

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5100088号  
(P5100088)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>H O 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H O 1 L</b>	21/30 5 1 6 D
<b>G O 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 3 F</b>	7/20 5 2 1
			<b>H O 1 L</b>	21/30 5 1 5 E

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-302137 (P2006-302137)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成18年11月7日 (2006.11.7)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-118062 (P2008-118062A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年5月22日 (2008.5.22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成21年11月9日 (2009.11.9)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			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	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 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】

光源からの照明光で原版を照明し該原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置であって、

前記原版への前記照明光の入射を制御するための回転シャッタと、

前記照明光の光強度を検出する光センサと、

前記回転シャッタの動作を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、第1光強度の照明光を使用して第1基板の複数ショット領域を露光する第1露光モードでは、前記光センサの出力に基づいて前記回転シャッタを閉じるタイミングを制御するとともに、前記回転シャッタの開放時間を記憶し、前記第1光強度よりも強い第2光強度の照明光を使用して前記第1基板に対して後続の第2基板の複数ショット領域を露光する第2露光モードでは、各ショット領域の目標露光量と、前記開放時間に基づいて得られる各ショット領域の補正情報とに基づいて決定される回転速度で前記回転シャッタを回転させ、これによって前記回転シャッタを閉状態から開状態にさせ、更に閉状態にさせる、

ことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記第1基板は、複数の基板からなるロットの先頭の基板であることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項 3】

10

20

前記制御部は、前記第 2 露光モードにおいて、前記光センサの出力から求められた露光量と目標露光量とに基づいて補正係数を算出し、露光対象のショット領域についての前記シャッタの回転速度を前記補正情報の他、既に露光がなされた他のショット領域の露光で得られた前記補正係数に基づいて制御する、  
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記光センサは、前記照明光の光強度を積算して基板の露光量を得ることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 5】

光源からの照明光で原版を照明し該原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置であって、

前記原版への前記照明光の入射を制御するための回転シャッタと、

前記照明光の光強度を検出する光センサと、

前記回転シャッタの動作を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、第 1 光強度の照明光を使用して第 1 基板の複数ショット領域を露光する第 1 露光モードでは、前記光センサの出力に基づいて前記回転シャッタを閉じるタイミングを制御するとともに、前記回転シャッタの開放時間を記憶し、前記第 1 光強度よりも強い第 2 光強度の照明光を使用して前記第 1 基板に対して後続の第 2 基板の複数ショット領域を露光する第 2 露光モードでは、各ショット領域の目標露光量と、前記開放時間に基づいて得られる各ショット領域の補正情報を含む複数の補正係数とに基づいて決定される回転速度で前記回転シャッタを回転させ、これによって前記回転シャッタを閉状態から開状態にさせ、更に閉状態にさせる、  
ことを特徴とする露光装置。

【請求項 6】

デバイス製造方法であって、

感光剤が塗布された基板を請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて露光する工程と、

前記基板を現像する工程と、

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、光源からの照明光で原版を照明し該原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置、及び、該露光装置を利用してデバイスを製造するデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、被記録体からの光又は被記録体に照射される光の強度を光電検出器で検出し、この検出値に対応する周波数の出力パルスを得て、このパルスを計数し、所定のパルス数に達した際にシャッタを閉じる構成を有する露光装置が記載されている。シャッタは、1 枚の回転円板に遮光部と透光部を交互に設け、これを回転駆動することにより、照明光の遮光状態および透光状態を制御するものである。シャッタの作動遅れ時間、すなわちシャッタの閉じ信号が発生してからシャッタが完全に閉じるまでに被写体に照射される露光量による誤差を補正する必要がある。そのために、シャッタ開動作時にシャッタ作動遅れによる露光量に対応したパルス数を計数し、このパルス数を考慮してシャッタ閉じ信号の発生タイミングが補正される。

【0003】

低露光量による露光制御を行う場合においては、特許文献 1 に記載されたような構成では、シャッタを閉じるタイミングが間に合わないことがある。そこで、パルス数を計数することなくシャッタを閉じる方法、光強度を低下させた状態で上記のようにパルス数を計

10

20

30

40

50

数し、所定のパルス数に達した際にシャッタを閉じる方法が採用されうる。ここで、光強度を低下させる方法としては、光源位置を光軸方向に移動させる方法、減光フィルターを光源と被記録体との間に挿入する方法が考えられる。

【特許文献 1】特公昭 6 1 - 3 4 2 5 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、パルス数を計数することなくシャッタを閉じる方法では、適正な露光量でウエハ或いはショット領域が露光されることを保証するための技術が必要である。また、上記のように光強度を低下させた状態で露光制御を行う方法ではスループットが低下するという欠点がある。

