

(57)要約

レチクル上の照明領域 I A R を制限する可動ブレード B L₁、B L₂ の駆動装置がリニアモータ 4 3 A、4 3 B によって構成されている。このため、従来の回転式モータのように軸心ずれに起因する振動等が問題となることなく、装置の大きな振動要因の一つを解消することができ、結果的に露光精度の向上が可能である。リニアモータ 4 3 A、4 3 B は、レチクル R とウエハ W との同期移動方向に対応する方向にブレード B L₁、B L₂ を駆動するので、可動ブレードの等速移動時にはリニアモータが振動源とならない。従って、レチクルステージ R S-T を高速化する場合にそれに応じてリニアモータの推力を増加させても同期移動中に振動等が発生することがなく、レチクル R とウエハ W との同期移動速度、ひいてはスループットの向上が可能である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャド
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサオ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノールウェー	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NZ	ニュー・ジーランド	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DK	デンマーク	KR	韓国				

明 細 書

走査型露光装置及びその製造方法、並びにデバイス製造方法

技術分野

本発明は走査型露光装置及びその製造方法、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等を製造するリソグラフィ工程で用いられる走査型露光装置及びその製造方法、並びに前記走査型露光装置を用いて半導体素子等のマイクロデバイスを製造する方法に関する。

背景技術

近年、半導体素子等を製造するリソグラフィ工程では、パターンが形成されたマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）上の矩形又は円弧状の照明領域を照明光にて照明し、レチクルとウエハ等の基板とを1次元方向に同期移動して前記パターンを基板上に逐次転写する、いわゆるスリットスキャン方式、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置が使用されている。

かかる装置では、露光中にレチクル上のパターン領域外の部分が不要に露光されないように、レチクル上の照明領域を制限する可動ブレードを、レチクルと同期して駆動する遮光装置（可動レチクルブラインドとも呼ばれる）が用いられている（特開平4-196513号公報及びこれに対応する米国特許第5,473,410号参照）。従来の遮光装置では、駆動源としての回転式モータの回転運動を送りねじ又はボールネジ等により直線運動に変換して可動ブレードを同期移動方向に対応する方向に駆動していた。

半導体素子の製造工程では、レチクルに形成されているパターンをウエハ上に正確に重ね合わせて転写することが要求される。

しかしながら、上記従来の遮光装置では、可動ブレードの駆動源として回転

式モータが用いられていることから、走査露光（スキャン露光）時に、可動ブレンドをレチクルに同期して等速駆動する際にもモータは等速で回転し続け、その回転イナーシャ偏心量などに起因して振動が生じ、その振動が装置の他の部分に影響を与え、結果的に走査型露光装置の露光精度を悪化させていた。また、上記の回転によって生じる振動成分は回転数の増加に伴って大きくなるため、レチクルステージの高速化、すなわち走査露光の高速化の障害、ひいてはスルーット向上の障害ともなっていた。

一方、上述した遮光装置の駆動に起因する振動が、装置の他の部分に影響を与えないようにするため、遮光装置（可動レチクルブラインド）を含むレチクルブラインド部分と、レチクルステージ、ウエハステージ、投影光学系等が搭載された本体架台部（以下、適宜「ボディ」と呼ぶ）とを物理的に分離して、お互いに振動が伝わらないようにすることが考えられなくもないが、単に、レチクルブラインドと本体架台部とを分離したのでは、レチクルブラインドの本来の機能を得られない。

すなわち、固定レチクルブラインド（固定視野絞り）は、レチクル上の照明領域を規定するものであるから、この部分とボディ側とが独立した振動を受けたのでは、結果的にレチクルパターン面上で照明領域が変動し、露光中の像面照度が安定しないことと等価になる。また、遮光装置、すなわち可動レチクルブラインドの本来の機能である遮光特性を得るには、レチクルパターン面の共役面付近に配置された可動ブレンドの像がレチクルの遮光帯の範囲内に収まるようにする必要があり、このためには、現状の走査型露光装置では、本体架台の防振を行う防振装置（アクティブ防振装置）が、レチクルステージやウエハステージの駆動時に生じる反力の影響をほぼリアルタイムにキャンセルするような振動制御を行って本体架台の位置・姿勢を常に初期の状態に維持することが必要となる。

しかしながら、上記反力によりボディが減衰性のある高周波的な変形を生じ

るような場合には、防振装置でボディの振動制御を行ってボディの位置・姿勢を初期の状態に維持しようとしても、ボディの重量は非常に大きくかつ防振装置の駆動部（アクチュエータ）の応答性がそれほど高くないため、仮に、ボディの振動、変位等をセンサでモニタして、その振動をキャンセルするためのカウンタフォースをボディに与えたとしても、ボディの初期変位を抑えることは困難である。

将来的に、走査型露光装置においては、更なるステージの高加速度化が要求されるため、かかる将来の走査型露光装置では、上述したアクチュエータ応答速度より早い振動周期の振動をボディに生じさせる傾向が増加するものと予想される。このような場合、結果的に、遮光装置の可動ブレードとレチクルとが同期できず、良好な遮光特性が得られなくなってしまう。

本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、その目的は、遮光装置の駆動に起因する振動が他の部分に与える影響を軽減して、露光精度の向上を図ることができる走査型露光装置を提供することにある。

発明の開示

本発明は、第1の観点からすると、マスク（R）と基板（W）とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置であって、前記マスクを照明光（IL）により照明する照明系（1、2、3、5～8）と；前記マスクと前記基板とを同期して駆動する駆動系（RST、WST、11、21、19）と；前記マスク上の照明領域（IAR）を制限する可動ブレード（BL₁、BL₂）と；前記可動ブレードを駆動するリニアモータ（43A、43B）とを備える第1の走査型露光装置である。

これによれば、照明系によりマスクが照明光で照明された状態で、駆動系によってマスクと基板とが同期移動され、これにより基板上にマスクのパターンが走査露光方式により逐次転写される。この走査露光の際に、不要な部分（マ

スク上のパターン領域外の部分)に照明光が照射されるのを防止するため、マスク上の照明領域を制限する可動ブレードがリニアモータによってマスクと同期して駆動される。このため、走査露光中に、従来の回転式モータのようにその回転イナーシャ偏心量などに起因する振動等が問題となることがなく、走査露光中の装置の大きな振動要因の一つを解消することができ、結果的に露光精度の向上が可能である。

本発明に係る第1の走査型露光装置では、前記リニアモータは、可動ブレードを同期移動方向に直交する方向に対応する方向に駆動しても勿論良いが、前記リニアモータ(43A、43B)は、前記マスク(R)と前記基板(W)との同期移動方向に対応する方向に前記可動ブレード(BL₁、BL₂)を駆動することが望ましい。これは、リニアモータの場合、可動ブレードの等速移動時には、殆ど推力が不要なので、その等速移動中にリニアモータが殆ど振動源とならないからである。従って、露光精度の向上に加え、マスクと基板との同期移動速度を高速化する場合にそれに応じてリニアモータの推力を増加させても同期移動中に振動等が殆ど発生することがなく、マスクと基板との同期移動速度、ひいてはスループットの向上が可能である。

本発明は、第2の観点からすると、マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置であって、前記マスクを介して照明光で前記基板を露光する本体部と；前記本体部が配置される第1架台と；前記マスクと前記基板との同期移動に応じて、前記基板上での前記照明光の照射領域を制限する可動遮光部材と；前記第1架台と振動に関して独立し、前記可動遮光部材が配置される第2架台とを備える第2の走査型露光装置である。

これによれば、走査露光中の主たる振動源となる可動遮光部材が、本体部が配置される第1架台とは振動に関して独立した第2架台に支持されているため、その可動遮光部材の振動が直接的に第1架台側の振動要因となることがない。

また、可動遮光部材は、基板上での照明光の照射領域を制限するため、通常マスクのパターン領域の外周に設けられた遮光帯の外部への照明光の照射を防止できれば良く、遮光帯の幅は通常1.5～3mmあるいはそれ以上の比較的広い幅を持っているため、マスクの駆動による本体部の振動、可動遮光部材の駆動による第2架台の振動、及び可動遮光部材のデフォーカスや光学系のディストーションを考慮しても、要求される精度は十分緩やかである。従って、照明光でマスクが照明された状態で、マスクと基板とが同期移動され走査露光方式によりマスクのパターンが基板上に転写される際に、可動遮光部材により、ほぼ確実にマスクのパターン領域の外周に設けられた遮光帯の外部への照明光の照射を防止することができ、基板上の照明光の照射領域を制限することができ、これにより、走査露光中の本体部側の大きな振動要因の一つを解消することができ、結果的に露光精度の向上が可能である。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記本体部は、前記基板上での前記照明光の照射領域を規定する固定視野絞りを有していても良い。かかる場合には、基板の露光を行う本体部が、基板上での照明光の照射領域（マスクパターン面上の照明領域）を規定する固定視野絞りを有することから、固定視野絞りと本体部とは振動等に対して同じ挙動をするため、基板上での照明光の照射領域（マスクパターン面上の照明領域）が変動することがなく、基板の不要な露光（照明領域とマスクとの位置誤差の発生）を防止することができ、露光中の像面（基板面）照度も安定する。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系を更に備え、前記固定視野絞りは、前記照明光学系内に配置され、前記固定視野絞りを含む前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられていても良い。かかる場合には、照明光学系の一部のみが本体部に設けられているので、本体部側の総重量が減り、かつ重心を下げる事が可能となる。

