(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4026888号
(P4026888)
(45)発行日　平成19年12月26日(2007.12.26)　(24)登録日　平成19年10月19日(2007.10.19)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	526B
G03F 7/20	(2006.01)	H01L	21/30	525E
G03F 9/00	(2006.01)	H01L	21/30	518
		H01L	21/30	525X
		G03F	7/20	521

請求項の数 9　(全 13 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平9-203812
(22)出願日　平成9年7月14日(1997.7.14)
(65)公開番号　特開平11-31653
(43)公開日　平成11年2月2日(1999.2.2)
審査請求日　平成13年6月29日(2001.6.29)

(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
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　小杉　祐司
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　山田　雄一
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
(72)発明者　鵜澤　繁行
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】面位置検出装置及びそれを用いた投影露光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物体面に斜め上方から光束を入射させる投光手段と、前記物体面からの反射光の位置を検出する蓄積型の位置検出手段とを有する面位置検出装置であって、

前記位置検出手段に、周期的な蓄積を行わせ、前記物体が目標位置まで移動した後の蓄積に対応するデータを出力させ、かつ前記投光手段に、前記位置検出手段による前記データに対応する蓄積より先行して投光を開始させる制御手段を有することを特徴とする面位置検出装置。

【請求項２】

前記制御手段は、前記投光手段による投光を前記位置検出手段による前記データに対応する蓄積より前記位置検出手段の蓄積周期の少なくとも１周期分先行して開始させることを特徴とする請求項１に記載の面位置検出装置。

【請求項３】

前記位置検出手段の蓄積タイミングに同期して前記投光手段に含まれる光源をパルス発光させることを特徴とする請求項１又は２に記載の面位置検出装置。

【請求項４】

前記投光手段に含まれる光源はＬＥＤであることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の面位置検出装置。

【請求項５】

前記位置検出手段はＣＣＤを含むことを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記

載の面位置検出装置。
【請求項６】
前記物体を移動させるためのステージを有し、前記制御手段は前記ステージの移動を制御することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の面位置検出装置。
【請求項７】
基板にパターンを投影する露光装置であって、請求項１乃至６のいずれか１項に記載の面位置検出装置を有し、前記面位置検出装置により前記基板の面位置を検出することを特徴とする露光装置。
【請求項８】
走査型露光装置であることを特徴とする請求項７に記載の露光装置。
【請求項９】
請求項７または８に記載の露光装置を用いて基板にパターンを投影する段階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】
【０００１】
本発明は面位置検出装置、露光装置およびデバイス製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
現在、超ＬＳＩの高集積化に応じて回路パターンの微細化が進んでおり、これに伴って投影露光装置で用いている投影レンズ系は、より高ＮＡ化されている。そしてこれに伴い回路パターンの転写工程におけるレンズ系の許容焦点深度がより狭くなっている。又、投影レンズ系により露光するべき被露光領域の大きさも大型化される傾向にある。
【０００３】
このようなことにより大型化された被露光領域全体に亘って良好な回路パターンの転写を可能にする為には、投影レンズ系の許容焦点深度内に確実に、ウエハの被露光領域（ショット）全体を位置付ける必要がある。
【０００４】
これを達成する為には、ウエハ表面の投影レンズ系の焦平面、即ちレチクルの回路パターン像がフォーカスする平面に対する位置と傾きを高精度に検出し、ウエハ表面の位置や傾きを調整してやることが重要となってくる。
【０００５】
投影露光装置におけるウエハの表面位置の検出方法としては、エアマイクロセンサを用いてウエハ表面の複数箇所の面位置を検出し、その結果に基づいてウエハ表面の位置を求める方法、或いはウエハ表面に光束を斜め方向から入射させ、ウエハ表面からの反射光の反射点の位置ずれをセンサ上への反射光の位置ずれとして検出する光投射式の検出光学系（斜入射光学系）を用いて、ウエハ表面の面位置を検出する方法等が知られている。
【０００６】
従来の多くの投影露光装置では、ウエハステージの変位量をレーザ干渉計により測定しながら、ウエハステージをサーボ駆動により目標位置まで移動させることにより、ウエハー上の被露光領域を投影レンズ系の光軸の真下に送り込み、ウエハステージ停止後、前述のような方法で被露光領域の表面の面位置を検出し、被露光領域の表面位置を調整している。即ち、ウエハステージの駆動－停止－面位置の検出－面位置の調整といった動作を順次行っていた。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
ウエハ上の被露光領域の表面位置を検出する検出器では、センサ（受光素子）面上での光束の入射位置情報よりウエハの表面位置を検出している。その為、センサ（受光素子）の検出位置にウエハステージ上の検出したい被露光領域が送り込まれた時にウエハの表面位置の検出動作を開始するように構成しており、この時、検出動作の開始と同時に光源からの検出光の射出とウエハの表面からの反射光の検出が実施されている。