10

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記のような課題認識を契機としてなされたものであり、例えば、高いスループットと正確な露光量制御を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の側面は、光源からの照明光で原版を照明し該原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置に係り、前記露光装置は、前記原版への前記照明光の入射を制御するための回転シャッタと、前記照明光の光強度を検出する光センサと、前記回転シャッタの動作を制御する制御部とを備え、前記制御部は、第 1 光強度の照明光を使用して第 1 基板の複数ショット領域を露光する第 1 露光モードでは、前記光センサの出力に基づいて前記回転シャッタを閉じるタイミングを制御するとともに、前記回転シャッタの開放時間を記憶し、前記第 1 光強度よりも強い第 2 光強度の照明光を使用して前記第 1 基板に対して後続の第 2 基板の複数ショット領域を露光する第 2 露光モードでは、各ショット領域の目標露光量と、前記開放時間に基づいて得られる各ショット領域の補正情報とに基づいて決定される回転速度で前記回転シャッタを回転させ、これによって前記回転シャッタを閉状態から開状態にさせ、更に閉状態にさせる。

20

本発明の第 2 の側面は、光源からの照明光で原版を照明し該原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置に係り、前記露光装置は、前記原版への前記照明光の入射を制御するための回転シャッタと、前記照明光の光強度を検出する光センサと、前記回転シャッタの動作を制御する制御部とを備え、前記制御部は、第 1 光強度の照明光を使用して第 1 基板の複数ショット領域を露光する第 1 露光モードでは、前記光センサの出力に基づいて前記回転シャッタを閉じるタイミングを制御するとともに、前記回転シャッタの開放時間を記憶し、前記第 1 光強度よりも強い第 2 光強度の照明光を使用して前記第 1 基板に対して後続の第 2 基板の複数ショット領域を露光する第 2 露光モードでは、各ショット領域の目標露光量と、前記開放時間に基づいて得られる各ショット領域の補正情報を含む複数の補正係数とに基づいて決定される回転速度で前記回転シャッタを回転させ、これによって前記回転シャッタを閉状態から開状態にさせ、更に閉状態にさせる。

30

【発明の効果】

40

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、例えば、高いスループットと正確な露光量制御を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 8 】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。

【 0 0 0 9 】

図 1 は、本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。本発明の好適な実施形態の露光装置 100 は、光源 1、シャッタ 4、原版ステージ 21、投影光学系 6、基板ステージ 22 を備える。原版ステージ 21 は、原版（レチクル）2 を保持し位置決

50

めする。原版 2 には、半導体回路パターン等のパターンが形成されていて、光源 1 が発生する照明光によって照明される。基板ステージ 2 2 は、フォトレジスト（感光剤）が塗布された基板（ウエハ）3 を保持し位置決めする。基板 3 には、投影光学系 6 を介して、原版 2 のパターンが投影され、これにより基板 3 に塗布されているフォトレジストに潜像パターンが形成される。潜像パターンは、現像装置において現像され、これによりレジストパターンが形成される。

#### 【 0 0 1 0 】

シャッタ 4 は、光源 1 と原版ステージ 2 1 との間に配置され、原版 2 への光源 1 からの照明光の入射時間を制御することによって基板 3 の露光時間を決定する。露光装置 1 0 0 は、基板 3 の露光量を検知する露光量センサ 5 を備える。露光量センサ 5 は、例えば、光センサ 5、アンプ 7、V / F コンバータ 9、パルスカウンタ 1 1 を含んで構成されうる。光センサ 5 は、シャッタ 4 と原版ステージ 2 1 との間における照明光の強度を検出する。光センサ 5 は、受光素子を含む。該受光素子は、シャッタ 4 と原版ステージ 2 1 との間における照明光の光路に配置されてもよいし、該光路からミラーによって取り出された光を受光するように配置されてもよい。アンプ 7 は、光センサ 5 から出力される光強度を示す信号を電圧信号に変換する。V / F コンバータ 9 は、アンプ 7 から出力される電圧信号を周波数信号に変換する。パルスカウンタ 1 1 は、V / F コンバータ 9 から出力される周波数信号のパルス数をカウントする。パルスカウンタ 1 1 によってカウントされたカウント値は、照明光の光強度を積算した量を意味するので、基板の露光量と比例する。よって、このカウント値によって基板の露光量を示す情報が得られる。

#### 【 0 0 1 1 】

露光装置 1 0 0 は、更に、制御部 1 3、入出力装置 1 5、目標露光量決定器 1 6、シャッタ駆動回路 1 4 等を備えうる。制御部 1 3 は、あるモードにおいては、パルスカウンタ 1 1 の出力に基づいて露光量を制御する。シャッタ駆動回路 1 4 は、制御部 1 3 からの指示を受けてシャッタ 4 を開閉駆動する。入出力装置（コンソール）1 5 は、各種の情報を入力・出力するための装置である。目標露光量決定器 1 6 は、入出力装置 1 5 を介して入力された露光条件、及び、必要に応じて入力される他の情報に基づいて、目標露光量を決定する。