この場合において、前記固定視野絞りは、前記マスクのパターン面と共役な

面から所定距離だけ離れて配置されていても良い。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、固定視野絞りを含む照明光学系の一部が前記本体部に設けられている場合、前記可動遮光部材は前記照明光学系内に配置され、前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられていても良い。かかる場合には、可動遮光部よりもマスク側には振動源となる可動部が殆どないので、振動要因がほぼなくなつてマスクと基板との同期移動精度を向上させることができる。

この場合において、前記可動遮光部材は、前記マスクのパターン面とほぼ共役な面に配置されていても良い。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、可動遮光部材よりもマスク側に配置される前記照明光学系の一部が本体部に設けられる場合、前記本体部に設けられる一部を除く前記照明光学系が、前記第2架台に配置されていても良い。すなわち、前記照明光学系を、前記第2架台に支持される第1部分光学系と、前記第1架台に支持される第2部分光学系とに分離しても良い。この場合、それぞれの部分光学系を異なるハウジング内に配置しても良い。ここで、ハウジングは、それぞれの部分光学系を収納する筐体、(気密性の高い)鏡筒を含む。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、可動遮光部材よりもマスク側に配置される前記照明光学系の一部が本体部に設けられる場合、前記本体部は、前記照明光に対して前記マスクを相対移動するマスクステージを有していても良い。かかる場合には、マスクステージの振動等に対する挙動を、本体部、従つて本体部に設けられた固定視野絞りの振動等に対する挙動と同じようにすることができる。

この場合において、前記本体部は、前記照明光を前記基板上に投射する投影光学系を有していても良い。かかる場合には、本体部に設けられた照明光学系の一部と投影光学系との間の光軸ずれを防止することができる。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記マスクに前記照明光を照射す

る照明光学系を更に備える場合に、前記可動遮光部材が前記照明光学系内に配置され、かつ前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられていても良い。かかる場合には、可動遮光部よりもマスク側には振動源となる可動部が殆どないので、振動要因がほぼなくなってマスクと基板との同期移動精度を向上させることができる。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記可動遮光部材と前記本体部との相対的な位置誤差が所定の許容値以下となるように、前記可動遮光部材と前記本体部との相対位置関係を調整する調整装置を更に備えることとすることができる。かかる場合には、マスクと基板との同期移動中に、調整装置により、可動遮光部材と本体部との相対的な位置誤差が所定の許容値以下となるように、可動遮光部材と本体部との相対位置関係が調整されるので、可動遮光部材をマスクに十分に追従させることができ、遮光特性を損なうことがない。

この場合において、前記照明光による前記基板の走査露光時に前記可動遮光部材を駆動する駆動装置を更に備える場合、前記調整装置は、前記可動遮光部材と前記本体部との相対変位に関する情報を検出する検出装置を有し、前記検出された情報に基づいて前記駆動装置を制御することとしても良い。かかる場合には、調整装置により、検出装置を用いて可動遮光部材と本体部との相対変位（例えば、本体部の初期変位や露光中の可動遮光部材に対する相対変位）に関する情報が検出され、この検出された情報に基づいて照明光による基板の走査露光時に可動遮光部材を駆動する駆動装置が制御されるので、先に背景技術の欄で述べたような本体部（第1架台）の防振装置のアクチュエータの応答性が低いような場合であっても、駆動部重量が小さく、高い応答性を確保できる可動遮光部材の駆動装置にて上記の相対変位（すなわち相対誤差）を補正することが可能となり、可動遮光部材をマスクに十分に追従させることができ、遮光特性を損なうことがない。

この場合において、前記駆動装置は、従来の回転モータを用いることもでき

るが、前記駆動装置はリニアモータであることが望ましい。リニアモータは回転モータに比べて振動が少なく、高速駆動が可能であり、かつ制御性に優れるので、結果的に可動遮光部材そのものの位置制御性が向上するからである。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記第1架台と前記第2架台との相対変位を計測する計測ユニットと；前記計測ユニットにより計測された相対変位に基づいて前記可動遮光部材と前記本体部との相対位置関係を調整する調整装置とを更に備えることができる。かかる場合には、マスクと基板との同期移動中に、計測ユニットにより第1架台と第2架台との相対変位が計測され、調整装置により、その計測された相対変位に基づいて可動遮光部材と本体部との相対位置関係が調整されるので、可動遮光部材をマスクに十分に追従させることができ、遮光特性を損なうことがない。

この場合において、前記照明光による前記基板の走査露光時に前記可動遮光部材を駆動する駆動装置を更に備える場合、前記調整装置は、前記計測ユニットの検出結果に基づいて前記駆動装置を制御することとすることができる。かかる場合には、計測ユニットにより第1架台の初期変位や露光中の第2架台に対する相対変位を計測することができ、この計測結果に基づいて調整装置が駆動装置を制御するので、先に背景技術の欄で述べたような本体架台の防振装置のアクチュエータの応答性が低いような場合であっても、駆動部重量が小さく、高い応答性を確保できる可動遮光部材の駆動装置にて上記の相対変位（すなわち相対誤差）を補正することが可能となり、可動遮光部材をマスクに十分に追従させることができ、遮光特性を損なうことがない。

本発明に係る第2の走査型露光装置では、前記計測ユニットを備える場合に、前記計測ユニットが、前記第1架台と前記第2架台との相対変位の絶対量の計測が可能であれば、前記計測ユニットの計測値に基づいて前記第1架台と前記第2架台との静的状態における相対変位が許容値以内であるか否かを判定する判定装置と；前記判定装置の判定結果が肯定的である場合に、前記相対変位に

対応する原点オフセットを、前記調整装置又は前記第1架台の位置制御系に対して与えて前記相対変位に起因する位置誤差を補正する補正装置とを更に備えることとすることができる。

例えば、第1架台と第2架台とがそれぞれ設置されている床面に経時的にねじれ等の変形が生じ、これにより第1架台と第2架台とに静的な相対変位が生じた場合に、仮に第1架台に座標系を考えると、第2架台を支持する床の変形により、第1架台側の各光学部材の光軸と、第2架台側の各光学部材の光軸とがずれるものとする、可動遮光部材の駆動装置が認識している原点と、第1架台側の原点とがずれることになる。この場合、調整装置が、これを認識せずに、上記の如く、計測ユニットの計測結果に基づいて駆動装置を制御したのでは、計測ユニットの計測結果そのものに上記の経時的な静的な相対変位分の誤差が含まれるため、結果的に可動遮光部材とマスクとの間に同期誤差（位置誤差）が生じることになる。これに対し、本発明では、判定装置が、前記計測ユニットの計測値に基づいて第1架台と第2架台との静的状態における相対変位が許容値以内であるか否かを判定し、その判定結果が肯定的である場合には、補正装置が前記相対変位に対応する原点オフセットを、調整装置又は第1架台の位置制御系に対して与えて相対変位に起因する位置誤差を補正するので、第1架台と第2架台とに経時的に静的な相対変位が生じた場合であっても、これに影響を受けて遮光特性が損なわれるのを防止することができる。

この場合、上記の「許容値」は、上述した原点オフセットにより対処可能な限界値が定められる。従って、原点オフセットにより対処不能な場合、すなわち判定装置の判定結果が否定的である場合に、警告を発する警告装置を更に備えることが望ましい。このようにすれば、警告によりオペレータが経時的に第1架台と第2架台との間に限界を超える相対変位が生じたことを認識でき、その後の適切な対処が可能になる。これにより、露光不良の発生を未然に防止することができる。なお、警告装置は、上記の異常を画面上に文字情報で表示す

るもの、音声により警告を発するもの、あるいはウォーニング・ランプ等のいずれであっても良い。

本発明は、第3の観点からすると、マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置を製造する露光装置の製造方法であって、前記マスクを照明光により照明する照明系を提供する工程と；前記マスクと前記基板とを同期して駆動する駆動系を提供する工程と；前記マスク上の照明領域を制限する可動ブレードを提供する工程と；前記可動ブレードを駆動するリニアモータを提供する工程とを含む第1の露光装置の製造方法である。

これによれば、照明系、マスクステージ及び基板ステージを含む駆動系、可動ブレード及びリニアモータ、並びにその他の様々な部品を機械的、光学的、及び電気的に組み合わせて調整することにより、本発明に係る第1の走査型露光装置を製造することができる。この場合において、マスクのパターン像を基板上に投影する投影光学系を提供する工程を更に含むことができる。かかる場合には、例えばスリット・スキャンあるいはステップ・アンド・スキャン方式等の走査露光型の投影露光装置を製造することができる。