【０００８】
ところで、前述の如く検出器では最も一般的な投光手段としてＬＥＤのような発光素子が使用されている。ＬＥＤのような発光素子は順方向動作を連続的に行わせた場合、接合部温度の上昇により滑性領域の結晶欠陥が増殖され、これに伴い発光特性の経時変化が発生してついには寿命に到達してしまうという欠点がある。
【０００９】
この為、長寿命化対策としては計測時以外点灯しない使用方法がとられている。その為に、ウエハの表面位置を検出する際には、検出動作の開始と同時にＬＥＤを点灯しているが、例えば検出器としてＣＣＤなどの蓄積型の受光素子を使用する場合、ＬＥＤの点灯直後はＣＣＤの検出光量が安定しない為、ＬＥＤの点灯後、１スキャン空読みする等、計測ディレイを必要としている為に、スループットが低下してくる要因になっていた。
【００１０】
又、走査型の投影露光装置などで常時計測する必要がある場合にはＬＥＤの寿命により交換する頻度が増加し、投影露光装置のアップタイムの低下の要因となっていた。
【００１１】
本発明は、高スループットかつ高精度な面位置検出装置の提供を目的とする。
【００１２】
また、当該面位置検出装置による、高スループットかつ高精度な露光装置およびデバイス製造方法の提供を目的とする。
【００１３】
【課題を解決するための手段】
請求項１の発明の面位置検出装置は、物体面に斜め上方から光束を入射させる投光手段と、前記物体面からの反射光の位置を検出する蓄積型の位置検出手段とを有する面位置検出装置であって、
前記位置検出手段に、周期的な蓄積を行わせ、前記物体が目標位置まで移動した後の蓄積に対応するデータを出力させ、かつ前記投光手段に、前記位置検出手段による前記データに対応する蓄積より先行して投光を開始させる制御手段を有することを特徴としている。
【００１４】
請求項２の発明は、請求項１の発明において、前記制御手段は、前記投光手段による投光を前記位置検出手段による前記データに対応する蓄積より前記位置検出手段の蓄積周期の少なくとも１周期分先行して開始させることを特徴としている。
【００１５】
請求項３の発明は、請求項１又は２の発明において、前記位置検出手段の蓄積タイミングに同期して前記投光手段に含まれる光源をパルス発光させることを特徴としている。
【００１６】
請求項４の発明は、請求項１乃至３のいずれか１項の発明において、前記投光手段に含まれる光源はＬＥＤであることを特徴としている。
【００１７】
請求項５の発明は、請求項１乃至４のいずれか１項の発明において、前記位置検出手段はＣＣＤを含むことを特徴としている。
【００１８】
請求項６の発明は、請求項１乃至５のいずれか１項の発明において、前記物体を移動させるためのステージを有し、前記制御手段は前記ステージの移動を制御することを特徴としている。
【００１９】
請求項７の発明の露光装置は、基板にパターンを投影する露光装置であって、請求項１乃至６のいずれか１項に記載の面位置検出装置を有し、前記面位置検出装置により前記基板の面位置を検出することを特徴としている。
請求項８の発明は、請求項７の発明において、走査型露光装置であることを特徴としている。

請求項９の発明のデバイスの製造方法は、請求項７または８に記載の露光装置を用いて基板にパターンを投影する段階を有することを特徴としている。

【００２０】

【発明の実施の形態】

図１は本発明の面位置検出装置を備えた縮小型の投影露光装置（ステップアンドリピート方式又はステップアンドスキャン方式を用いた投影露光装置）の一部分の要部概略図である。

【００２１】

図１において、１は縮小投影レンズ系（投影光学系）であり、その光軸は図中ＡＸで示している。縮小投影レンズ系１はレチクルＲの回路パターンを、例えば１／５倍に縮小して投影し、その焦平面に回路パターン像を形成している。又光軸ＡＸは図中のｚ軸方向と平行な関係にある。