#### 【 0 0 1 2 】

図 2 は、シャッタ 4 の動作による露光制御を説明するための図である。シャッタ 4 は、シャッタ板 8 1 を含む。図 2 では、シャッタ板 8 1 と、照明光が通る光路領域 8 6 との位置関係が例示されている。図 2（a）は、シャッタ板 8 1 の遮光部 A によって光路領域 8 6 が遮断された状態である。図 2（b）は、図 2（a）の状態からシャッタ板 8 1 が時計回りに 60° 回転し、光路領域 8 6 が遮断されなくなった状態である。図 2（c）は、図 2（b）の状態からシャッタ板 8 1 が更に時計回りに 60° 回転し、遮光部 B により光路領域 8 6 が遮断された状態である。光路領域 8 6 が遮断されていない状態は、シャッタ 4 が開かれた状態であり、光路領域 8 6 が遮断された状態は、シャッタ 4 が閉じられた状態である。

#### 【 0 0 1 3 】

この実施形態では、低露光量で基板を露光する際の露光シーケンスは、第 1 光強度の照明光を使用する低速露光モード（第 1 露光モード）と、第 1 光強度よりも強い第 2 光強度の照明光を使用する高速露光モード（第 2 露光モード）とを含む。高速露光モードは、低速露光モードに続いて実行される。

#### 【 0 0 1 4 】

低速露光モードは、複数の基板からなるロットの先頭の少なくとも 1 枚の基板について実施されうる。低速露光モードでは、基板に入射する光の強度を低下させた状態で、V / F コンバータ 9 から出力される周波数信号のパルス数をパルスカウンタ 1 1 でカウントし、カウントしてパルス数が目標パルス数に達した時点でシャッタ 4 を閉じる。ここで、光強度を第 1 光強度に低下させる方法としては、光源 1 の位置を光軸方向に変更する方法、減光フィルターを光源と原版との間に挿入する方法が考えられる。

## 【 0 0 1 5 】

高速露光モードは、低速露光モードで露光された基板に対して後続の基板を対象とする。例えば、低速露光モードでロットの1枚目の基板が露光された場合は、高速露光モードでは、ロットの2枚目以降の基板を対象として露光を行う。高速露光モードでは、露光量センサ5の出力を用いず、また、光強度を低下させることなく、目標露光量と低速露光モードでの露光制御に基づいて得られる補正情報とに基づいて決定される回転速度でシャッタ4が回転駆動されて露光量が制御される。ここで、1ショット領域の露光において、図2(a)に示すように遮光部Aによって光路領域86が完全に遮断された状態から、図2(c)に示すようにシャッタ4が120°回転駆動される。露光時間は、遮光部Aによる光路領域86の遮断が終了してから遮光部Bによる光路領域86の遮断が開始されるまでの時間であり、この時間は、シャッタ4の回転速度で決定される。

10

## 【 0 0 1 6 】

図3は、目標露光量とシャッタ4の回転速度(シャッタ板81の回転速度)との関係を例示するグラフである。図3に例示されるような目標露光量とシャッタ4の回転速度との関係は、実験又は計算により求めることができ、例えば、近似関数又はデータテーブルとして制御部13内のメモリ(不図示)に予め格納しておくことができる。以下、特に言及しない限り、「メモリ」は、制御部13内のメモリを意味するが、このようなメモリに代えて、制御部13の外部装置としてのメモリを使用しうることは言うまでもない。

## 【 0 0 1 7 】

図4は、基板上におけるショットレイアウトを例示する図である。基板3上に格子状に配列された領域は、ショット領域と呼ばれる分割露光領域を示す。ショット領域中に記載された数字は、露光順番を示す。

20

## 【 0 0 1 8 】

図5は、露光シーケンスを実行する前の露光装置100における判断処理を示すフローチャートである。

## 【 0 0 1 9 】

ステップS101では、制御部13は、入出力装置15を介して入力又は設定された切替基準を取得する。ステップS103では、制御部13は、目標露光量決定器16から目標露光量情報(Target Dose)を取得する。

## 【 0 0 2 0 】

ステップS104では、制御部13は、ステップS102で取得した切替基準とステップS103で取得した目標露光量とを比較し、目標露光量が切替基準より大きければ、ステップS105に処理を進め、高露光量モードにおける露光シーケンスを実行する。一方、目標露光量が切替基準と等しいか小さければ、制御部13は、処理をステップS106に進め、低露光量モードにおける露光シーケンスを実行する。

30

## 【 0 0 2 1 】

図6は、高露光量モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。ステップS202では、制御部13は、目標露光量決定器16から提供された目標露光量をメモリに格納、即ち記憶する。ステップS203では、制御部13は、シャッタ駆動回路14に対してシャッタ開指令を送ってシャッタ4を開かせる。