本発明は、第4の観点からすると、マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置を製造する露光装置の製造方法であって、前記マスクを介して照明光で前記基板を露光する本体部を提供する工程と；前記本体部が配置される第1架台を提供する工程と；前記マスクと前記基板との同期移動に応じて、前記基板上での前記照明光の照射領域を制限する可動遮光部材を提供する工程と；前記第1架台と振動に関して独立し、前記可動遮光部材が配置される第2架台を提供する工程とを含む第2の露光装置の製造方法である。

これによれば、本体部、第1架台、可動遮光部材及び第2架台、並びにその他の様々な部品を機械的、光学的、及び電気的に組み合わせて調整することに

より、本発明に係る第2の走査型露光装置を製造することができる。この場合において、マスクのパターン像を基板上に投影する投影光学系を提供する工程を更に含むことができる。かかる場合には、例えばスリット・スキャンあるいはステップ・アンド・スキャン方式等の走査露光型の投影露光装置を製造することができる。

本発明に係る第2の露光装置の製造方法では、前記本体部に、前記基板上での前記照明光の照射領域を規定する固定視野絞りを組み込む工程を更に含むことができる。かかる場合には、基板の不要な露光（照明領域とマスクとの位置誤差の発生）を防止し、露光中の像面（基板面）照度を安定させることができる優れた走査型露光装置を製造することができる。

本発明に係る第2の露光装置の製造方法では、前記マスクに前記照明光を照射する照明光学系を提供する工程と；前記可動遮光部材を前記照明光学系内に配置し、かつ前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部を前記本体部に設ける工程とを更に含むことができる。かかる場合には、本体部側の総重量を減少させ、かつ重心位置を低く設定して安定性の向上及び振動低減を実現する走査型露光装置を製造することができる。

また、リソグラフィ工程において、本発明の走査型露光装置を用いて露光を行うことにより、基板上に複数層のパターンを重ね合せ精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができる。従って、本発明は別の観点からすると、本発明の露光装置を用いるデバイス製造方法であるとも言える。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施形態の走査型露光装置の概略構成を示す図である。

図2は、図1の可動レチクルブラインドの具体的構成例を概略的に示す図で

ある。

図3は、同期移動中のレチクルRのY方向の速度の時間変化を、可動ブレードのY方向の速度の時間変化とともに示す線図である。

図4は、本発明の第2の実施形態の走査型露光装置の概略構成を示す図である。

図5は、図4の装置の第1及び第2照明系ハウジング76A、76Bの境目の近傍に設けられた位置計測ユニットを示す概略斜視図である。

図6は、図4の装置の制御系の構成を概略的に示すブロック図である。

図7は、本発明に係るデバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

図8は、図7のステップ204における処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図3に基づいて説明する。図1には、第1の実施形態に係る走査型露光装置100の全体的な構成が概略的に示されている。この走査型露光装置100は、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置である。

走査型露光装置100は、光源1及び照明光学系(2、3、5～8)を含む照明系、マスクとしてのレチクルRを保持するレチクルステージRST、投影光学系PL、基板としてのウエハWを保持してXY2次元方向に移動するウエハステージWST、及びこれらの制御系等を備えている。

前記照明系は、光源1、コリメータレンズ、オプティカルインテグレータ(ホモジナイザ)としてのフライアイレンズ等(いずれも図示せず)からなる照度均一化光学系2、リレーレンズ3、レチクルブラインド5、リレーレンズ6、折り曲げミラー7及びコンデンサレンズ8等を含んで構成されている。

ここで、この照明系の構成各部についてその作用とともに説明すると、光源 1 で発生した照明光（露光光） I_L は不図示のシャッターを通過した後、照度均一化光学系 2 により照度分布がほぼ均一な光束に変換される。照明光 I_L としては、例えば超高压水銀ランプからの紫外域の輝線（ g 線、 i 線等）、エキシマレーザ光（ KrF エキシマレーザ光、 ArF エキシマレーザ光）、 F_2 レーザ光、 Ar_2 レーザ光、あるいは銅蒸気レーザや YAG レーザの高調波等が用いられる。

照度均一化光学系 2 から射出された光束は、リレーレンズ 3 を介して、レチクルブラインド 5 に達する。このレチクルブラインド 5 は、例えば 2 枚の L 字状の可動ブレード BL_1 、 BL_2 を有する可動ブラインド装置（これについては、後に詳述する）と、この可動ブラインド装置の近傍に配置された開口形状が固定された固定ブラインド 4 6 とから構成される。可動ブラインド装置を構成する可動ブレード BL_1 、 BL_2 の配置面はレチクル R のパターン面と共役となっている。固定ブラインド 4 6 は、そのパターン面の共役面から光軸 I_X に沿った方向（ Y 方向）に所定距離だけ離れて配置され、例えば 4 個のナイフエッジにより矩形の開口を囲んだ固定の視野絞りであり、その矩形開口の Z 方向（上下方向）及び X 方向（紙面直交方向）の幅が可動ブレード BL_1 、 BL_2 によって規定されるようになっている。これによりレチクル R を照明するスリット状の照明領域 IAR を所望の大きさ・形状の矩形状に設定できるようになっている。

レチクルブラインド 5 を通過した光束は、リレーレンズ 6 を通過して折り曲げミラー 7 に至り、ここで鉛直下方に折り曲げられてコンデンサレンズ 8 を介して回路パターン等が描かれたレチクル R の照明領域 IAR 部分を照明する。

なお、図 1 では図示を省略したが、照明光学系（2、3、5～8）の各構成部分は、照明鑄物と呼ばれるケース（図 2 符号 30 参照）の内側に固定され、このケースは不図示のメインフレーム上に植設された不図示のサポートフレー

ムに支持されている。

前記レチクルステージRST上にはレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、レチクルRの位置決めのため、照明光学系の光軸IX（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直な平面内で2次元的に（X軸方向及びこれに直交するY軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向に）微少駆動可能に構成されている。

また、このレチクルステージRSTは、レチクルベース上をリニアモータ等で構成されたレチクル駆動部11により、所定の走査方向（ここではY軸方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。このレチクルステージRSTの移動面内の位置及び回転量は、その上面に固定された移動鏡15を介してレチクルレーザ干渉計16により、例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出される。干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報はステージ制御系19及びこれを介して主制御装置20に送られ、ステージ制御系19では主制御装置20からの指示に応じてレチクルステージRSTの位置情報に基づいてレチクル駆動部11を介してレチクルステージRSTを駆動制御する。なお、図示は省略したが、レチクルベースは、投影光学系PLを保持するインバと呼ばれる保持部材に保持され、このインバはメインフレームに植設されている。

前記投影光学系PLは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置され、その光軸AX（照明光学系の光軸IXに一致）の方向がZ軸方向とされ、例えば、両側テレセントリックな縮小系であり、光軸AX方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメントから成る屈折光学系である。この投影光学系PLの投影倍率 β は、例えば1/4、1/5、あるいは1/6である。

前記ウエハステージWSTは、例えば平面モータ等から成るウエハ駆動部21を介してXY2次元方向に駆動される。ウエハステージWST上には、ウエハホルダ25が固定され、このウエハホルダ25によってウエハWが例えば真

空吸着によって保持されている。ウエハWの表面は、投影光学系PLに関してレチクルRのパターン面と共役に配置されるようになっている。このため、照明光ILによってレチクルRの照明領域IARが照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介して照明領域IAR内のレチクルRの回路パターンの縮小像（部分倒立像）が、表面にフォトリソが塗布されたウエハW上に形成されるようになっている。

また、ウエハステージWSTのXY面内での位置及び回転量（ヨーイング量、ピッチング量、ローリング量）は、移動鏡27を介してウエハレーザ干渉計31によって例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出されている。ウエハステージWSTの位置情報（又は速度情報）はステージ制御系19及びこれを介して主制御装置20に送られ、ステージ制御系19では主制御装置20からの指示に応じて前記位置情報（又は速度情報）に基づいてウエハ駆動部21を介してウエハステージWSTを駆動制御する。

本実施形態の走査型露光装置100においては、レチクルRの走査方向（Y軸方向）に対して垂直な方向（X軸方向）に長手方向を有する長方形（スリット状）の照明領域IARでレチクルRが照明され、レチクルRが露光時に-Y方向（又は+Y方向）に速度 V_R で走査（スキャン）されるのと同期して、ウエハWは（速度 V_R の）レチクルRの走査方向とは反対方向に速度 $V_W (= \beta \cdot V_R)$ で走査される。これにより、レチクルRのパターンの全面がウエハW上の各ショット領域に正確に転写されるようになっている。この走査露光の際に、前述した可動ブレード BL_1 、 BL_2 が主制御装置20によって後述するように制御される。

次に、可動ブレード BL_1 、 BL_2 を含む可動ブラインド装置（以下、「可動ブラインド装置50」と呼ぶ）について、図2に基づいて説明する。図2には、この可動ブラインド装置50の一構成例の斜視図が概略的に示されている。この図2に示されるように、可動ブラインド装置50は、照明光学系のケース3

0の上面(+Z方向側の面)に固定され、ベース40、可動ブレードBL₁、BL₂、ムービングマグネット型のリニアモータ43A、43B、及びメカリミットダンパ52A~52D等を備えている。