【００２２】

２は表面にレジストを塗布したウエハ（物体）であり、先の露光工程で互いに同じパターンが形成された多数個の被露光領域（ショット）が配列してある。

【００２３】

３はウエハ２を載置するウエハステージ（ステージ）である。ウエハ２はウエハステージ３に吸着され、固定している。ウエハステージ３はｘ軸方向に動くＸステージとｙ軸方向に動くＹステージと、ｚ軸方向及びｘ，ｙ，ｚ軸に平行な軸のまわりに回転するθ－Ｚステージで構成している。又、ｘ，ｙ，ｚ軸波互いに直交するように設定してある。

【００２４】

従って、ウエハステージ３を駆動することにより、ウエハ２の表面の位置を縮小投影レンズ系１の光軸ＡＸ方向、及び光軸ＡＸに直交する平面に沿った方向に調整し、更に焦平面、即ち回路パターン像に対する傾きも調整している。

【００２５】

図１における符番４～１１はウエハ２の表面位置及び傾きを検出する為に設けた斜入射光学系を含む面位置検出手段の各要素を示している。４は照明用光源としての発光ダイオードであり、例えば半導体レーザなどの高輝度な光源である。５は照明用レンズである。

【００２６】

光源４から射出した光は照明用レンズ５によって平行な光束となり、単一又は複数個のピンホールを形成した開口マスク（以下「マスク」ともいう。）６を照明する。図では３つのピンホール６ａ，６ｂ，６ｃを有している場合を示している。

【００２７】

マスク６の各ピンホールを通過した複数個のスポット光は、結像レンズ７を経て折曲げミラー８に入射し、折曲げミラー８で方向を変えた後、ウエハ２の表面に入射している。このときマスク６を介した複数のスポット光でウエハ２の被露光領域の中央部（投影光学系１の光軸上）を含む複数の箇所を照明している。

【００２８】

図２はウエハ２面上の複数の露光領域１００，１００ａ，１００ｂを示している。

【００２９】

本実施形態では図２に示すウエハ２の露光領域１００内の複数箇所にマスク６の複数のピンホールを形成している。ここで結像レンズ７と折曲げミラー８はウエハ２上にマスク６の複数個のピンホールの像を形成している。

【００３０】

マスク６の複数個のピンホールを通過した光束は、ウエハ２の被露光領域１００の中央部を含む複数箇所を照射し、各々の箇所で反射される。

【００３１】

即ち、本実施形態ではマスク６にピンホールを複数個形成し、被露光領域１００内で中央部を含む複数箇所の測定点の位置情報を測定している。

【００３２】

ウエハ２の各測定点で反射した光束は折曲げミラー９により方向を変えた後、検出レンズ１０を介して受光素子を２次元的に配置した位置検出素子１１上に入射する。ここで検出レンズ１０は結像レンズ７、折曲げミラー８，ウエハ２，折曲げミラー９と協働してマスク６のピンホールの像を位置検出素子１１上に形成している。

【００３３】

即ちマスク６とウエハ２の位置検出素子１１は互いに光学的に共役な関係にある。図１では摸式的に示してあるが、光学配置上、困難な場合には位置検出素子１１を各ピンホールに対応して各々、別個に複数個配置しても良い。

【００３４】

位置検出素子１１は２次元的なＣＣＤ又はラインセンサーなどから成り、複数個のピンホールを介した複数の光束の位置検出素子１１の受光面への入射位置を各々独立に検知することが可能となっている。

【００３５】

ウエハ２の縮小投影レンズ系１の光軸ＡＸ方向の位置の変化は、位置検出素子１１上の複数の光束の入射位置のずれとして検出できる為、ウエハ２上の被露光領域１００内の複数の測定点における、ウエハ表面の光軸ＡＸ方向の位置が、位置検出素子１１からの出力信号に基づいて検出できる。又、この位置検出素子１１からの出力信号は、各測定点の面位置データを形成して制御手段１３へ入力している。

【００３６】

ウエハステージ３のｘ軸及びｙ軸方向の変位はウエハステージ３上に設けた基準ミラー１５とレーザ干渉計１４とを用いて周知の方法により測定し、ウエハステージ３の変位量を示す信号をレーザ干渉計１４から信号線を介して制御手段１３へ入力している。又ウエハステージ３の移動はステージ駆動手段（駆動手段）１２により制御され、ステージ駆動手段１２は、信号線を介して制御手段１３からの指令信号を受け、この信号に応答してウエハステージ３をサーボ駆動している。

【００３７】

本実施形態において各要素４から８は投光手段の一要素を構成しており、又各要素９～１１は受光手段の一要素を構成している。

【００３８】

本実施形態ではステージ駆動手段１２は第１駆動手段と第２駆動手段の２つを有し、第１駆動手段によりウエハー２の光軸ＡＸと直交する面における位置（　ｘ，ｙ）と回転（θ）とを調整し、第２駆動手段によりウエハー２の光軸ＡＸ方向の位置（ｚ）と傾き（α，β）とを調整している。

