を設定することにより、同期精度、フォーカス精度を向上させることが可能である。

【 0 0 3 6 】

なお、第 2 実施形態では、X Y ステージ 7 の X、Y 位置に応じてリミット値を設定したが、図 2 に示した各ショット毎にリミット値を設定しても良い。

また、より多くのパラメータに基づいてリミット値を設定することも可能である。更に、各パラメータ値に応じたりミット値を格納するテーブル（配列）を用いてもよいことは言うまでもない。また、各パラメータ毎に用意したテーブルから得られたリミット値に対して重み付けをし合成（加算等）することによりリミット値を得るようにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

さらに、上記第 1 及び第 2 実施形態では、予め用意したりミット値を用いる例を示したが、同期精度あるいはフォーカス・レベリング精度の結果をもとに学習制御を実現しても良い。例えば、ステージに対する駆動信号プロファイルと実際のステージ駆動軌跡とに基づいてフォーカス・レベリング精度を実測する第 1 の実測機能、またはレチクルステージとウエハステージとの間の同期駆動精度を実測する第 2 の実測機能を走査型露光装置内に追加し、当該第 1 及び / 又は第 2 の実測機能の実測結果に基づいて、リミット値を学習させることができる。尚、当該学習のアルゴリズムとしては、ニューラルネットワーク等公知のものを適宜利用することができる。

【 0 0 3 8 】

また、上記第 1 及び第 2 実施形態では、ウエハステージ側のフォーカス・レベリング駆動を説明したが、レチクルステージ側にフォーカス・レベリングセンサを設けて、レチクルステージのフォーカス・レベリング駆動を行なう場合にも、本発明の適用が可能であることは言うまでもない。

【 0 0 3 9 】

次に、上述した露光装置を利用して、マイクロデバイス等のデバイスの一例としての半導体デバイスを製造するプロセスを説明する。図 17 は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（マスク作製）では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。

【 0 0 4 0 】

一方、ステップ 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、上記の露光装置によりリソグラフィ技術を利用してウエハ上に実際の回路を形成する。次のステ

ップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ5によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組み立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、ステップ7でこれを出荷する。

【0041】

上記ステップ4のウエハプロセスは以下のステップを有する。ウエハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウエハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップ、ウエハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置によって回路パターンをレジスト処理ステップ後のウエハに転写する露光ステップ、露光ステップで露光したウエハを現像する現像ステップ、現像ステップで現像したレジスト像以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップ。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

10

【0042】

以上のように上記各実施形態によれば、所定の条件に応じてフォーカス駆動およびレベリング駆動の駆動量の制限値を制御するので、フォーカス・レベリング追従精度および同期精度を向上することが出来る。