ベース40は、下端(-Z方向端)に取付け部40Aが-Y方向に延設された全体として所定の厚さの長方形板状の部材から成り、そのほぼ中央に円形の開口40Bが形成されている。ベース40のY方向一側(-Y側)の面上には、前記開口40BのZ方向一側、他側の位置に、X軸方向に延びる非スキャン軸ガイド41A、41Bがそれぞれ固定されている。

前記リニアモータ43A、43Bのそれぞれの固定子44a、44bが、非スキャン軸ガイド41A、41B上に配置され、それぞれ不図示の超音波モータ等によって駆動されX方向に移動可能となっている。

通常、固定子44a、44b、すなわち後述する非スキャンブレード51、54は、非走査方向(X軸方向)に関するレチクルRのパターン領域の幅に応じて照明領域LARの大きさを設定するために、走査露光に先立って駆動されるだけで、走査露光中などでは駆動されることがない。そこで、特に固定子44a、44b(非スキャンブレード51、54)の駆動装置として、本実施形態では、静止保持力を有するアクチュエータ、例えば超音波モータを用いることとしたものである。このようにすれば、固定子44a、44bを静止させているとき、超音波モータは発熱せず、しかも静止時にサーボをオフにできるので、サーボによるハンチング(振動)が発生することもなくなるといった利点を得られる。

一方(-X側)の固定子44aには、X方向に所定間隔を隔てて一対のスキャン軸ガイド48A、48BがZ方向に延設されている。これらのスキャン軸ガイド48A、48Bに沿って、リニアモータ43Aの可動子47aが固定子44aに対して相対駆動されるようになっている。この可動子47aに、例えばL字状の可動ブレードBL₁が一体的に固定されている。この可動ブレードB

L₁は、長方形板状のスキャンブレード49の上面に長方形板状の非スキャンブレード51を直交して重ね合わせた状態で一体化することによって構成されている。スキャンブレード49の-Z方向のエッジE₁は、X方向に延びており、このエッジE₁によってレチクルR上の照明領域IARの走査方向の一端が規定されるようになっている。また、非スキャンブレード51の+X方向のエッジE₃は、Z方向に延びており、このエッジE₃によって照明領域IARの非走査方向の一端が規定されるようになっている。

固定子44aの上部及び下部には、可動子47aの+Z方向、-Z方向の動きを制限するメカリミットダンパ52A、52Bが設けられている。これらのメカリミットダンパ52A、52Bは、例えば、可動子47aの側面に当接して該可動子47aの動きを物理的に制限するストッパ55と、このストッパ55を常に可動子47a方向に向けて付勢するダンパ56と、このダンパ56によりノーマリ・クローズ状態とされた不図示のマイクロスイッチとを、それぞれ備える。この場合、メカリミットダンパ52Aを構成するマイクロスイッチは、可動子47aを+Z方向に駆動する回路の一部に設けられ、可動子47aがストッパ55に当たることによってその接点が開成し、これにより不図示の電源回路から固定子44aを構成する不図示のコイルに対する電流供給ができなくなる。同様に、メカリミットダンパ52Bを構成するマイクロスイッチは、可動子47aを-Z方向に駆動する回路の一部に設けられ、可動子47aがストッパ55に当たることによってその接点が開成し、これにより不図示の電源回路からの前記コイルに対する電流供給ができなくなる。この場合、メカリミットダンパ52A、52Bを構成するマイクロスイッチが同時にオープンすることは有り得ないため、可動子47aは常に+Z方向及び-Z方向の少なくとも一方に駆動可能となっている。

他方(+X側)の固定子44bには、X方向に所定間隔を隔てて一対のスキャン軸ガイド48C、48DがZ方向に延設されている。これらのスキャン軸

ガイド48C、48Dに沿って、リニアモータ43Bの可動子47bが固定子44bに対して相対駆動されるようになっている。この可動子47bに、L字状の可動ブレードBL₂が一体的に固定されている。この可動ブレードBL₂は、可動ブレードBL₁と同様に、スキャンブレード53と非スキャンブレード54とが一体化されて構成されている。スキャンブレード53の+Z方向のエッジE₂は、X方向に延びており、このエッジE₂によってレチクルR上の照明領域IARの走査方向の他端が規定され、また、非スキャンブレード54の-X方向のエッジE₄は、Z方向に延びており、このエッジE₄によって照明領域IARの非走査方向の他端が規定されるようになっている。

なお、上記の説明では、スキャンブレード49と非スキャンブレード51とが一体化されて可動ブレードBL₁が構成され、スキャンブレード53と非スキャンブレード54とが一体化されて可動ブレードBL₂が構成されているものとしたが、これに限らず、スキャンブレード49と非スキャンブレード51とは別体でも良く、同様にスキャンブレード53と非スキャンブレード54とは別体でも良い。すなわち、4枚のブレード49、51、53、54をそれぞれ独立に駆動するように構成しても良い。このとき、4枚のブレード49、51、53、54をそれぞれリニアモータで駆動するようにしても良いし、あるいはスキャンブレード49、53はリニアモータでそれぞれ駆動し、非スキャンブレード51、54はリニアモータ以外、例えば超音波モータでそれぞれ駆動するようにしても良い。

固定子44bの上部及び下部には、可動子47bの+Z方向、-Z方向の動きを制限するメカリミットダンパ52C、52Dが設けられている。これらのメカリミットダンパ52C、52Dは、前述したメカリミットダンパ52A、52Bと同様に構成され、同様の機能を有する。

前記リニアモータ43A、43Bの可動子47a、47bを+Z、-Z方向に駆動する駆動回路及びリニアモータ43A、43BをX方向に駆動する不図

示の超音波モータが主制御装置 20 によって制御され、これによってエッジ E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 によって規定される矩形開口（以下、「開口 AP」と呼ぶ）の形状（大きさを含む）が任意の矩形状に形成されるようになっている。そして、開口 AP が、リレーレンズ 6 とコンデンサレンズ 8 とによって、レチクル R 上に拡大投影されて照明領域 IAR が形成される。その投影倍率は例えば 2.5 倍に設定される。なお、開口 AP の投影倍率を調整することによって、照明領域 IAR の大きさを変更（微調整）することは可能である。

次に、上述のようにして構成された本実施形態の走査型露光装置 100 における露光時の動作を、図 3 を参照して説明する。

不図示のレチクル顕微鏡及び不図示のオフアクシス・アライメントセンサ等を用いたレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が行われ、その後、アライメントセンサを用いたウエハ W のファインアライメント（EGA（エンハンスド・グローバル・アライメント）等）が終了し、ウエハ W 上の複数のショット領域の配列座標が求められる。なお、上記のレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業については、例えば特開平 4-324923 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,243,195 号に詳細に開示され、また、これに続く EGA については、特開昭 61-44429 号公報及びこれに対応する米国特許第 4,780,617 号等に詳細に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記各公報並びにこれらに対応する上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

次いで、ステージ制御系 19 では、主制御装置 20 からの指示に応じてレチクル駆動部 11 を介してレチクルステージ RST を移動して、レチクル R を Y 方向の走査開始点に設定する。同様に、ステージ制御系 19 では、主制御装置 20 からの指示に応じてウエハ駆動部 21 を介してウエハステージ WST を移動して、ウエハ W 上の対応する 1 つのショット領域を Y 方向の走査開始点に設

定する。

そして、ステージ制御系 19 では、レチクル駆動部 11、ウエハ駆動部 21 をそれぞれ介してレチクルステージ RST とウエハステージ WST とを投影倍率に応じた速度比で互いに逆方向に同期移動させて走査露光を行う。このとき、走査開始時点から、所定の目標走査速度までそれぞれのステージが加速され、目標走査速度に達すると、露光が開始され、露光が終了すると、それぞれのステージは減速状態に移行する。この走査露光中、主制御装置 20 により、レチクル R のパターン領域を区画する遮光帯の外側のガラス部分に照明光 IL が照射されるのを阻止すべく、可動ブレード BL₁、BL₂ の移動が制御される。

図 3 には、上記の同期移動中のレチクル R (レチクルステージ RST) の Y 方向の速度の時間変化が、可動ブレード BL₁、BL₂ の Y 方向の速度の時間変化とともに示されている。ここで、図 3 を参照して上記の走査露光中の可動ブレード BL₁、BL₂ の制御動作について簡単に説明する。

レチクルステージ RST の加速開始から時間 Δt_1 経過した後、主制御装置 20 では、例えばリニアモータ 43A を制御してレチクル R の進行方向側の可動ブレード BL₁ のみを加速開始する。これにより、図 3 の A 点で例えばレチクル R の 2/5 倍の加速度で可動ブレード BL₁ の加速が開始され、レチクル R の目標走査速度への加速終点である図 3 の Q 点から微小時間 Δt_2 だけ遅れた B 点で可動ブレード BL₁ の加速が終了する。そして、Q 点から時間 ΔT (レチクル R とウエハ W の同期整定時間) が経過した B' 点で丁度可動ブレード BL₁ も同期整定が完了して (整定時間 Δt が経過して) 等速同期状態に達する。

