

(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2008-140956

(P2008-140956A)

(43) 公開日 平成20年6月19日(2008.6.19)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
H O 1 L	21/027	(2006.01)	H O 1 L	21/30	5 1 6 C	5 F 0 4 6
G O 3 F	7/20	(2006.01)	G O 3 F	7/20	5 2 1	
			H O 1 L	21/30	5 1 4 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-325229 (P2006-325229)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成18年12月1日 (2006.12.1)		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	100086287
			弁理士 伊東 哲也
		(74) 代理人	100086461
			弁理士 齋藤 和則
		(72) 発明者	浅石 忠弘
			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)	5F046 AA07 CA04 DA01 DA14 DB01

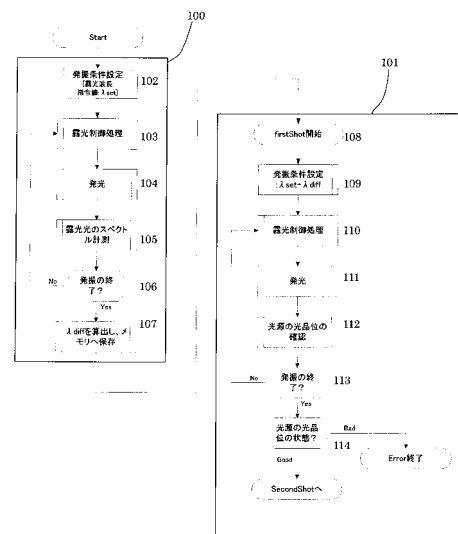
(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の波長からなる露光光を用いる場合の、フォーカスずれ、及びそれによる生産性の低下を防止する。

【解決手段】 複数の波長からなる露光光を用いて基板を露光する露光装置において、実際の露光に先立って、露光光源へ設定した波長（スペクトル）と、その露光光源が発光した光より得られるスペクトルとの差分を計測する。実際の露光は、露光パラメータに基づいて算出される露光波長指令値に、計測した差分を加減算することにより、露光光源へ設定する波長指令値を修正して行う。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原版を介し基板を露光する露光装置であって、
光源と、

前記光源から射出された光の波長スペクトルを計測する手段と、

該計測された波長スペクトルに基づき、前記光源から射出された光の中心波長を算出し、該算出された中心波長と該計測時に前記光源に対して設定された中心波長との差を算出し、かつ該算出された差に基づいて前記光源に対して設定される中心波長を算出する手段と、

を備えることを特徴とする露光装置。

10

【請求項 2】

前記光源は、パルス光源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】

前記算出する手段は、前記光源の発光パルス毎に計測した波長スペクトルを積算し、該積算された波長スペクトルに基づいて該中心波長を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記算出する手段は、該積算された波長スペクトルを累積し、該累積された波長スペクトルに基づいて該中心波長を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

20

前記算出手段は、該基板に関し設定された露光量にさらに基づいて該中心波長を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の露光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の露光装置を用いて原版を介し基板を露光するステップと、

該露光された基板を現像するステップと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】

本発明は、IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等、微細なパターンを有するデバイスを製造するための露光装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体に所望の回路パターンを形成する方法としては、リソグラフィによる加工方法がよく知られている。このリソグラフィは、回路パターンが形成されたマスク（原版）を介して光を照射し、感光性有機膜（フォトレジスト）が塗布されている半導体基板を所定のパターンに露光させる加工方法である。

【0003】

近年、LSI (Large Scale Integrated circuit) などの高集積化に伴って、回路パターンの更なる微細化が要求されている。前述のリソグラフィによる加工方法において、加工精度を向上させるためには、露光を行う露光装置の解像度を向上させる必要がある。