【図面の簡単な説明】

20

【0043】

【図1】実施形態による走査型投影露光装置の構成を示す概略図である。

【図2】ウエハのショットレイアウトの例を示す概略図である。

【図3】走査型投影露光装置における先読み方式を説明する図である。

【図4】フォーカス駆動動作を説明する図である。

【図5】スキャン速度に応じたりミット値の設定例を示す図である。

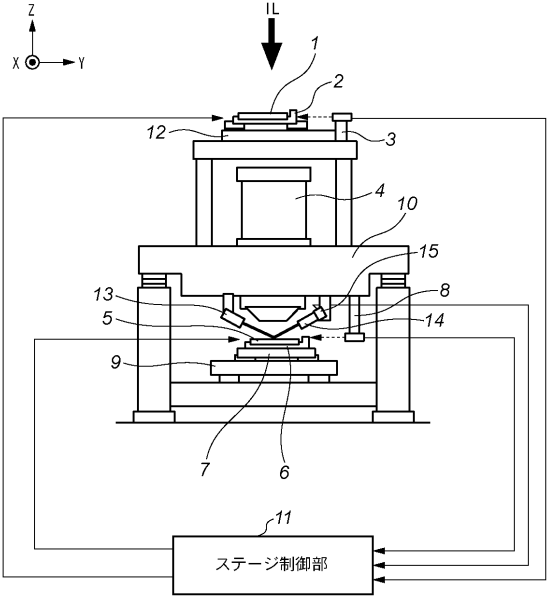
【図6】ステージのX位置に応じたりミット値の設定例を示す図である。

【図7】第1実施形態によるフォーカス・レベリング駆動を実現するためのステージ制御を説明するブロック図である。

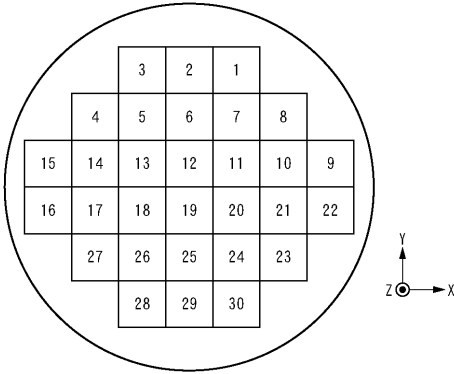
【図8】半導体デバイス製造プロセスを説明する図である。

30

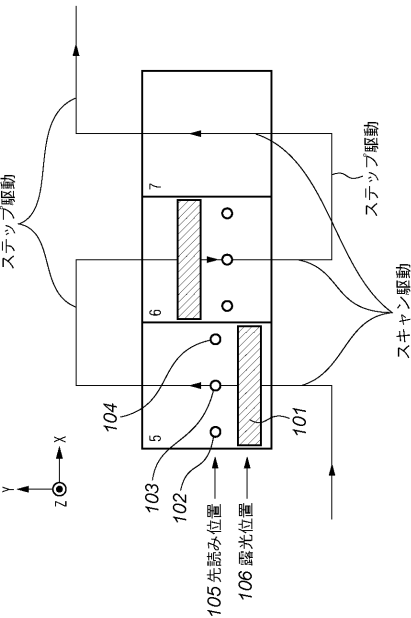
【図 1】



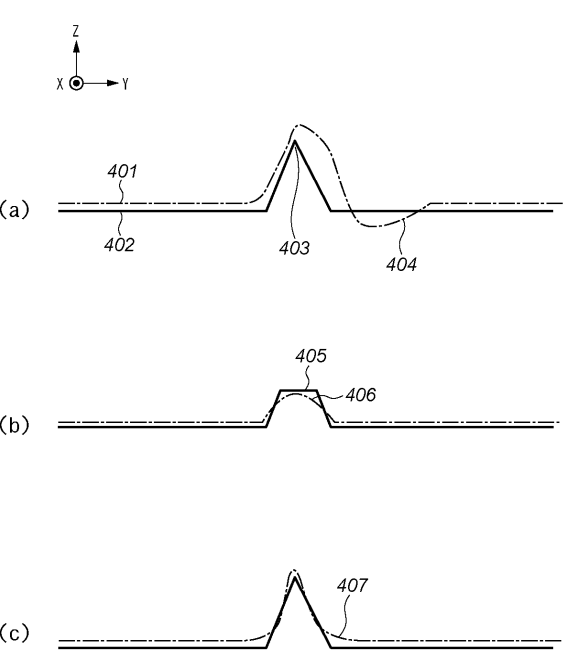
【図 2】



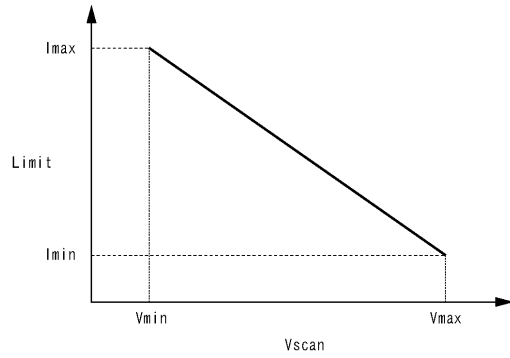
【図 3】



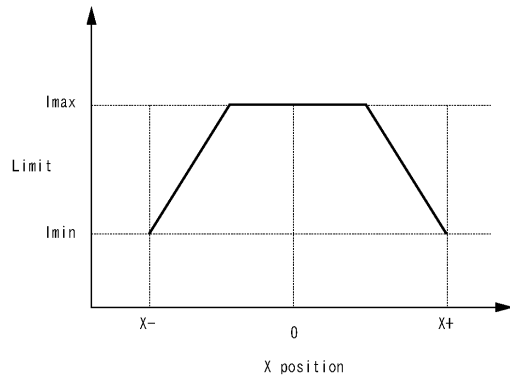
【図 4】



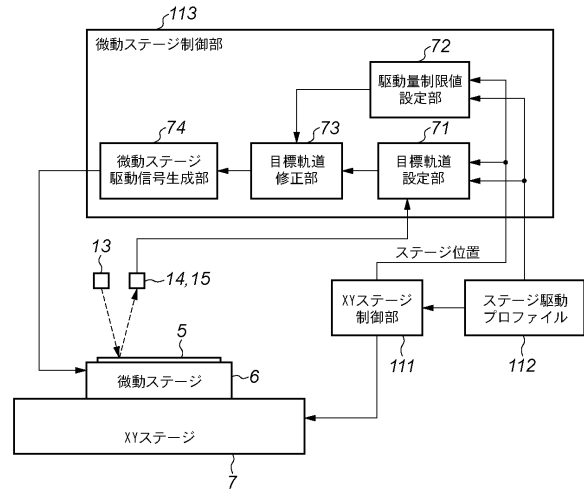
【図 5】



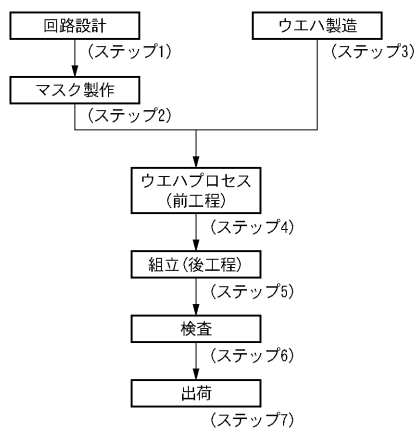
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 秋元 智
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

合議体

審判長 村田 尚英

審判官 森林 克郎

審判官 伊藤 幸仙

(56)参考文献 特開2003-115454(JP,A)
特開2001-223157(JP,A)
特開平8-37150(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L21/027