図 3 の A 点から B' 点までの間は、固定ブラインド 46 によって規定されるスリット状の照明領域部分の照明光 IL は、レチクル R 外又は遮光帯上にあるか、可動ブレード BL₁ によって遮られており、レチクル R 上の遮光帯の外側のガラス部分には照射されないようになっている。また、B' 点においては、可動ブレード BL₁ のエッジ E₁ が固定ブラインド 46 によって規定されるスリッ

ト状の照明領域の走査方向の一端に丁度一致している。

このB'点からレチクルRと可動ブレードBL₁との等速同期移動が開始され、また固定ブラインド46によってその走査方向の両端が規定される照明領域IAR部分の照明光ILによる露光が開始される。なお、この照明領域IARの非走査方向の幅は、可動ブレードBL₁とBL₂のエッジE₃、E₄によって規定されている。

図3のB'点からF点の間は、レチクルRに同期して可動ブレードBL₁が等速移動される。そして、所定時間経過後、図3のF点になると、可動ブレードBL₁の減速が開始される。この可動ブレードBL₁の減速開始から所定時間経過して図3のP点になると、主制御装置20によってリニアモータ43Bを介して可動ブレードBL₂の加速が開始される。その後、所定時間経過して図3のC点になると、可動ブレードBL₂の加速が終了する。この可動ブレードBL₂の加速開始直後に可動ブレードBL₁の減速は終了している。

そして、C点で加速が終了した可動ブレードBL₂は、整定時間Δt経過したC'点でレチクルRに対し等速同期状態となる。そして、D'点で露光、すなわちレチクルパターンのウエハ上への転写が終了する。この露光終了時点では、可動ブレードBL₂のエッジE₂が固定ブラインド46によって規定される照明領域の走査方向の他端に一致している。

そして、その後それぞれの整定時間にほぼ対応する時間だけ可動ブレードBL₂、レチクルRそれぞれの等速移動（オーバースキャン）が行われた後、可動ブレードBL₂、レチクルRの減速がそれぞれ開始される。このようにして、露光終了点であるD'点以降の所定時間の間、可動ブレードBL₂によって固定ブラインド46で規定される照明領域部分の照明光ILが遮光される。これにより、露光終了後もレチクルRのパターン領域を区画する遮光帯の外側のガラス部分に照明光ILが照射されるのが阻止される。

そして、図3のE点で可動ブレードBL₂が停止するが、この時点ではレチク

ルRは固定ブラインド46で規定される照明領域から外れている。その後、所定の微小時間(Δt_1 とほぼ同じ時間)経過の後、レチクルRが停止する。

以上の動作によって、レチクルRの1スキャンによる露光(1ショット分の露光)が終了する。

次に、ステージ制御系19では、主制御装置20からの指示に応じウエハステージWSTをX方向にショット領域の1列分だけステップングさせ、今までと逆方向にウエハステージWSTとレチクルステージRSTとを走査して、ウエハW上の異なるショット領域に同様のスキャン露光を行う。

これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、レチクル駆動部11、ウエハ駆動部21及びステージ制御系19によって駆動系が構成されている。

以上詳細に説明したように、本実施形態の走査型露光装置100によると、レチクルR上の照明領域IARを制限する可動ブレードBL₁、BL₂の走査方向に対応する方向の駆動装置がリニアモータ43A、43Bによって構成されていることから、従来の回転式モータのようにその回転イナーシャ偏心量などに起因する振動等が問題となることなく、走査露光中の装置の大きな振動要因の一つを解消することができ、結果的に露光精度の向上が可能である。

また、リニアモータ43A、43Bの場合、可動ブレードBL₁、BL₂の等速移動時には、空気等の摩擦抵抗に対応する僅かな推力のみを発生させれば足りるので、その等速移動中にリニアモータ43A、43Bが殆ど振動源とならない。従って、走査露光中にレチクルRに同期して可動ブレードBL₁、BL₂を同期移動方向に駆動しても露光精度が悪化することがないとともに、レチクルステージRST、ウエハステージWSTを高速化する場合にそれに依じてリニアモータの推力を増加させても同期移動中に振動等が殆ど発生することがない。従って、レチクルステージRST、ウエハステージWSTとの同期移動速度、ひいてはスループットの向上が可能である。

なお、上記実施形態では、リニアモータ43A、43Bがムービングマグネ

ット型である場合について説明したが、本発明がこれに限定されないことは勿論であり、ムービングコイル型のリニアモータを可動ブレードの駆動装置として用いても良い。

また、上記実施形態では、可動ブレード BL_1 、 BL_2 を同期移動方向（走査方向）に対応する方向に駆動する駆動装置のみをリニアモータで構成したが、同期移動方向に直交する方向（非走査方向）に対応する方向に駆動する駆動装置をもリニアモータによって構成しても良い。さらに、可動ブレード BL_1 、 BL_2 を非走査方向に対応する方向に駆動する装置を超音波モータ及びリニアモータ以外、例えばDCモータなどによって構成しても良い。また、上記実施形態ではその説明が省略されているが、可動ブレード BL_1 、 BL_2 を駆動するリニアモータに対してその冷却機構を設け、リニアモータの発熱を抑えることが好ましい。

《第2の実施形態》

次に、本発明の第2の実施形態を図4～図6に基づいて説明する。図4には、第2の実施形態の露光装置200の全体構成が概略的に示されている。この露光装置200は、マスクとしてのレチクルRと基板としてのウエハWとを一次元方向（ここではY軸方向とする）に同期移動しつつ、レチクルRに形成された回路パターンを投影光学系PLを介してウエハW上の各ショット領域に転写する、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置、すなわちいわゆるスキャニング・ステッパである。

露光装置200は、光源62、この光源62からの照明光によりレチクルRを照明する照明光学系IOP、レチクルRを保持するマスクステージとしてのレチクルステージRST、レチクルRから射出される照明光（パルス紫外光）をウエハW上に投射する投影光学系PL、ウエハWを保持する基板ステージとしてのウエハステージWST、レチクルステージRST、投影光学系PL及びウエハステージWST等を支持する第1架台としての本体コラム64、本体コ

ラム64の振動を抑制あるいは除去する防振システム、及びこれらの制御系等を備えている。

前記光源62としては、ここでは波長192~194nmの間で酸素の吸収帯を避けるように狭帯化されたArFエキシマレーザ光を出力するArFエキシマレーザ光源が用いられており、この光源62の本体は、防振台68を介して半導体製造工場のクリーンルーム内の床面FD上に設置されている。光源62には、光源制御装置63（図4では図示せず、図6参照）が併設されており、この光源制御装置63では、後述する主制御装置101（図4では図示せず、図6参照）からの指示に応じて、射出されるパルス紫外光の発振中心波長及び波長幅（スペクトル半値幅）の制御、パルス発振のトリガ制御、レーザチャンバ内のガスの制御等を行うようになっている。

なお、光源62をクリーンルームよりクリーン度が低い別の部屋（サービスルーム）、あるいは床面FDの下方の設けられたユーティリティスペースに設置しても構わない。

光源62は遮光性のベローズ70及びパイプ72を介してビームマッチングユニットBMUの一端（入射端）に接続されており、このビームマッチングユニットBMUの他端（出射端）は、パイプ74を介して照明光学系IOPに接続されている。

前記ビームマッチングユニットBMU内には、複数の可動反射鏡（図示省略）が設けられており、主制御装置101ではこれらの可動反射鏡を用いて光源62からベローズ70及びパイプ72を介して入射する狭帯化されたパルス紫外光（ArFエキシマレーザ光）の光路を次に述べる第1部分照明光学系IOP1との間で位置的にマッチングさせている。

前記照明光学系IOPは、第1部分照明光学系IOP1と第2部分照明光学系IOP2との2部分から構成されている。これら第1及び第2部分照明光学系IOP1、IOP2は、内部を外気に対して気密状態にする第1及び第2照

明系ハウジング 7 6 A、7 6 B をそれぞれ備えている。これらの照明系ハウジング 7 6 A、7 6 B 内には、空気（酸素）の含有濃度を数%以下、望ましくは 1 %未満にしたクリーンな乾燥窒素ガス（N₂）又はヘリウムガス（He）が充填されている。ここで、照明系ハウジングは、前記部分照明光学系を収納する筐体、（気密性の高い）鏡筒を含む。

第 1 照明系ハウジング 7 6 A 内には、可変減光器 7 8 A、ビーム整形光学系 7 8 B、第 1 フライアイレンズ系 7 8 C、振動ミラー 7 8 D、集光レンズ系 7 8 E、ミラー 7 8 F、第 2 フライアイレンズ系 7 8 G、照明系開口絞り板 7 8 H、ビームスプリッタ 7 8 J、第 1 リレーレンズ 7 8 K 及びレチクルブラインド 5 を構成する可動ブラインド装置 5 0 等が所定の位置関係で収納されている。また、第 2 照明系ハウジング 7 6 B 内には、レチクルブラインド 5 を構成する固定視野絞りとしての固定レチクルブラインド 4 6、第 2 リレーレンズ 7 8 N、ミラー 7 8 Q、及び主コンデンサーレンズ系 7 8 R 等が所定の位置関係で収納されている。