40

【0004】

露光装置の解像度 (Resolution) は、以下の式に示すように、光源の波長に比例し、また、レンズ（投影レンズ）の開口数 NA (Numeric Aperture) に反比例することが知られている。なお、k1 は、比例定数である。

$$\text{Resolution} = k1 \cdot (\lambda / \text{NA}) \quad \dots (1)$$

従って、露光装置の解像度を向上させるためには、光源の波長を短くするか、または、レンズの開口数を増加させればよいことになる。

【0005】

50

ところで、露光装置の光学系の特性の1つとして焦点深度(DOF: Depth Of Focus)がある。この焦点深度は、投影される像のボケが許容される範囲をフォーカス点からの距離によって表したものである。このような焦点深度は、以下の式によって表すことができる。なお、 k_2 は比例定数である。

$$DOF = k_2 \cdot (\lambda / NA^2) \quad \dots (2)$$

従って、露光装置の加工精度を向上させるために、光源の波長を短くしたり、レンズの開口数を増加させると、それに応じて焦点深度の値が著しく小さくなり、その結果、正確な加工が可能な光軸方向の距離が短くなってしまふ。

【0006】

特に、回路パターンの微細化と立体化によって高集積化を図ろうとしている次世代のデバイスにおいては、このような焦点深度の減少は深刻な問題となっている。すなわち、回路パターンの立体化のためには光軸方向の加工寸法が長くなるため、シャープなフォーカスが広い範囲で必要であることと、回路の微細度に拘らず一定の焦点深度は常に必要であることがその理由である。

【0007】

上記の問題を解決すべく、複数の波長よりなる露光光を用いてマスクパターンを基板へ投影することにより、同一光軸上の異なる位置に結像させることで、焦点深度の拡大を図る試みがなされている。

例えば、特登録2619473においては、第1波長を発振する光源と、第2波長を発振する光源とを備え、各発振光を合成した光を露光光として用いる手段が提案されている。あるいは、特開平11-162824においては、光源とウエハ間の光路上に、複数の波長帯域の光を選択的に透過させるフィルタを設けることで、複数の波長よりなる露光光での露光方法を提案している。上記2つの方式は、露光光自体に複数の波長スペクトルを持たせることを実現する手段である。

【0008】

一方でウエハへの露光は、ある一定の発光パルス数(あるいは、ある一定の時間)積算することから、特開平06-252021では、光源の設定波長をウエハ露光中に可変させることで、複数の波長スペクトル光によるウエハ露光を実現している。これは、ウエハへ照射する積算露光のスペクトル分布を、図4に示すような2つのピーク波長をもつスペクトルにするために、露光中の発光パルスの波長を図5に示すように、 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 間で制御することで実現する。

【特許文献1】特登録2619473号公報

【特許文献2】特開平11-162824号公報

【特許文献3】特開平06-252021号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

一般的に露光装置の光源として使用されるエキシマレーザの概要について、図6を用いて説明する。

レーザチャンバ27内にはレーザガスが封入され主放電電極30、31が設けられている。主放電電極30、31間で放電が行われレーザガスが励起されるとレーザチャンバ27内で光が発生し、この光は、ウィンドウ28、29を透過し、フロントミラー32と狭帯域化部40との間で共振、増幅される。光は狭帯域化部40内のプリズム、グレーティング等の波長選択素子によって狭帯域化されてフロントミラー32からレーザ光33として出力される。

出力レーザ光33の一部はビームスプリッタ34で反射されて波長モニタとしてのモニターエタロン36、回折格子型分光器37へ入射される。波長モニタ36、37では出力レーザ光33の発振中心波長 λ_c や発振スペクトル幅 $\Delta\lambda$ が計測される。計測値は波長コントローラ38へ送信される。

【0010】

10

20

30

40

50

上記エキシマレーザにおいて、一定のエネルギー強度で図 5 に示すように露光中の設定波長を制御した場合、必ずしも図 4 に示すような左右対称の波長スペクトルを得られず、図 7 に示すような波長スペクトルとなる。これは、エキシマレーザ内部の光学系の特性に依存する現象である。例えば、波長選択素子のグレーティングは、選択波長により反射率が異なる特性を持ち、そのため - （設定中心波長より短波長側）と + （設定中心波長より長波長側）とで光強度が異なってしまう。