【００３９】

また、制御手段１３はステージ駆動手段１２の駆動制御の他、光源４、および位置検出素子１１に対しても、信号線を介して各々独立した指令信号を送り駆動制御している。

【００４０】

制御手段１３は、ウエハーステージ３のｘ軸及びｙ軸方向の変位量から、光源４をウエハーステージ３の移動中に動作させて、光束の射出を開始させている。ウエハー２上の被露光領域１００が、縮小投影レンズ系１の光軸ＡＸの真下でレチクルパターンと位置合わせする目標位置に送り込まれて後、制御手段１３は、位置検出素子１１からの出力信号（面位置データ）　を既知の方法によって処理し、ウエハー２の表面の位置を検出している。

【００４１】

前記制御手段は、投光手段と受光手段を各々独立に制御し、ＬＥＤのような発光素子を用いた投光手段は、計測時以降点灯しない使用方法をとり、かつステージをサーボ制御して平板状物体（ウエハ）の所定面を投影光学系の像面側に送り込み、高さ位置をベストフォーカス面と合致させるという過程において、ステージの速度サーボ、又は位置サーボの少なくとも一つと同期してフォーカス計測開始の少なくとも１周期前にＬＥＤの点灯を開始することでＬＥＤ点灯後に空読みする必要を無くして高スループットを実現している。

【００４２】
図３、図４（Ａ），（Ｂ）は本実施形態においてウエハー２上の被露光領域１００の表面位置を図１の面位置検出手段（４～１１）によって検出する際のウエハーステージ３、光源４、及び２次元位置検出素子１１の時間的挙動を表すタイミングチャート図である。
【００４３】
図３はウエハーステージ３がサーボ駆動により、被露光領域（ショット）　１００を縮小投影レンズ系１の真下に送り込む時の速度パターンを表している。即ち、本実施形態ではウエハーステージ３はウエハー２上の第１被露光領域１００ａが縮小投影レンズ１の光軸ＡＸの真下に来るように時刻Ｔ０　で駆動を開始し、時刻Ｔ１においてレチクルパターンに対する第１被露光領域１００ａの位置合わせが終了する様を表している。
【００４４】
図４（Ａ），（Ｂ）は、ウエハー２の被露光領域の表面位置を検出する際の面位置検出手段（４～１１）の時間的挙動を示している。
【００４５】
　ここで、図中の破線３００は、蓄積型の位置検出素子（ＣＣＤ）１１の蓄積周期（隣り合う２つの破線の間隔が１周期に相当）を示し、曲線４００は、光源４のＬＥＤ発光素子が照射を開始した後の、ＣＣＤ１１の応答特性（光量変化）を表わす。また、網かけ領域４１０はＣＣＤ１１による計測時間を表わし、図４（Ａ）の時刻Ｔ４、及び図４（Ｂ）の時刻Ｔ３は、計測動作が終了してフォーカス補正動作（面位置駆動動作）が開始される時刻を表わす。
【００４６】
前述したようにＬＥＤのような発光素子は、長寿命化対策として計測時のみ点灯する使用方法がとられている。
【００４７】
図４（Ａ）はウエハーステージ３を目標位置まで移動させて位置合わせした後、光源４、及び位置検出素子１１を揃って実行する従来の方法を示している。
【００４８】
図４（Ａ）において、時刻Ｔ１において、光源４の照射開始と位置検出素子１１による表面位置の検出開始を揃って実行した場合、曲線４００に見られるように、ＬＥＤ点灯直後（ＩＮＴ３の波形データ）はＣＣＤの応答特性により検出波形が歪んで計測値が０．５［μｍ］度の誤差を生じる為に時刻（Ｔ１＋ΔＴ）以降に蓄積された波形データ（例えばＩＮＴ４）を用いるといった、ＣＣＤの蓄積周期で１周期以上のディレイを必要とする問題点を持っていた。
【００４９】
これに対して本実施形態では図４（Ｂ）に示すように、ウエハーステージ３が目標位置へ移動を終了する時刻Ｔ１よりも、既知であるディレイ時間（ΔＴ時間）だけ先行して光源４のＬＥＤ発光素子を所定電流値で照射開始することで、ＬＥＤ点灯直後の計測値を読み飛ばして、時刻Ｔ１　からの検出動作、即ちＩＮＴ３の波形データによる処理を可能にし、前述のスループット低下問題を解決している。
【００５０】
これにより、例えば１０［ｍｓｅｃ］の蓄積周期を要するＣＣＤ蓄積型の位置検出素子を持ったスループット７０［枚／ｈ］性能の逐次移動式の露光装置において、本発明を実施すれば、ウエハー１枚につき約０．８［ｓｅｃ］のスループット向上が期待でき、結果、１枚以上ものスループット性能［枚／ｈ」の向上が得られる。
【００５１】
図４（Ｂ）では、既知のディレイ時間（ΔＴ時間）だけ先行して光源４の照射を開始しているが、具体的には、周知の速度方程式により既知のディレイ時間は、サーボ駆動するウエハーステージ３の移動距離、又は駆動速度に変換されて制御装置１３に入力されている。
【００５２】