40

## 【 0 0 2 2 】

ステップS204では、シャッタ4が開いて光源1が発生した照明光で原版2が照明されることによって基板3の露光が開始される。光センサ5から出力される光強度を示す信号は、アンプ7で電圧信号に変換され、この電圧信号は、V/Fコンバータ9によりパルス列に変換され、このパルス数は、パルスカウンタ11によってカウントされる。

## 【 0 0 2 3 】

ステップS205では、制御部13は、パルスカウンタ11から提供されるカウント値を読み、カウント値が前述のメモリに格納した目標露光量によって決まるパルス値と一致するか否かを判断する。ステップS205は、パルスカウンタ11から提供されるカウント値が目標露光量によって決まるパルス値と一致するまで繰り返され、両者が一致したら

50

、制御部 13 は、ステップ S 206 に処理を進める。

【0024】

ステップ S 206 では、制御部 13 は、シャッタ駆動回路 14 に対してシャッタ閉指令を送り、シャッタ 4 を閉じさせる。

【0025】

図 7 は、低露光量モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。ステップ S 302 では、制御部 13 は、処理対象の基板が低速露光モードによる露光の対象であるか否かを判断する。ここで、低速露光モードによる露光の対象の基板は、典型的には、ロットの先頭の少なくとも 1 枚の基板である。低速露光モードによる露光の対象の基板をどのような基板にすべきであるかは、例えば、入出力装置 15 を介して入力される情報に応じて決定されうる。或いは、低速露光モードによる露光の対象の基板をどのような基板にすべきであるかは、デフォルトで設定された情報に従いうる。低速露光モードによる露光の対象の基板として、上記の他、例えば、露光装置 100 におけるステータスの変動したこと（例えば、光源 1 の稼働時間が基準値を超えたなど）に応じて、その後に処理されるべき少なくとも 1 枚の基板が選択されてもよい。

10

【0026】

制御部 13 は、処理すべき基板が低速露光の対象の基板である場合には、処理をステップ S 303 に進め、処理すべき基板が低速露光の対象の基板ではない場合には、処理をステップ S 304 に進める。

【0027】

20

図 8 は、低速露光モード（第 1 露光モード）における露光シーケンスを示すフローチャートである。図 8 に示す処理の開始時に、ショット番号（N）は、1 に初期化されるものとする。

【0028】

ステップ S 402 では、制御部 13 は、基板に入射する光の強度を第 1 光強度に低下させる。ここで、光の強度を低下させる方法としては、前述のように、例えば、光源 1 の位置を光軸方向に変更する方法、減光フィルターを光源と原版との間に挿入する方法が考えられる。光の強度は、露光量センサ S の出力に基づいてシャッタ 4 を閉じることによって目標露光量を実現することが可能になるように低下される。

【0029】

30

シャッタ 4 の十分な開放時間が得られると、露光量センサ S の出力に基づいて制御部 13 がシャッタ駆動回路 14 に対してシャッタ閉指令を送ってシャッタ 4 を閉じさせる方法で基板を適正露光量で露光することができる。

【0030】

ステップ S 403 では、制御部 13 は、目標露光量決定器 16 から提供された目標露光量をメモリに格納する。ステップ S 404 では、制御部 13 は、シャッタ駆動回路 14 に対してシャッタ閉指令を送ってシャッタ 4 を開かせる。

【0031】

ステップ S 405 では、シャッタ 4 が開いて光源 1 が発生した照明光で原版 2 が照明されることによって基板 3 の露光が開始される。光センサ 5 から出力される光強度を示す信号は、アンプ 7 で電圧信号に変換され、この電圧信号は、V/F コンバータ 9 によりパルス列に変換され、このパルス数は、パルスカウンタ 11 によってカウントされる。

40

【0032】

ステップ S 406 では、制御部 13 は、露光量センサ S のパルスカウンタ 11 から提供されるカウント値を読み、カウント値が前述のメモリに格納した目標露光量によって決まるパルス値と一致するか否かが判断される。ステップ S 406 は、パルスカウンタ 11 から提供される計数値が目標露光量によって決まるパルス値と一致するまで繰り返され、両者が一致したら、制御部 13 は、ステップ S 407 に処理を進める。

【0033】

ステップ S 407 では、制御部 13 は、シャッタ駆動回路 14 に対してシャッタ閉指令

50

を送ってシャッタ 4 を閉じさせる。すなわち、シャッタ 4 が閉じるタイミングは、露光量センサ S のパルスカウンタ 11 から提供されるカウント値に基づいて制御部 13 によって制御される。

【0034】

ステップ S 408 では、制御部 13 は、シャッタ開指令（ステップ S 404）からシャッタ閉指令（ステップ S 407）までにかかった時間をシャッタ開放時間（ShutterOpenTime）としてメモリに格納する。