この - と + とでの光強度の相違のため、フォーカスがずれるなどの影響により、露光装置の生産性が低下し得る。

本発明は、波長スペクトルの非対称性によるデフォーカスを低減させることを例示的目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題を解決するため、本発明の露光装置は、原版を介し基板を露光する露光装置であって、光源と、前記光源から射出された光の波長スペクトルを計測する手段と、前記光源に対して設定される中心波長を算出する手段とを備える。そして、前記算出する手段は、以下を特徴とする。すなわち、前記算出する手段は、該計測された波長スペクトルに基づき、前記光源から射出された光の中心波長を算出する。また、該算出された中心波長と該計測時に前記光源に対して設定された中心波長との差を算出する。さらに、該算出された差に基づいて前記光源に対して設定される中心波長を算出する。

【発明の効果】

20

【0012】

本発明によれば、例えば、波長スペクトルの非対称性によるデフォーカスを低減させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の好ましい実施の形態において、前記光源はパルス光源である。前記算出する手段は、前記光源の発光パルス毎に計測した波長スペクトルを積算し、該積算された波長スペクトルに基づいて該中心波長を算出する。または、該積算された波長スペクトルを累積し、該累積された波長スペクトルに基づいて該中心波長を算出する。あるいは、該積算された波長スペクトルまたは該累積された波長スペクトルに加えて、該基板に関し設定された露光量に基づいて該中心波長を算出する。そして、該算出された中心波長と該計測時に前記光源に対して設定された中心波長との差であるずれ成分を算出する。さらに、該算出された差に基づいて前記光源に対して設定される中心波長を算出する。

30

【0014】

前記波長スペクトルの計測のために前記光源に対して設定される中心波長（露光波長指令値）は、例えば、前記のずれ成分を零として、または先の露光において適用されたずれ成分に基づいて算出される。

【実施例】

【0015】

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

40

図 1 は、本発明の一実施例に係る走査型半導体露光装置の概略構成図を示す。

この露光装置は、レチクル（原版）13 及び投影光学系 15 を介し半導体ウエハ（基板）18 を露光する露光装置である。また、加工物である基板に光を照射する（実露光）前に予め、該基板に光を照射する際の露光波長指令値を演算し、光源に露光波長指令値を設定し、光源から射出された光の波長スペクトルを計測する。更に、前記波長スペクトルから発光した光の中心波長（図 7 記載の *meas*）を算出し、前記光の中心波長と予め設定した波長指令値（露光波長指令値）とのずれ成分（図 7 記載の *diff*）を演算して記録媒体に保存する、という前処理を行う。そして、前記基板に光を照射する際（実露光時）の前記光源の波長指令値は、前記ずれ成分を修正するために、前記露光波長指令値と前記エラー成分との加減算により求めることを特徴とする。

50

【 0 0 1 6 】

図 1 において、光源（レーザ）1 から放射された光束は、ビーム整形光学系 2 を通過して所定の形状に整形され、オプティカルインテグレータ 3 の光入射面に入射される。オプティカルインテグレータ 3 は複数の微小なレンズより構成されており、その光出射面近傍には多数の 2 次光源を形成する。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、4 は絞りターレットであり、所定の絞りにより前述の 2 次光源面の大きさを制限する。例えば、コヒーレンスファクタ 値を複数種設定するための円形開口面積が相異なる開口絞りや、輪帯照明用のリング形状絞り、4 重極絞り等、絞りターレット 4 には番号付け（照明モード番号）された複数の絞りが埋設されている。照明光の入射光源の形状を変える際には、必要な絞りが選択され、光路に挿入される。

6 は第 1 第 1 光電変換装置であり、ハーフミラー 5 によって反射されたパルス光の一部をパルス当りの光量として検出し、露光量演算部 2 1 へアナログ信号を出力する。