前述したように、ウエハーステージ３のｘ軸及びｙ軸方向の変位はウエハーステージ３上に設けた基準ミラー１５とレーザ干渉計１４とを用いて周知の方法により測定され、ウエハーステージ３の変位量を示す信号がレーザ干渉計１４から信号線を介して制御手段１３へ入力されている。

【００５３】

従って、制御手段１３はウエハーステージ３の位置サーボ、もしくは速度サーボの少なくとも一つと同期して光源４の照射を開始し、ウエハー２上の第１被露光領域１００ａが縮小投影レンズ系１の光軸ＡＸの真下に送り込まれて、レチクルパターンに対する位置合わせを行う。位置合わせが終了した後、位置検出素子１１による表面位置の検出を開始して、位置合わせ終了後の時刻Ｔ１から面位置検出手段（４～１１）により被露光領域１００ａの各測定点の表面位置の検出を行い、位置検出素子１１からの出力信号に基づいて制御手段１３内で各測定点の面位置データを作成する。

【００５４】

制御手段１３はこの面位置データを周知の方法（例えば特願平３－１５３８５８号公報や特願平２－２３７９００号等に記載の方法）によって処理し、ウエハー２上の第１被露光領域１００ａの表面位置とレチクルパターン像との光軸ＡＸ方向の間隔及びウエハー２の傾き方向と傾き量を算出する。

【００５５】

この算出結果に応じた指令信号は制御手段１３によってステージ駆動手段１２へ入力され、ステージ駆動手段１２によりウエハーステージ３上のウエハー２の光軸ＡＸ方向の位置と傾きを調整（補正）している。そして、この面位置の調整（補正）終了後、第１被露光領域１００ａを露光して回路パターン像の転写を行なう。

【００５６】

第１被露光領域１００ａに対する露光が終了したら、ウエハー２上の第２被露光領域１００ｂが投影レンズ系１の光軸ＡＸの真下にくるようにウエハーステージ３を駆動し、上記同様、ステージ移動中に光源４の照射を開始してステージ移動完了後に速やかにウエハ２の表面位置の検出を行ない、フォーカス補正をした後に露光動作を実行する。

【００５７】

図５は本実施形態の従来の面位置検出装置を実施した場合のフローチャートである。ステップ５０１でウエハー２はウエハーステージ３上へ搬入されウエハチャックに固定される。

【００５８】

ステップ５０２でウエハーステージ３の駆動が始まり、ウエハー２上の第１被露光領域１００ａが投影レンズ１の光軸ＡＸの真下に来るようにウエハーステージ３が目標位置に向かって移動する。

【００５９】

ステップ５０３でレーザ干渉計１４の出力を基にして、ＬＥＤが点灯を開始してから所定電流値で安定な状態になるまでの既知の時間だけ先行してＬＥＤの点灯を開始する。具体的には周知の速度方程式を駆使して、前述の時間をウエハーステージ３の移動距離、又は駆動速度に変換して扱う。

【００６０】

投光手段（４～８）によって第１被露光領域１００ａ上の各測定点上にマスク６のピンホールの像を投射する。

【００６１】

ステップ５０４でウエハーステージ３は目標位置に到達する。尚、ウエハーステージ３の位置情報はレーザ干渉計１４からの出力により得ている。

【００６２】

ステップ５０５で受光手段（９～１１）によってＣＣＤデータ取り込みを行い、各測定点の表面位置の測定を行う。

【００６３】

このときステップ５０３で点灯を開始している為、ステップ５０４で既にＣＣＤの検出波形データは安定な状態になっているので、ＣＣＤデータ取り込み開始は一定時間待つ事なく各即定点の表面位置の測定が行われる。