【0035】

ステップ 409 では、制御部 13 は、ステップ S 403 で格納した目標露光量（TargetDose）とステップ S 408 で格納したシャッタ開放時間（ShutterOpenTime）とに基づいて、式（1）に従って補正係数（補正情報）を算出する。ステップ S 410 では、制御部 13 は、算出した補正係数を、ショット番号（N）を配列変数とする第 2 補正係数（Coef2（N））として、メモリに格納する。

【0036】

$$\text{Coef2}(\text{N}) = \text{ShutterOpenTime} \times \text{TimeDoseConst} / \text{TargetDose} \cdots (1)$$

ここで、N はショット番号、TargetDose は目標露光量  $[\text{J}/\text{m}^2]$ 、ShutterOpenTime はシャッタ開放時間  $[\text{S}]$  である。また、TimeDoseConst は比例定数  $[\text{J}/\text{m}^2 \cdot \text{S}]$ 、Coef2（N）は第 2 補正係数である。

【0037】

ステップ S 411 では、制御部 13 は、全ショット領域について露光がなされたか否かを判断し、全ショット領域について露光がなされていない場合には、ショット番号（N）を 1 だけ増加させて処理をステップ S 404 に戻す。

【0038】

なお、低速露光モードによる露光の対象が複数枚の基板である場合には、複数枚の基板についてそれぞれ得られる第 2 補正係数を演算（例えば、平均の演算）して、この演算結果に基づいて高速露光モード用の第 2 補正係数を得ることができる。

【0039】

図 9 は、高速露光モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。図 9 に示す処理の開始時に、露光対象のショット番号（N）は、1 に初期化されるものとする。

【0040】

ステップ S 501 では、制御部 13 は、基板に入射する光の強度が第 2 光強度（典型的には最大光強度）になっているかどうかを確認し、第 2 光強度になっていない場合には、第 2 光強度に戻す。

【0041】

ステップ S 503 では、制御部 13 は、目標露光量決定器 16 から提供された目標露光量をメモリに格納する。ステップ S 503 では、制御部 13 は、第 N ショットの露光のために、メモリに格納された第 1 補正係数 Coef1（N - 1）を取得する。第 1 補正係数 Coef1（N - 1）については、後述する。

【0042】

ステップ S 504 では、制御部 13 は、最終目標露光量（FinalDose）を第 1 補正係数（Coef1（N - 1））と第 2 補正係数（Coef2（N））と目標露光量（TargetDose）に基づいて、式（2）に従って計算する。なお、Coef1（0）はデフォルト値とすることができる。

【0043】

$$\text{FinalDose} = \text{TargetDose} \times \text{Coef1}(\text{N} - 1) \times \text{Coef2}(\text{N}) \cdots (2)$$

ここで、N はショット番号、TargetDose は目標露光量  $[\text{J}/\text{m}^2]$ 、FinalDose は最終目標露光量  $[\text{J}/\text{m}^2]$ 、Coef1（N - 1）は第 1 補正係数、Coef2（N）は第 2 補正係数である。

## 【 0 0 4 4 】

ステップ S 5 0 5 では、制御部 1 3 は、最終目標露光量 ( F i n a l D o s e ) に基づいてシャッタ 4 の回転速度を計算する。シャッタ 4 の回転速度は、図 3 を参照して説明したとおり、メモリに格納された、目標露光量とシャッタ 4 の回転速度との関係を示す近似関数又はデータテーブルを参照して求めることができる。図 3 に例示する例では、最終目標露光量を D 1 とすると、それに対応するシャッタ 4 の回転速度は R 1 である。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S 5 0 6 では、制御部 1 3 は、シャッタ駆動回路 1 4 に対して、ステップ S 5 0 5 で求めた回転速度でシャッタ 4 を回転させるようにシャッタ回転指令を送り、シャッタ 4 を回転させる。

10

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 5 0 7 では、シャッタ 4 が開いて光源 1 が発生した照明光で原版 2 が照明されることによって基板 3 の露光が開始される。光センサ 5 から出力される光強度を示す信号は、アンプ 7 で電圧信号に変換され、この電圧信号は、V / F コンバータ 9 によりパルス列に変換され、このパルス数は、パルスカウンタ 1 1 によってカウントされる。

## 【 0 0 4 7 】

ステップ S 5 0 8 では、制御部 1 3 は、シャッタ回転速度に基づいてシャッタ 4 が完全に閉状態になるタイミングを待ち、その後、ステップ S 5 0 9 では、制御部 1 3 は、パルスカウンタ 1 1 によるカウント動作を終了させる。ここで、高速露光モード ( 第 2 露光モード ) では、第 N ショット領域の露光量の制御のためのシャッタ 4 の動作は、当該第 N ショット領域の露光中における露光量センサ 5 の出力 ( 或いは、カウント動作 ) には依存しない。