【 0 0 1 8 】

7 はコンデンサレンズであり、オプティカルレンズ 3 の出射面近傍の 2 次光源からの光束でブラインド 8 をケーラー照明している。ブラインド 8 の近傍にはスリット 9 が配設されていて、ブラインド 8 を照明するスリット光のプロファイルを矩形または円弧形状に形成する。スリット光は、コンデンサレンズ 1 0 とミラー 1 1 を介してブラインド 8 の共役面であり、素子パターンが形成されたレチクル 1 3 上に照度と入射角が均一化された状態で結像する。ブラインド 8 の開口域は、レチクル 1 3 の所望のパターン露光領域と光学倍率比で相似形となっている。露光時、ブラインド 8 は、レチクル 1 3 の露光域外を遮光しつつレチクルステージ 1 4 に対して光学倍率比で同期走査が行われる。

【 0 0 1 9 】

レチクル 1 3 は、レチクルステージ 1 4 により保持されている。レチクル 1 3 を通過したスリット光は投影光学系 1 5 を通り、レチクル 1 3 のパターン面と光学的共役面上の露光画角領域にスリット光として再度結像される。フォーカス検出系 1 6 は、ウエハステージ 1 7 に保持されたウエハ 1 8 上の露光面の面高さや傾きを検出する。走査露光時には、フォーカス検出系 1 6 の情報を基に、ウエハステージ 1 7 がウエハ 1 8 の露光面を露光フィールド面と一致するように制御を行いながら、レチクルステージ 1 7 とウエハステージ 1 7 は投影光学系 1 5 に対し同期走行する。同時に、ウエハ 1 8 がスリット光により露光され、ウエハ 1 8 上のフォトリソ層にパターンが転写される。ウエハステージ 1 7 上には、第 2 光電変換装置 1 9 が設置されており、露光画角上のスリット光パルス光量が測定できる。

【 0 0 2 0 】

次に、本実施例の制御システムの構成を説明する。図 1 において、2 0 はステージ制御系であり、露光面位置制御まで含めた走査露光時のレチクルステージ 1 4 とウエハステージ 1 7 の同期走行制御を行う。2 1 は露光演算器であり、第 1 光電変換装置 6、第 2 光電変換装置 1 9 によって光電変換された電気信号を論理値に変換して主制御系 2 2 に出力する。なお、第 1 光電変換装置 6 は露光中でも計測可能な構成となっている。第 2 光電変換装置 1 9 は露光工程前にウエハ 1 8 を照射するスリット光の光量を検出し、同時に第 1 光電変換装置 6 が検出する光量との相関を求める。この相関を用いて第 1 光電変換装置 6 は、その出力値をウエハ 1 8 上の光量に換算し、露光量制御用のモニタ光量としている。以下、このモニタ光量は、ウエハ上のパルス光量と同一視して説明し、第 1 光電変換装置 6、第 2 光電変換装置 1 9 出力の露光量演算部 2 1 により変換される論理値（単位 b i t）は、パルス光量そのものを表す。一方、第 2 光電変換装置 1 9 は、ウエハステージ 1 7 により露光スリット光を走査しながら測定を行うことで、露光領域各点の積算露光量と設定露光量からの偏差が同時測定可能である。

【 0 0 2 1 】

2 3 はレーザ制御系（レーザ出力および発振周波数決定手段）であり、所望のパルス光量に応じてトリガ信号、印加電圧信号をそれぞれ出力して光源 1 の発振周波数（波長）と

10

20

30

40

50

出力エネルギーを制御している。レーザ制御系 2 3 がトリガ信号、印加電圧信号を生成する際には、露光量演算器 2 1 からのパルス光量信号、主制御系 2 2 からの露光パラメータを用いている。