【００６４】

測定終了と同時にステップ５０７に示すようにＬＥＤを消灯する。

【００６５】

また、それとほぼ同時にステップ５０７に示すように、測定された値からフォーカス補正位置演算処理を行ない、フォーカス位置を検出する。

【００６６】

ステップ５０８で制御手段１３はフォーカス補正量を指令信号としてステージ駆動手段１２に入力し、フォーカス補正駆動を行なう。

【００６７】

ステップ５０９で補正駆動が終了し、ウエハー２と投影レンズ１のフォーカス平面が補正されたのち露光を行なう。

【００６８】

ステップ５１０でもしも全てのショットの露光が終了していなければステップ５０２へ移行し、ステップ５０２～５１０を繰り返す。

【００６９】

最終ショットの露光終了でステップ５１１でウエハー２はウエハチャックから外されウエハー２は搬出される。

【００７０】

本実施形態は図３，図４（Ｂ），図５に代表されるような面位置検出手段（　４～１１）の検出動作を、光源４の照射開始動作と位置検出素子１１の計測開始動作に分離して各々独立に制御することを特徴とし、従来の面位置検出手段が抱えていた計測ディレイによる時間的な損失を解消している。

【００７１】

上記実施形態では、ウエハーステージ３の移動中に光源４の照射を開始し、ウエハーステージ３が目標位置に移動を終了した後に位置検出素子１１の計測を開始しているが、これらの計測動作をウエハーステージ３の移動中に行なっても構わない。

【００７２】

次に本発明の実施形態２について説明する。本実施形態では面位置検出装置を走査型の投影露光装置に適用している。

【００７３】

走査型の投影露光装置では露光中にフォーカス補正を実施している為、例えば３２ｍｍの領域を露光中、４００ｍｓ程度、常にＬＥＤを常時点灯する事になり、逐次移動式の投影露光装置に比べてＬＥＤの接合部温度の上昇が頻繁に発生する。

【００７４】

この場合、パルス点灯により平均電流を抑えて上記現象の対策とする事ができるが、ＣＣＤの蓄積時間のタイミングと同期していない場合、蓄積時間内での受光光量が安定せず、検出波形の歪みとして表れ、結果として、計測誤差が発生する。

【００７５】

そこで本実施形態では図１の制御手段１３により、高輝度の光源４と位置検出素子１１の双方を独立に制御できる構成とし、光源４の発光と位置検出素子１１の蓄積タイミングと同期をとるとともに、光源４の発光タイミングを先行して実施している。そして位置検出素子１１の蓄積時間内でのパルス発光数を一定に制御し、安定した受光光量に基づく検出波形を得ている。

【００７６】

また、各実施形態の受光手段において良好な検出波形を得る為に、ウエハー２の被露光領域の表面状態に合わせて光源４の発光強度を適切に調整している。

【００７７】

本実施形態では走査露光においてウエハー２の被露光領域の表面情報を予め取得し、該表面情報に合わせて光源４の発光強度を適宜調節している。

【００７８】

尚、本実施形態において走査露光中など常時計測する必要がある場合には、測定可視に先立ち、ＬＥＤの点灯を開始するとともに測定中のＬＥＤの点灯動作をパルス点灯モードとして使用することにより、接合部の温度上昇を抑え、ＬＥＤ結晶欠陥の増加を防ぎ、また、ＣＣＤなどの蓄積型素子の蓄積開始動作と同期したパルス点灯を行なうことにより、検出精度を損なうことなく高精度の高さ位置検出を行っている。

【００７９】

以上の各実施形態において、位置検出素子として２次元の位置検出素子を用いているが、一次元の位置検出素子を複数配置して構成した場合にも同一の効果を得ることが出来る。光源に関してもＬＥＤに限られるものではない。

【００８０】

又、ウエハー２の表面を投影レンズ系の焦平面に合焦させる機構も、ウエハーステージ３のＺステージを動かす以外に、投影レンズ系１の焦点距離を変えたり、投影レンズ１と不図示のレチクルとを光軸ＡＸ方向に上下させたりする機構も採り得る。

【００８１】

以上説明した各実施形態では、縮小型の投影露光装置に適用した場合を示したが、本発明は図１に示した装置以外のタイプの露光装置、例えば投影ミラー系によりパターン像を投影する装置や、レンズ及びミラーで構成した投影光学系によりパターン像を投影する装置等にも同様に適用できる。