ここで、第 1 及び第 2 照明系ハウジング 7 6 A、7 6 B 内の上記構成各部について説明する。可変減光器 7 8 A は、パルス紫外光のパルス毎の平均エネルギーを調整するためのもので、例えば減光率が異なる複数の光学フィルタを切り換え可能に構成して減光率を段階的に変更するものや、透過率が連続的に変化する 2 枚の光学フィルタの重なり具合を調整することにより減光率を連続的に可変にするものが用いられる。この可変減光器 7 8 A を構成する光学フィルタは、主制御装置 1 0 1 の管理下にある照明制御装置 8 0（図 4 では図示せず、図 6 参照）によって制御されるモータを含む駆動機構 7 9 によって駆動される。

ビーム整形光学系 7 8 B は、可変減光器 7 8 A によって所定のピーク強度に調整されたパルス紫外光の断面形状を該パルス紫外光の光路後方に設けられた後述するダブルフライアイレンズ系の入射端を構成する第 1 フライアイレンズ系 7 8 C の入射端の全体形状と相似になるように整形して該第 1 フライアイレ

レンズ系 78C に効率よく入射させるもので、例えばシリンダレンズやビームエキスパンダ（いずれも図示省略）等で構成される。

前記ダブルフライアイレンズ系は、照明光の強度分布を一様化するためのもので、ビーム整形光学系 78B 後方のパルス紫外光の光路上に順次配置された第 1 フライアイレンズ系 78C と、集光レンズ 78E と、第 2 フライアイレンズ系 78G とから構成される。この場合、第 1 フライアイレンズ系 78C と集光レンズ 78E との間には、被照射面（レチクル面又はウエハ面）に生じる干渉縞や微弱なスペックルを平滑化するための振動ミラー 78D が配置されている。この振動ミラー 78D の振動（偏向角）は不図示の駆動系を介して主制御装置 101 の管理下にある照明制御装置 80 によって制御されるようになっている。なお、このようなダブルフライアイレンズ系と振動ミラーとを組み合わせた構成は、例えば、特開平 1-259533 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,307,207 号に詳細に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

前記第 2 フライアイレンズ系 78G の射出面の近傍に、円板状部材から成る照明系開口絞り板 78H が配置されている。この照明系開口絞り板 78H には、ほぼ等角度間隔で、例えば通常の円形開口より成る開口絞り、小さな円形開口より成りコヒーレンスファクタである σ 値を小さくするための開口絞り、輪帯照明用の輪帯状の開口絞り、及び変形光源法用に例えば 4 つの開口を偏心させて配置して成る変形開口絞り等が配置されている。

照明系開口絞り板 78H 後方のパルス紫外光の光路上に、反射率が大きく透過率が小さなビームスプリッタ 78J が配置され、更にこの後方の光路上に、第 1 リレーレンズ 78K 及び可動ブラインド装置 50 が順次配置されている。この可動ブラインド装置 50 は、前述した第 1 の実施形態（図 2）と同一の構成のものが用いられ、同様にして第 1 照明系ハウジング 76A 内の出射端部近

傍に取り付けられている。

前記固定レチクルブラインド46は、前述した第1の実施形態と同様の構成のものが用いられ、第2照明系ハウジング76B内の入射端部近傍のレチクルRのパターン面に対する共役面から僅かにデフォーカスした面に配置されている。この固定レチクルブラインド46の開口部は、投影光学系PLの円形視野内でその光軸を中心として走査露光時のレチクルRの移動方向（Y軸方向）と直交したX軸方向に直線的に伸びたスリット状又は矩形状に形成されているものとする。なお、固定レチクルブラインド46の配置面をレチクルRのパターン面に対する共役面から僅かにデフォーカスするのは、第1に、走査型露光装置、特にパルス光を露光用照明光とする装置では、走査方向に関するパルス光のレチクル（ウエハ）上での照明領域内の照度分布を台形状（すなわち両端でそれぞれスロープを持つ形状）とし、走査露光時のウエハ上の各ショット領域内の積算露光量の分布がほぼ均一になるようにするためであり、第2に、固定レチクルブラインド46のエッジ部が一部欠けていたり、正確に真直に形成されていないおそれもあるので、これらの悪影響を軽減するためにレチクルのパターン領域上の照明領域の周縁部を適度にぼかすためである。

この場合、走査露光の開始時及び終了時に、可動ブラインド装置50を構成する可動ブレード BL_1 、 BL_2 によって前述した第1の実施形態と同様にして、照明領域を更に制限することによって、不要な部分の露光が防止されるようになっている。この可動ブラインド装置50は、主制御装置101によって制御される（図6参照）。

なお、本実施形態において、可動ブラインド装置50と固定レチクルブラインド46とを異なる照明系ハウジング内にそれぞれ配置した理由、すなわち両者を分離した理由については後述する。

前記第2照明系ハウジング76B内の固定レチクルブラインド46の後方のパルス紫外光の光路上には、前述した第1リレーレンズ78Kとともにリレー

光学系を構成する第2リレーレンズ78Nが配置され、さらにこの第2リレーレンズ78Nの後方のパルス紫外光の光路上に、第2リレーレンズ78Nを通過したパルス紫外光をレチクルRに向けて反射するミラー78Qが配置され、このミラー78Q後方のパルス紫外光の光路上に主コンデンサーレンズ系78Rが配置されている。

以上の構成において、第1フライアイレンズ系78Cの入射面、第2フライアイレンズ系78Gの入射面、可動ブラインド装置50の可動ブレードBL₁、BL₂の配置面、レチクルRのパターン面は、光学的に互いに共役に設定され、第1フライアイレンズ系78Cの射出面側に形成される光源面、第2フライアイレンズ系78Gの射出面側に形成される光源面、投影光学系PLのフーリエ変換面（射出瞳面）は光学的に互いに共役に設定され、ケーラー照明系となっている。

このようにして構成された照明光学系IOP、すなわち第1部分照明光学系IOP1、第2部分照明光学系IOP2の作用を簡単に説明すると、光源62からのパルス紫外光がビームマッチングユニットBMUを介して第1部分照明光学系IOP1内に入射すると、このパルス紫外光は可変減光器78Aにより所定のピーク強度に調整された後、ビーム整形光学系78Bに入射する。そして、このパルス紫外光は、ビーム整形光学系78Bで後方の第1フライアイレンズ系78Cに効率よく入射するようにその断面形状が整形される。次いで、このパルス紫外光がミラー78Fを介して第1フライアイレンズ系78Cに入射すると、第1フライアイレンズ系78Cの射出端側に面光源、すなわち多数の光源像（点光源）から成る2次光源が形成される。これらの多数の点光源の各々から発散するパルス紫外光は、光源62の可干渉性によるスペックルを低減させる振動ミラー78D、集光レンズ系78Eを介して第2フライアイレンズ系78Gに入射する。これにより、第2フライアイレンズ系78Gの射出端に多数の光源像を所定形状の領域内に一様分布させた3次光源が形成される。

この3次光源から射出されたパルス紫外光は、照明系開口絞り板78H上のいずれかの開口絞りを通過した後、反射率が大きく透過率が小さなビームスプリッタ78Jに至る。

このビームスプリッタ78Jで反射された露光光としてのパルス紫外光は、第1リレーレンズ78Kによってレチクルブラインド5を構成する可動ブラインド装置50を通過した後、固定レチクルブラインド46の開口部を一様な強度分布で照明する。

こうして固定レチクルブラインド46の開口部を通ったパルス紫外光は、第2リレーレンズ78Nを通過してミラー78Qによって光路が垂直下方に折り曲げられた後、主コンデンサーレンズ系78Rを経て、レチクルステージRST上に保持されたレチクルR上の所定の照明領域（X軸方向に直線的に伸びたスリット状又は矩形状の照明領域）を均一な照度分布で照明する。ここで、レチクルRに照射される矩形スリット状の照明光は、図4中の投影光学系PLの円形投影視野の中央にX軸方向（非走査方向）に細長く延びるように設定され、その照明光のY軸方向（走査方向）の幅はほぼ一定に設定されている。

さらに、第1部分照明光学系IOP1を構成する第1照明系ハウジング76A内には、集光レンズ82、光電変換素子よりなるインテグレータセンサ84、集光レンズ86及びインテグレータセンサ84と同様の光電変換素子（受光素子）から成る反射光モニタ88等も収納されている。ここで、これらインテグレータセンサ84等について説明すると、ビームスプリッタ78Jを透過したパルス紫外光は、集光レンズ82を介してインテグレータセンサ84に入射し、そこで光電変換される。そして、このインテグレータセンサ84の光電変換信号が、不図示のピークホールド回路及びA/D変換器を介して主制御装置101に供給される。インテグレータセンサ84としては、例えば遠紫外域で感度があり、且つ光源62のパルス発光を検出するために高い応答周波数を有するPIN型のフォトダイオード等が使用できる。このインテグレータセンサ84