【0022】

所望の露光パラメータ（特に積算露光量や必要積算露光量精度、あるいは絞り形状）は、マンマシンインターフェース若しくはメディアインターフェースとしての入力装置 2 4 より主制御系 2 2 に入力され、記憶部 2 5 に記憶される。また、第 1 光電変換装置 6、第 2 光電変換装置 1 9 から得られた各結果や検出器間の結果の相関等は、表示部 2 6 に表示している。

主制御系 2 5 は、入力装置 2 4 から与えられたデータと、露光装置固有のパラメータおよび各第 1 光電変換装置 6、第 2 光電変換装置 1 9 等の測定手段が計測したデータから走査露光に必要なパラメータ群を算出し、レーザ制御系やステージ駆動制御系 2 0 に伝達する。

【0023】

図 2 は、ウエハを露光する処理シーケンスの概略図である。

シーケンス 1 0 0 は、ウエハ露光（実露光）の前処理としての露光キャリブレーションである。同図では本発明に関わる部分のみを記載している。しかし、実際にはこの前処理に際し、図 1 に不図示のウエハ搬送ユニットによりステージ 1 7 へウエハ 1 8 を搬送後、露光装置は、露光の重ね合わせ精度や露光精度を保証するためにウエハの位置合わせやフォーカス計測等が実行される。

【0024】

図 2 のシーケンス 1 0 1 は、露光シーケンス（ウエハの実露光処理）である。この露光シーケンスにおいて、ウエハ面は、一般的に数十以上からなるショットに分割される。それらのショットに対して、発振条件設定と発振処理を繰り返し処理する。処理の終了後、ウエハ搬送ユニットによって、ステージ 1 7 からウエハが搬送され、新たなウエハがステージ 1 7 へ送り込まれる。その後、再度シーケンス 1 0 0 から繰り返す。

【0025】

シーケンス 1 0 0 において、ステップ 1 0 2 では図 7 に示す $d i f f$ を計測するために、発振の条件を設定する。この発振条件設定では、主制御系 2 2 が、ウエハへ設定された露光量などに応じて、ステージのスキャン速度、光源の発振周波数、発光パルスのターゲットのエネルギー、発光パルス数、露光波長指令値（ $s e t$ ）等を算出する。各設定値の算出後、主制御系 2 2 は、ステージ駆動部制御系 2 0 や露光量制御部 2 1、レーザ制御系 2 3 へ制御パラメータを設定する。なお、ここでの各設定値は、ウエハの露光処理（実露光）と同じ条件を設定することが望ましい。

【0026】

ステップ 1 0 3 の露光制御処理では、レーザ 1 が発光したエネルギーを第 1 光電変換装置 6 で検出し、露光量演算部 2 1 へ送る。露光量演算部 2 1 では、第 1 光電変換装置 6 の出力と主制御系 2 1 から設定された発光パルスのターゲットのエネルギーから、次の発光パルスに必要なエネルギーを算出して、レーザ制御系 2 3 へ送る。

【0027】

ステップ 1 0 4 はレーザの発光処理を行う。ここで、レーザ制御系 2 3 は、露光量演算部 2 1 から設定されたエネルギーを得るために必要なレーザチャンバへの印加電圧を算出して、算出した印加電圧をレーザ 1 へ設定し、レーザの発光トリガをレーザ 1 へ出力してレーザ発光（レーザ発振）を行う。

【0028】

ステップ 1 0 5 では、レーザの発光後に、スペクトル計測ユニットにより露光光のスペクトルを計測する。スペクトル計測は、エシキマレーザ内部に構成されたモニターエタロン 3 6、回折格子型分光器 3 7 を用いて行われる。計測結果は、露光装置へ高速シリアル通信などの手段により転送される。なお、回折型分光器などのスペクトル計測ユニットは、露光装置内部に構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

ステップ 1 0 6 では、発振（レーザ発光）を終了するか否かを判定する。発振の終了は、発振の終了条件（例えば、発光パルス数や発振したエネルギーの積算値）を満たしているかどうかを確認する。条件を満たしている場合には、発光を終了し次のステップ 1 0 7 の処理へ移り、条件を満たしていない場合にはステップ 1 0 3 へ戻りターゲットのエネルギーを算出する。