20

## 【 0 0 4 8 】

ステップ S 5 1 0 では、制御部 1 3 は、ステップ S 5 0 7 からステップ S 5 0 9 までの間でカウントされたパルス数から実際の露光量 ( M e a s u r e R e s u l t ) を算出する。また、このステップ S 5 1 0 では、制御部 1 3 は、実際の露光量 ( M e a s u r e R e s u l t ) と、最終目標露光量 ( T a r g e t D o s e ) から第 1 補正係数 ( C o e f 1 ) を式 ( 3 ) に従って算出する。ここで求められた第 1 補正係数 ( C o e f 1 ( N ) ) は、次のショット、すなわち ( N + 1 ) 番目のショットの最終露光量 ( F i n a l D o s e ) の計算に用いられる。

30

## 【 0 0 4 9 】

$$C o e f 1 ( N ) = 1 / \{ M e a s u r e R e s u l t / T a r g e t D o s e \} \cdots ( 3 )$$

ここで、N はショット番号、M e a s u r e R e s u l t は低速露光量 [ J / m <sup>2</sup> ]、T a r g e t D o s e は目標露光量 [ J / m <sup>2</sup> ] である。

## 【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 1 1 では、制御部 1 3 は、ステップ S 5 1 0 で算出された値をショット番号 ( N ) と関連づけて、C o e f 1 ( N ) としてメモリに格納する。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 5 1 2 では、制御部 1 3 は、全ショット領域について露光がなされたか否かを判断し、全ショット領域について露光がなされていない場合には、ショット番号 ( N ) を 1 だけ増加させて処理をステップ S 5 0 3 に戻す。

40

## 【 0 0 5 2 】

以上の説明では、露光対象の第 N ショット領域における最終目標露光量を既に露光がなされた第 ( N - 1 ) ショット領域の露光で得られる第 1 補正係数に基づいて計算している。これに代えて、第 N ショット領域における最終目標露光量は、例えば、第 N ショット領域の近傍のショット領域についての第 1 補正係数に基づいて計算されてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

式 ( 1 )、式 ( 2 )、式 ( 3 ) は、計算方法の一例であり、これらの式に代えて他の式が使われてもよいし、露光装置ごとに決まるオフセット係数や、露光プロセス条件から決

50



まるオフセット係数が考慮されてもよい。

【 0 0 5 4 】

1 ショット前の補正係数を用いる方法は、シャッタの駆動誤差成分の補正に優位であり、近傍ショットの補正係数を用いる方法は、ウエハ状態やプロセスによる誤差成分の補正に優位である。

【 0 0 5 5 】

本発明の好適な実施形態によれば、例えば、低速露光モード（第1露光モード）では、露光量センサの出力に基づいてシャッタを閉じるタイミングが制御されるとともに、シャッタの開放時間に基づいて得られる補正情報が記憶される。また、高速露光モード（第2露光モード）では、その補正情報に基づいてシャッタの動作が制御される。したがって、高速露光モードによって高いスループットが得られるとともに、低速露光モードで得られる補正情報に基づいて高速露光モードにおいても正確な露光量制御が実現される。

【 0 0 5 6 】

また、補正情報をショット領域ごとに算出することによって、ショット領域間における露光量ばらつきを抑えることができる。ここで、基板の周辺のショット領域、特に欠けたショット領域（矩形ではないショット領域）については露光量が不正確になる傾向にあるが、この実施形態によれば、そのようなショット領域についても正確な露光が可能になる。

【 0 0 5 7 】

次に上記の露光装置を利用したデバイス製造方法を説明する。図10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（レチクル作製）では設計した回路パターンに基づいてレチクル（原版またはマスクともいう）を作製する。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（基板ともいう）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、上記のレチクルとウエハを用いて、リソグラフィ技術によっ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4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、これを出荷（ステップ7）する。図11は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（CMP）ではCMP工程によって絶縁膜を平坦化する。ステップ16（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ17（露光）では上記の露光装置を用いて、回路パターンが形成されたマスクを介し感光剤が塗布されたウエハを露光してレジストに潜像パターンを形成する。ステップ18（現像）ではウエハ上のレジストに形成された潜像パターンを現像してレジストパターンを形成する。ステップ19（エッチング）ではレジストパターンが開口した部分を通してレジストパターンの下にある層又は基板をエッチングする。ステップ20（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 8 】

【図1】本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】シャッタの動作による露光制御を説明するための図である。