【００８２】

又、本発明は光学式の露光装置以外の例えば電子ビームと電子レンズとを使用して、回路パターンを描画したり或は回路パターンを投影したりする電子ビーム露光装置やＸ線露光装置にも同様に適用することが出来る。

【００８３】

又、本発明は露光装置以外の面位置検出装置を必要とする光学機器にも同様に適用することが出来る。

【００８４】

次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

【００８５】

図６は半導体デバイス（ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、或は液晶パネルやＣＣＤ等）の製造のフローチャートである。

【００８６】

本実施例においてステップ１（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ２（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【００８７】

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、前記用意したマスク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。

【００８８】

次のステップ５（組立）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）等の工程を含む。

【００８９】

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なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ７）される。

【００９０】

図７は上記ステップ４のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。まずステップ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形成する。

【００９１】

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（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ１５（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ１６（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【００９２】

ステップ１７（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ１８（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ１９（レジスト剥離）ではエッチングがす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なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【００９３】

尚本実施例の製造方法を用いれば高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【００９４】

本発明によれば、高スループットかつ高精度な面位置検出装置を提供することができる。

【００９５】

また、当該面位置検出装置による、高スループットかつ高精度な露光装置およびデバイス製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の面位置検出装置を投影露光装置に適用したときの実施形態１の要部概略図

【図２】ウエハ上の被露光領域（ショット）の配置を示す説明図

【図３】本発明の実施形態１のウエハステージのサーボ駆動の説明図

【図４】本発明の実施形態１における面位置検出のタイミングチャート図

【図５】本発明の実施形態１における面位置検出のフローチャート

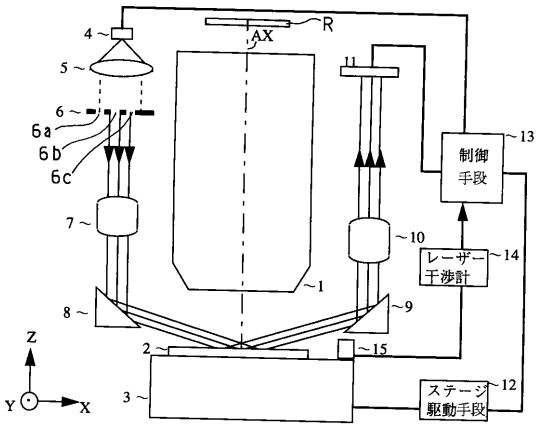
【図６】本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図７】本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

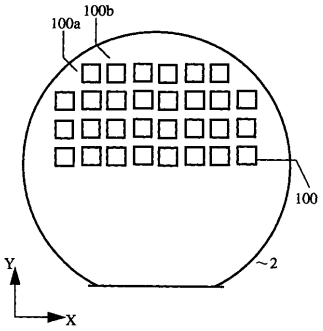
【符号の説明】

１　投影光学系
２　ウエハ
３　ウエハステージ
４　光源
５　照明用レンズ
６　マスク
７　結像レンズ
８，９　ミラー
１０　検出レンズ
１１　位置検出素子
１２　ステージ駆動手段
１３　制御手段
１４　レーザ干渉計
１００　露光領域
３００　ＣＣＤ蓄積周期
４００　ＣＣＤの応答特性
４１０　ＣＣＤによる計測時間
Ｒ　レチクル