【 0 0 3 0 】

ステップ 1 0 7 では、波長指令値修正係数の算出を行う。すなわち、ステップ 1 0 5 にて計測した露光光のスペクトルを図 3 に示すように設定波長に対して積算をする。積算するパルス数（Window サイズ）は、実際の露光条件に合わせた Window サイズにて、移動平均処理を実施する。走査露光時の Window サイズは、光源の発振周波数 F とステージのスキャン速度 V とウエハステージ上に形成される露光光（スリット像）の走査方向における幅 W より求められ、ウエハ一点あたりに照射される露光光の数を意味する。

$$\text{Window サイズ} = F / V \times W \quad [\text{pulse}] \dots (3)$$

求めた露光光の積算スペクトルから、計測した中心波長 $meas$ （図 7 参照）を求め、設定した露光波長指令値 set との差分 $diff$ （図 7 参照）を算出する。算出した値は、メモリなどの記録媒体に記録する。

$meas$ は、図 3 に示すように、光スペクトルについて短波長側（もしくは、長波長側）から光強度の累積を行い、光強度累積値の最大値の $1/2$ を示す波長を $meas$ と定義する。

【 0 0 3 1 】

次いで、実露光シーケンス 1 0 1 を実行する。実露光シーケンス 1 0 1 において、ステップ 1 0 8 ではウエハの第 1 ショットの露光処理を開始する。ステップ 1 0 9 の発振条件設定では、主制御系 2 2 が、ウエハへ設定された露光量などに応じて、ステージのスキャン速度、光源の発振周波数（波長）、発光パルスのターゲットのエネルギー、発光パルス数等を算出する。各設定値の算出後、主制御系 2 2 は、ステージ駆動部制御系 2 0 や露光量制御部 2 1、レーザ制御系 2 3 へ制御パラメータを設定する。ただし、設定する波長は、露光波長指令値（ set ）から、前処理シーケンス 1 0 0 にて計測した $diff$ を減算した値を設定値とする。

【 0 0 3 2 】

露光シーケンス 1 0 1 のステップ 1 1 0 では露光制御処理を行う。この露光制御処理では、ステップ 1 0 3 と同じように光源が発光した出力を第 1 光電変換装置 6 で検出し、次の発光パルスに必要なターゲットエネルギーの演算処理を実行する。

ステップ 1 1 1 では、演算されたターゲットのエネルギー指令値を光源へ設定し発光させる。続くステップ 1 1 2 では、光源の光品位の確認を行う。すなわち、発光したパルス毎に光源の光品位（光源の波長や線幅の安定性）をモニタする。

図 1 のレーザ 1 では、発光パルス毎に光の中心波長、線幅（FWHM など）をモニタしている。露光装置から予め設定された光の要求精度を満たせない場合には、レーザ制御系 2 3 へ光品位が要求精度を満たせなかったことを知らせる。

【 0 0 3 3 】

ステップ 1 1 3 では、発振（レーザ発光）を終了するか否かを判定する。発振の終了は、発振の終了条件（例えば、発光パルス数や発振したエネルギーの積算値）を満たしているかどうかを確認する。条件を満たしている場合には、次のステップ 1 1 4 の処理へ移り、条件を満たしていない場合にはステップ 1 1 0 へ戻りターゲットのエネルギーを算出する。

【 0 0 3 4 】

ステップ 1 1 4 では、ステップ 1 1 2 でモニタした光品位の確認結果に基づき、光品位の良、不良を判定する。そして、光品位が露光性能を保証できない場合には、Error 終了とし、光品位が露光性能を保証できる場合には、次のショットの露光を開始するため、次のショットの発振条件設定を実行する。