【図3】目標露光量とシャッタの回転速度との関係を示すグラフである。

【図4】基板上におけるショットレイアウトを例示する図である。

【図5】露光シーケンスを実行する前の露光装置における判断処理を示すフローチャート

10

20

30

40

50

である。

【図 6】高露光量モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。

【図 7】低露光量モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。

【図 8】低速露光モード（第 1 露光モード）における露光シーケンスを示すフローチャートである。

【図 9】高速露光モードにおける露光シーケンスを示すフローチャートである。

【図 10】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。

【図 11】ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

10

1：光源

2：原版

3：基板

4：シャッタ

5：光センサ

6：投影光学系

7：プリアンプ

9：V/Fコンバータ

11：パルスカウンタ

13：制御部

20

14：シャッタ駆動回路

15：入出力装置

16：目標露光量決定器

21：原版ステージ

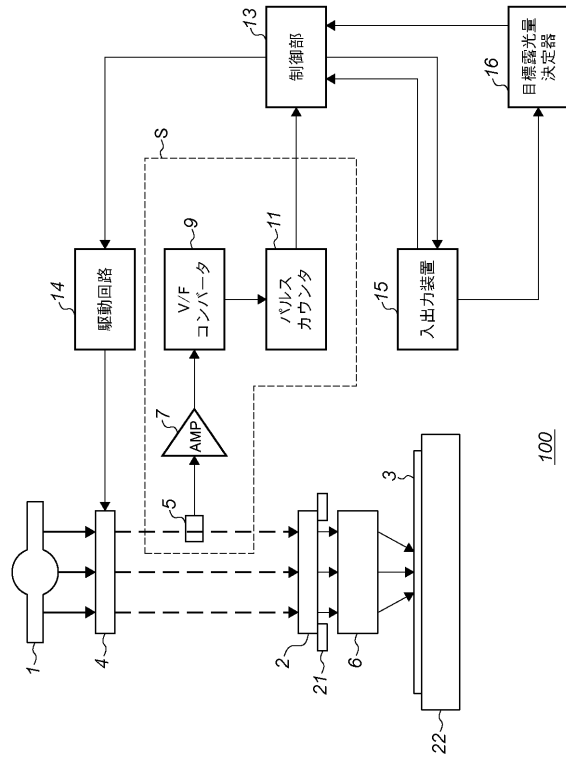
22：基板ステージ

81：シャッタ板

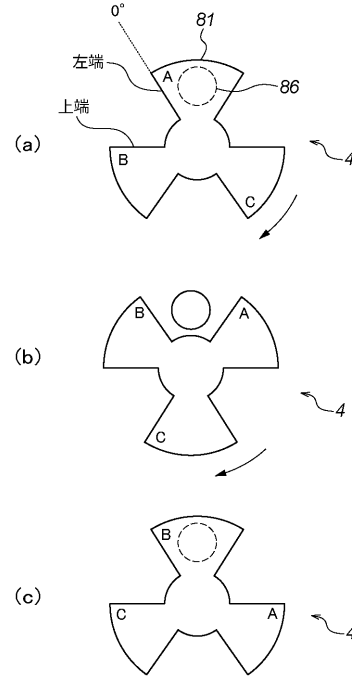
86：光路領域

S：露光量センサ