の出力と、ウエハWの表面上でのパルス紫外光の照度（露光量）との相関係数は予め求められて、主制御装置101内のメモリに記憶されている。

前記集光レンズ86及び反射光モニタ88は、第1照明系ハウジング76A内のレチクルR側からの反射光の光路上に配置され、レチクルRのパターン面からの反射光は、主コンデンサーレンズ系78R、ミラー78Q、第2リレーレンズ78N、固定レチクルブラインド46の開口部、可動ブラインド装置50、第1リレーレンズ78Kを経て、ビームスプリッタ78Jを透過し、集光レンズ86を介して反射光モニタ88に入射し、そこで光電変換される。この反射光モニタ88の光電変換信号が、不図示のピークホールド回路及びA/D変換器等を介して主制御装置101に供給される。この反射光モニタ88は、主として、レチクルRの透過率測定の際等に用いられる。

なお、第1及び第2照明系ハウジング76A、76Bの支持構造等については、後述する。

前記レチクルステージRSTは、後述する本体コラム64を構成する支持コラム90の上方に水平に固定されたレチクルベース定盤92上に配置されている。このレチクルステージRSTは、実際にはレチクルベース定盤92上を一对のYリニアモータによってY軸方向に所定ストロークで駆動されるレチクル粗動ステージと、該レチクル粗動ステージ上をレチクルRを吸着保持して各一对のXボイスコイルモータ及びYボイスコイルモータによってX方向、Y方向、及び θ_z 方向（Z軸回りの回転方向）に微小駆動されるレチクル微動ステージとを含んで構成されているが、以下においては説明の簡略化のため、レチクルステージRSTがレチクル駆動ユニット94（図4では図示せず、図6参照）によって駆動され、レチクルRをレチクルベース定盤92上でY軸方向に大きなストロークで直線駆動するとともに、X軸方向と θ_z 方向に関しても微小駆動するものとする。なお、例えば、特開平8-63231号公報及びこれに対応する米国特許出願第266,999号（出願日：1994年6月27日）に

開示される運動量保存則を利用した反力キャンセル機構をレチクルステージ R S T の反力キャンセル機構として採用しても良い。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許出願における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

前記レチクルステージ R S T の一部には、その位置や移動量を計測するための位置検出装置であるレチクルレーザ干渉計 9 6 からの測長ビームを反射する移動鏡 9 8 が取り付けられている。レチクルレーザ干渉計 9 6 は、支持コラム 9 0 の上端部に固定され、投影光学系 P L (又は本体コラムの一部) を基準として X、Y、 θ_z 方向の位置、すなわち X、Y 位置と回転量 (ヨーイング量) の計測を同時にかつ個別に行う。このレチクルレーザ干渉計 9 6 によって計測されるレチクルステージ R S T (即ちレチクル R) の位置情報 (又は速度情報) は主制御装置 1 0 1 に送られる (図 6 参照)。主制御装置 1 0 1 は、基本的にはレチクルレーザ干渉計 9 6 から出力される位置情報 (或いは速度情報) が指令値 (目標位置、目標速度) と一致するように上記レチクル駆動ユニット 9 4 を構成するリニアモータ、ボイスコイルモータ等を制御する。

前記投影光学系 P L としては、例えば、物体面 (レチクル R) 側と像面 (ウエハ W) 側の両方がテレセントリックで円形の投影視野を有し、石英や螢石を光学硝材とした屈折光学素子 (レンズ素子) のみから成る $1/4$ 、 $1/5$ 又は $1/6$ 縮小倍率の屈折光学系が使用されている。このため、レチクル R にパルス紫外光が照射されると、レチクル R 上の回路パターン領域のうちのパルス紫外光によって照明された部分からの結像光束が投影光学系 P L に入射し、その回路パターンの部分倒立像がパルス紫外光の各パルス照射の度に投影光学系 P L の像面側の円形視野の中央にスリット状または矩形状 (多角形) に制限されて結像される。これにより、投影された回路パターンの部分倒立像は、投影光学系 P L の結像面に配置されたウエハ W 上の複数のショット領域のうちの 1 つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。

前記本体コラム 6 4 は、床面 F D に水平に載置された装置の基準となるベースプレート B P 上に設けられた 3 本の支柱 1 0 4 A ~ 1 0 4 C (但し、紙面奥側の支柱 1 0 4 C は図示せず) 及びこれらの支柱 1 0 4 A ~ 1 0 4 C の上部に固定された防振ユニット 1 0 6 A ~ 1 0 6 C (但し、図 4 においては紙面奥側の防振ユニット 1 0 6 C は図示せず、図 6 参照) を介してほぼ水平に支持された鏡筒定盤 1 0 8 と、この鏡筒定盤 1 0 8 上に立設された前記支持コラム 9 0 と、鏡筒定盤 1 0 8 に吊り下げ支持された吊り下げコラム 6 1 とによって構成されている。本実施形態では、支持コラム 9 0 の上面に、第 2 部分照明光学系 I O P 2 を構成する第 2 照明系ハウジング 7 6 B を支持する支持部材 9 1 A、9 1 B が固定されている。

前記防振ユニット 1 0 6 A ~ 1 0 6 C は、支柱 1 0 4 A ~ 1 0 4 C のそれぞれの上部に直列に配置された内圧が調整可能なエアマウントとボイスコイルモータとを含んで構成されている。防振ユニット 1 0 6 A ~ 1 0 6 C によって、ベースプレート B P 及び支柱 1 0 4 A ~ 1 0 4 C を介して鏡筒定盤 1 0 8 に伝わる床面 F D からの微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。

前記鏡筒定盤 1 0 8 は鋳物等で構成されており、その中央部には平面視円形の開口が設けられ、該開口の内部に投影光学系 P L がその光軸 A X 方向を Z 軸方向として上方から挿入されている。投影光学系 P L の鏡筒部の外周部には、該鏡筒部に一体化されたフランジ F L G が設けられている。このフランジ F L G の素材としては、低熱膨張の材質、例えばインバー (Inver ; ニッケル 3 6 %、マンガン 0 . 2 5 %、及び微量の炭素と他の元素を含む鉄からなる低膨張の合金) が用いられており、このフランジ F L G は、投影光学系 P L を鏡筒定盤 1 0 8 に対して点と面と V 溝とを介して 3 点で支持するいわゆるキネマティック支持マウントを構成している。このようなキネマティック支持構造を採用すると、投影光学系 P L の鏡筒定盤 1 0 8 に対する組み付けが容易で、しかも組み付け後の鏡筒定盤 1 0 8 及び投影光学系 P L の振動、温度変化、姿勢変化等に

起因する応力を最も効果的に軽減できるという利点がある。

前記ウエハステージW S Tは、前述した吊り下げコラム6 1の底板を構成するウエハベース定盤6 6上に不図示のエアパッド（エアベアリング）によって例えば数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。このウエハステージW S Tは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータ等から成るウエハ駆動ユニット1 2 2（図4では図示せず、図6参照）によってX Y 2次元内で駆動されるようになっている。

前記ウエハステージW S Tの上面に、ウエハホルダ1 3 8を介してウエハWが静電吸着又は真空吸着等によって固定されている。ウエハステージW S TのX Y位置は、投影光学系P Lの鏡筒下端に固定された参照鏡M rを基準としてウエハステージW S Tの一部に固定された移動鏡M sの位置変化を計測するレーザ干渉計1 4 0によって所定の分解能、例えば0. 5～1 nm程度の分解能でリアルタイムに計測される。ここで、実際には、参照鏡（固定鏡）と移動鏡とは、X軸方向位置計測用とY軸方向位置計測用とがそれぞれ設けられ、これに対応してレーザ干渉計もX軸方向位置計測用のレーザ干渉計1 4 0 XとY方向位置計測用のレーザ干渉計1 4 0 Yとがそれぞれ設けられている（図6参照）が、図4ではこれらが代表して参照鏡M r、移動鏡M s、レーザ干渉計1 4 0として示されている。

レーザ干渉計1 4 0 X、1 4 0 Yの計測値は、主制御装置1 0 1に供給されるようになっている（図6参照）。ここで、レーザ干渉計1 4 0 Y、1 4 0 Xの少なくとも一方は、測長軸を2軸以上有する多軸干渉計であり、従って、主制御装置1 0 1では、レーザ干渉計1 4 0 Y、1 4 0 Xの計測値に基づいて、ウエハステージW S TのX Y位置のみならず、 θ_z 回転量（ヨーイング量）、あるいはこれらに加え θ_x 回転量（X軸回りの回転量であり、本実施形態ではピッチング量）、及び θ_y 回転量（Y軸回りの回転量であり、本実施形態ではローリング量）をも求めることができるようになっている。

前記鏡筒定盤 108 には、図 4 では図示が省略されているが、実際には、本体コラム 64 の Z 方向の振動を計測する 3 つの振動センサ（例えば加速度計）と X Y 面内方向の振動を計測する 3 つの振動センサ（例えば加速度計）（例えば、この内の 2 つの振動センサは、本体コラム 64 の Y 方向の振動を計測し、残りの振動センサは、本体コラム 64 の X 方向の振動を計測する）とが取り付けられている。以下においては、便宜上、これら 6 つの振動センサを総称して振動センサ群 146 と呼ぶものとする。この振動センサ群 146 の計測値は、主制御装置 101 に供給されるようになっている（図 6 参照）。従って、主制御装置 101 では、振動センサ群 146 の計測値に基づいて本体コラム 64 の 6 自由度方向の振動を求めることができる。