10

20

30

40

50

以降、ウエハの全ショットの露光が完了するまで、109から114の処理を繰り返し実行する。

【0035】

以上のように、本実施例によれば、光源から射出された光が複数の波長からなる光である場合において、波長スペクトルの左右対称性がずれた場合であっても、露光前に予め波長スペクトルのずれ量を計測し、前記波長スペクトルのずれ量を修正することで、波長スペクトル左右対称性のずれによるデフォーカスの影響を抑制することが可能となる。

【0036】

なお、上述の実施例においては、前処理を1ウエハごとに行い、かつ前処理における波長指令値 `set` は、実露光時のパラメータに基づいて算出される値を用いた。しかし、前処理を行うタイミングは、1ウエハカセットごと、1ロットごと、または、露光パラメータや実露光時の露光量検出値が所定量以上変化した時等、光源や投影光学系の性質や安定度等に基づいて定めても良い。また、前処理における波長指令値 `set` は、直前の実露光時の値など、他の値を用いても良い。

【0037】

[微小デバイス製造の実施例]

次に、上述の露光装置を利用した微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造プロセスを説明する。

図8は半導体デバイスの製造のフローを示す。

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（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスク（原版またはレチクルともいう）を製作する。

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、上記用意したマスクを設置した露光装置とウエハを用いて、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る。後工程は、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。

【0038】

上記ステップ4のウエハプロセスは、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ステップを有する。また、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、上記の露光装置を用いて、回路パターンを有するマスクを介し、レジスト処理ステップ後のウエハを露光する露光ステップを有する。さらに、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を有する。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】