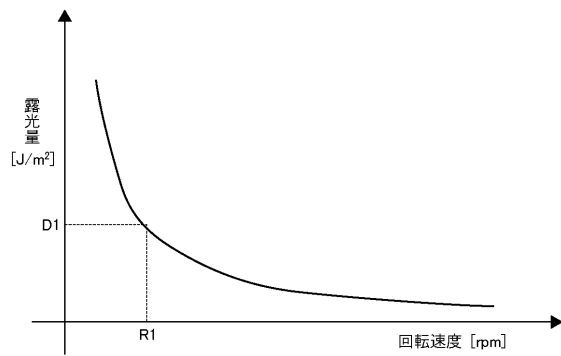
【図 1】



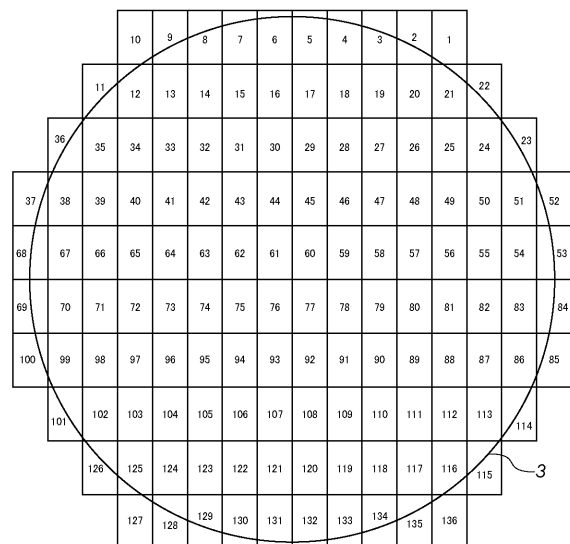
【図 2】



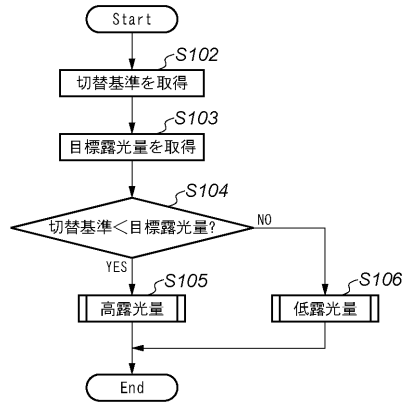
【図 3】



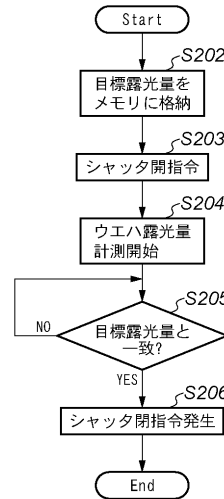
【図 4】



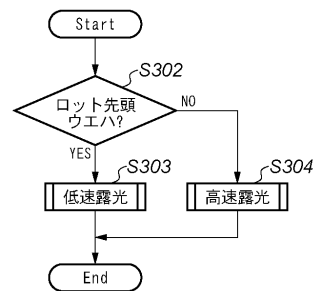
【図 5】



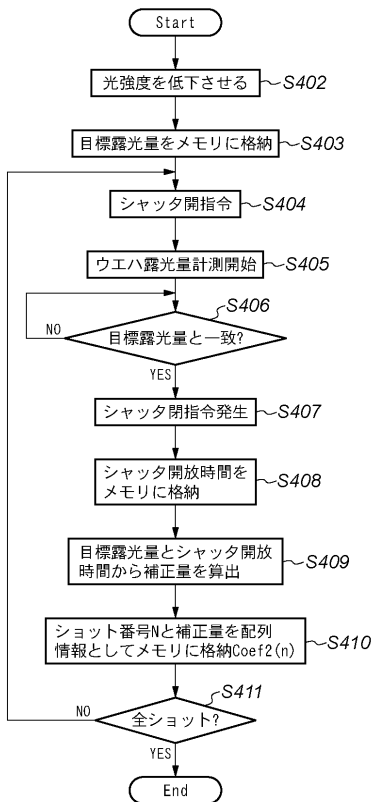
【図 6】



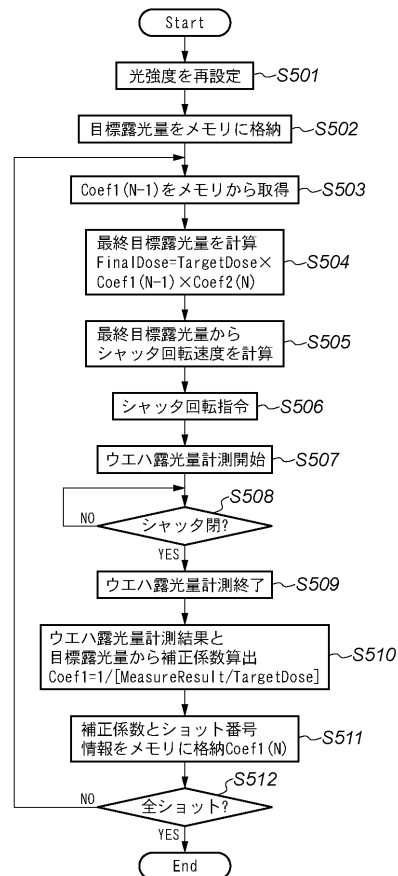
【図 7】



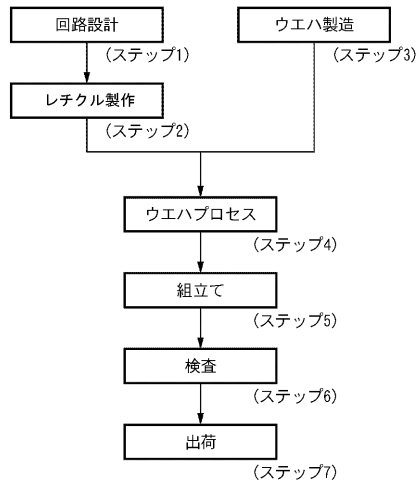
【図 8】



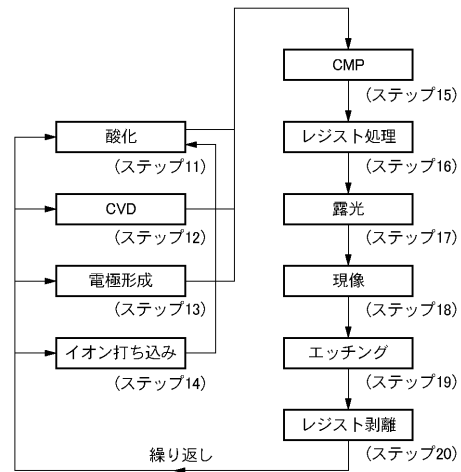
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平野 真一  
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

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特開平05-055106(JP,A)  
特開2005-252161(JP,A)  
特開平09-320938(JP,A)  
特開平05-094932(JP,A)  
特公昭61-034252(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 7/20 - 7/24