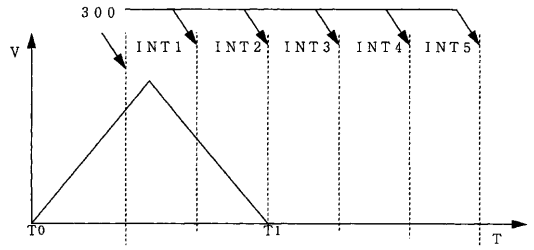
【図１】


4
5
6
6a
6b
6c
7
8
2
3
AX
R
11
制御
手段
13
10
レーザー
干渉計
14
1
9
15
ステージ
駆動手段
12
Z
Y
X

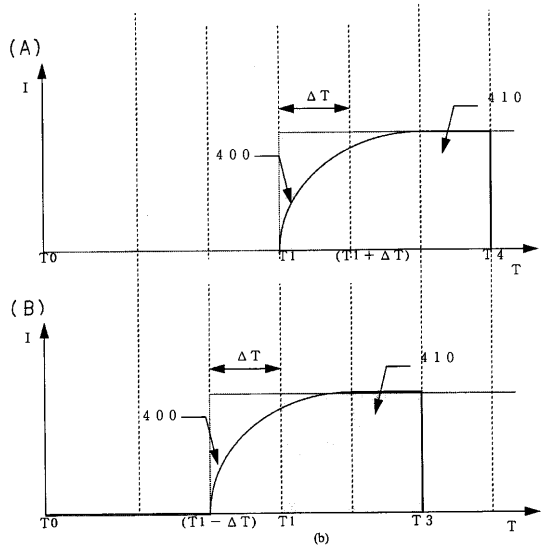
【図２】


100b
100a
100
2
Y
X

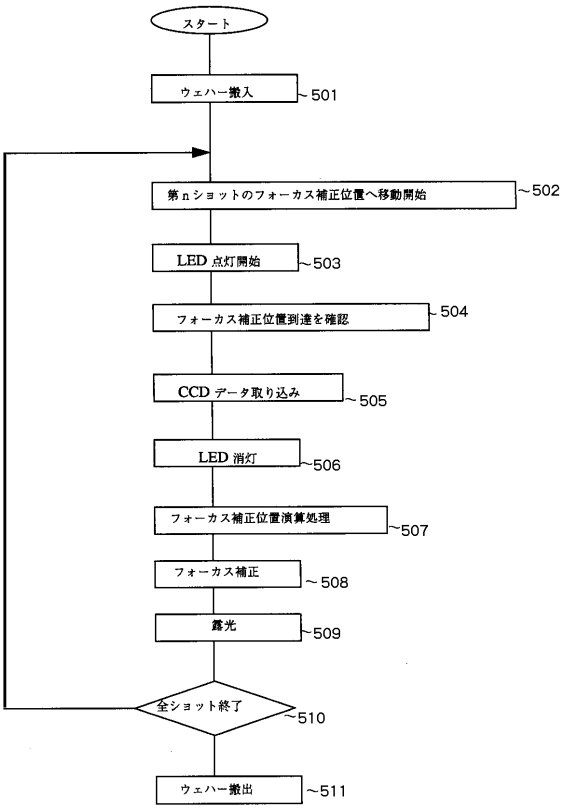
【図３】


300
INT1
INT2
INT3
INT4
INT5
V
T0
T1
T

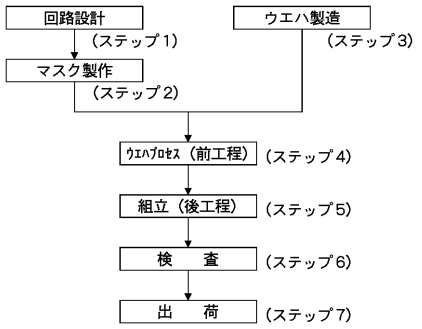
【図４】


(A)
I
ΔT
410
400
T0
T1
(T1 + ΔT)
T4
T
(B)
I
ΔT
410
400
T0
(T1 − ΔT)
T1
T3
T
(b)

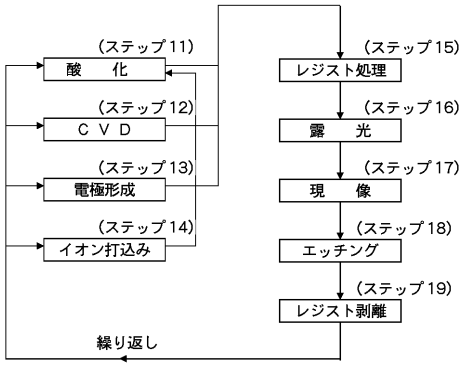
【図５】


スタート
ウェハー搬入
501
第nショットのフォーカス補正位置へ移動開始
502
LED 点灯開始
503
フォーカス補正位置到達を確認
504
CCD データ取り込み
505
LED 消灯
506
フォーカス補正位置演算処理
507
フォーカス補正
508
露光
509
全ショット終了
510
ウェハー搬出
511

【図６】


回路設計
（ステップ１）
マスク製作
（ステップ２）
ウエハ製造
（ステップ３）
ｳｴﾊﾌﾟﾛｾｽ（前工程）
（ステップ４）
組立（後工程）
（ステップ５）
検　査
（ステップ６）
出　荷
（ステップ７）

【図７】


（ステップ１１）
酸　化
（ステップ１２）
ＣＶＤ
（ステップ１３）
電極形成
（ステップ１４）
イオン打込み
（ステップ１５）
レジスト処理
（ステップ１６）
露　光
（ステップ１７）
現　像
（ステップ１８）
エッチング
（ステップ１９）
レジスト剥離
繰り返し

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
G03F 9/00 H

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 特開平０９－１４８２１６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０９２６１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３６５４６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２１２０１９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00