【0039】

【図1】本発明の一実施例に係る露光装置の概略構成図である。

【図2】図1の露光装置におけるウエハの露光シーケンスである。

【図3】本発明における中心波長の定義を説明するための、複数の波長からなる光を積算した波長スペクトル図である。

【図4】複数の波長からなる光を積算した波長スペクトル図である。

【図5】複数の波長からなる光を用いた露光中の波長スペクトル図である。

10

20

30

40

50

【図 6】エキシマレーザの概略構成図である。

【図 7】複数の波長からなる光を積算した波長スペクトルが左右非対称なエネルギー強度を示す場合の説明図である。

【図 8】デバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

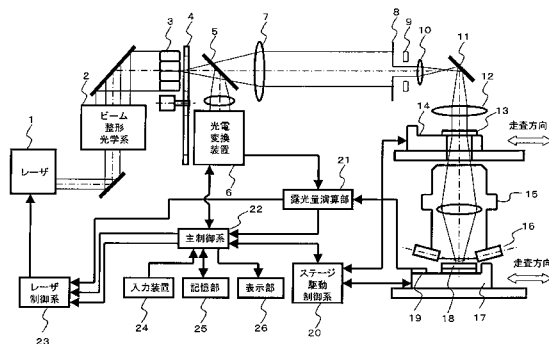
【符号の説明】

【0040】

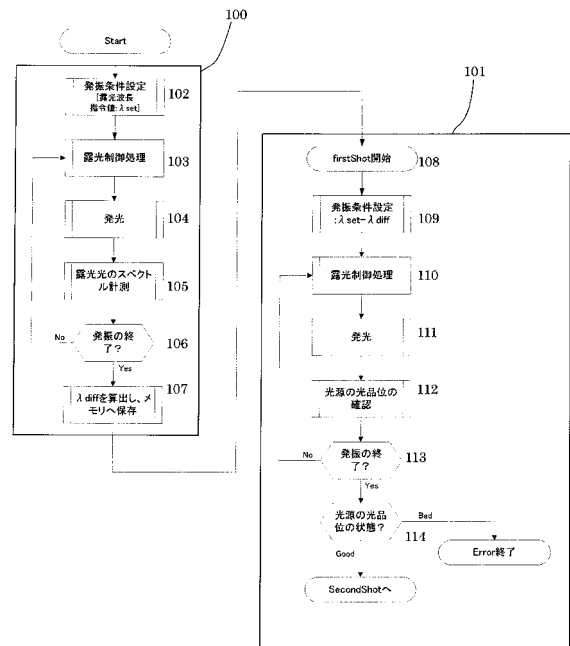
1 : レーザ、2 : ビーム整形光学系、3 : インテグレータ、4 : 絞りターレット、5 : ハーフミラー、6 : 第 1 光電変換装置、7 : コンデンサレンズ、8 : ブラインド、9 : スリット、10, 12 : コンデンサレンズ、11 : ミラー、13 : レチクル、14 : レチクルステージ、15 : 投影光学系、16 : フォーカス検出系、17 : ウエハステージ、18 : ウエハ、19 : 第 2 光電変換装置、20 : ステージ駆動制御系、21 : 露光量演算部、22 : 主制御系、23 : レーザ制御系、24 : 入力装置、25 : 記憶部、26 : 表示部、27 : レーザチャンバ、28, 29 : ウィンドウ、30, 31 : 主放電電極、32 : フロントミラー、33 : レーザ光、34 : ビームスプリッタ、35 : 基準光源、36 : モニターエタロン、37 : 回折格子型分光器、38 : 波長コントローラ、39 : ドライバ、40 : 狭帯域化部。

10

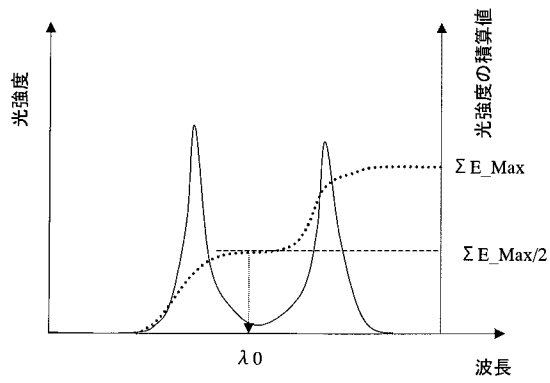
【図 1】



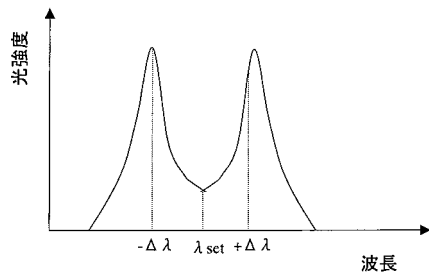
【図 2】



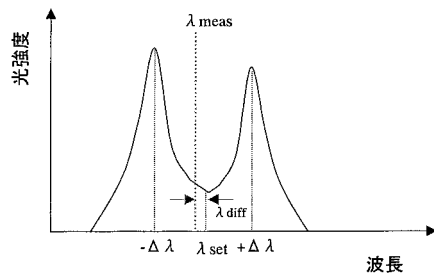
【図 3】



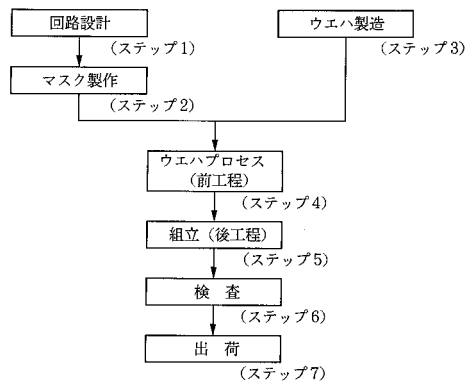
【図 4】



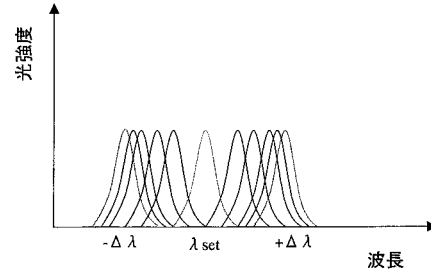
【図 7】



【図 8】



【図 5】



【図 6】