従って、主制御装置 101 では、例えばレチクルステージ R S T あるいはウエハステージ W S T の移動時、あるいは両ステージの同期移動時などに、振動センサ群 96 の計測値に基づいて求めた本体コラム 64 の 6 自由度方向の振動を除去すべく、防振ユニット 106 A ~ 106 C の速度制御を例えばフィードバック制御あるいはフィードバック制御及びフィードフォワード制御によって行い、本体コラム 64 の振動を効果的に抑制することが可能である。

また、ベースプレート B P と鏡筒定盤 108 との間には、両者の 6 自由度方向の相対変位を計測する位置センサ 144（図 4 では図示せず、図 6 参照）が設けられている。この位置センサ 144 の計測値も主制御装置 101 に供給されるようになっている。従って、主制御装置 101 では、位置センサ 144 の計測値に基づいてベースプレート B P と本体コラム 64 との 6 自由度方向の相対位置を求めることができ、この相対位置の情報を用いて防振ユニット 106 A ~ 106 C を制御することにより、本体コラム 64 をベースプレート B P を基準として定常的に安定した位置に維持することができる。

前記第 1 部分照明光学系 I O P 1 の第 1 照明系ハウジング 76 A は、ベースプレート B P 上に 3 点支持の防振台 166 を介して搭載された第 2 架台として

の支持コラム 168 によって支持されている。防振台 166 としても、防振ユニット 106A~106C と同様に、エアマウントとボイスコイルモータ（アクチュエータ）と支持コラム 168 に取り付けられた振動検出センサ（例えば加速度計）を備えたアクティブ防振台が用いられており、この防振台 166 によって床面 FD からの振動がマイクロ G レベルで絶縁される。

ここで、レチクルブラインド 5 を構成する可動ブラインド装置 50、固定レチクルブラインド 64 をそれぞれ第 1 照明系ハウジング 76A、第 2 照明系ハウジング 76B 内に配置し、それぞれを別々の架台、すなわち支持コラム 168、本体コラム 64 によって支持することとした理由について説明する。

固定レチクルブラインド 46 は、レチクル面（レチクルパターン面）上の照明領域を規定するものであるため、これを本体コラム 64 側と分離すると、結果的にウエハ W 上の露光領域（前記照明領域と共役な像面上の領域）が変化し、露光中の像面照度が安定しないこととなるため、本体コラム 64 に支持部材 91A、91B を介して支持された第 2 照明系ハウジング 76B 内に配置することとしたものである。

一方、可動ブラインド装置 50 は、本実施形態では、これを構成する可動ブレード BL_1 、 BL_2 がリニアモータ 43A、43B（図 2 参照）によって走査方向に対応する方向に駆動されるので、前述の如く、従来の回転モータを用いる場合に比べて走査露光中の本体コラム 64 等の振動要因となり難いが、現実には等速移動中の摩擦力が完全にゼロとはならず、特にレチクルステージ RST が大きな加速度で走査方向に駆動され、これに同期して可動ブレード BL_1 、 BL_2 を走査方向に対応する方向（Z 軸方向）に駆動する際に、これによって生じる反力が本体コラム 64 等の振動要因になるのを確実に防止するため、本体コラム 64 と振動に関して分離された（物理的に分離された）支持コラム 168 に支持された第 1 照明系ハウジング 76A 内に配置したものである。また、可動ブレード BL_1 、 BL_2 は、前述の如く、レチクル R のパターン領域の外周

に設けられた遮光帯外部への露光用照明光の照射を防止できれば良く、遮光帯の幅は通常1.5～3mmあるいはそれ以上の比較的広い幅を持っているため、レチクルステージRST、ウエハステージWST等の駆動による本体コラム64の振動、可動ブレードBL₁、BL₂の駆動による支持コラム168の振動、及び可動ブレードBL₁、BL₂のデフォーカスや照明光学系IOPのディストーションを考慮してもなお、要求される精度は十分緩やかである。従って、前述した第1の実施形態と同様にして走査露光が行われ、この際、レチクルステージRSTに可動ブレードBL₁、BL₂が同期して移動するように制御されると(図3参照)、ほぼ確実にレチクルのパターン領域の外周に設けられた遮光帯の外部への照明光の照射を防止することができる。

さらに、本実施形態では、第1部分照明光学系IOP1の第1照明系ハウジング76A(すなわち支持コラム168)と第2照明系ハウジング76B(すなわち本体コラム64)との相対変位を計測する位置計測ユニット126が、レチクルパターン面と光学的にほぼ共役な位置である可動ブラインド装置50の設置位置の近傍に配置されている。

これを更に詳述すると、位置計測ユニット126は、図5に示されるように、第2照明系ハウジング76Bの-Y方向端部の+X側の側面に外方に突設されたL字状部材160の-Y側の面(この面はXZ平面にほぼ平行な面である)に固定された金属板160Aと、前記L字状部材160の+X側の面(この面は、YZ面にほぼ平行な面である)に固定された金属板160Bと、これらの金属板160A、160Bにそれぞれ対向して第1照明系ハウジング76Aの+Y方向端部の+X側の側面の外方に突設されたL字状取付部材162に取付けられた2つの渦電流変位センサ152Y、152Xとを備えている。

渦電流変位センサ152Y、152Xとしては、応答周波数、すなわち速応性の尺度を与える固有周波数が500Hz程度であり、かつ1μmの分解能を有するものが用いられている。この渦電流変位センサの検出原理は、絶縁体に

巻いたコイルに、交流電圧を加えておき、導電体でできている測定対象（この場合、金属板）に近づけると、コイルによってつくられた交流磁界によって導電体に渦電流が発生する。この渦電流によって発生する磁界は、コイルの電流によってつくられた磁界と逆方向であり、これら2つの磁界が重なり合って、コイルの出力に影響を与え、コイルを流れる電流の強さ及び位相が変化する。この変化は、測定対象がコイルに近いほど大きくなり、逆に遠いほど小さくなるので、コイルから電気信号を取り出すことにより、測定対象の位置、変位を知ることができる。従って、渦電流変位センサ152Y、152Xを用いれば、両者が静止状態にあるときでも測定対象の位置、変位の計測が可能、すなわち絶対距離の計測が可能であり、走査露光時のように、本体コラム64等が振動している場合だけでなく、レチクルステージRST、ウエハステージWST、及び可動ブレードBL₁、BL₂のすべてが静止している状態においても、金属板160A、160Bの位置、変位の計測が可能となる結果、経時的な床面FDの傾き、ねじれ等に起因する金属板160A、160Bの変位を計測することも可能である。

なお、渦電流変位センサに代えて、上記と同様に絶対距離の計測が可能な静電容量式非接触変位センサや、フォトカプラ等の他の種類のセンサを用いて、位置計測ユニットを構成しても良い。あるいは、渦電流変位センサに代えて、レーザ干渉計等の相対距離計測センサを設けることも可能であるが、かかる場合には、第1照明系ハウジング76A、第2照明系ハウジング76Bのいずれかが振動等により動いている場合しか、両者の相対変位の測定は困難である。

上述のように、本実施形態では、渦電流変位センサ152Yにより、照明系ハウジング76A、76B間のレチクルRのパターン面と共役な面近傍のY軸方向の相対変位が上記分解能で計測され、また、渦電流変位センサ152Xにより照明系ハウジング76A、76B間のレチクルRのパターン面と共役な面近傍のX軸方向の相対変位が計測される。これらの渦電流変位センサ15

2 X、1 5 2 Yの計測値は主制御装置 1 0 1 に供給されるようになっている(図 6 参照)。

図 6 には、上述した露光装置 2 0 0 の制御系の構成が簡単に示されている。この制御系は、ワークステーション(又はマイクロコンピュータ)から成る主制御装置 1 0 1 を中心として構成されている。主制御装置 1 0 1 の入力側には、インテグレータセンサ 8 4、反射光モニタ 8 8、レチクルレーザ干渉計 9 6、レーザ干渉計 1 4 0 X、1 4 0 Y、振動センサ群 1 4 6、位置センサ 1 4 4、渦電流変位センサ 1 5 2 X、1 5 2 Y等の各種センサ類が接続されている。また、この主制御装置 1 0 1 の出力側には、光源制御装置 6 3、ビームマッチングユニット B M U、照明制御装置 8 0、可動ブラインド装置 5 0、レチクル駆動ユニット 9 4、防振ユニット 1 0 6 A~1 0 6 C、ウエハ駆動ユニット 1 2 2、防振台 1 6 6、及び表示装置 1 7 0 等が接続されている。そして、この主制御装置 1 0 1 は、これまでに説明した各種の制御を行う他、装置全体を統括的に制御する。更に、この主制御装置 1 0 1 は、走査露光時の本体コラム 6 4 の振動に応じた、可動ブラインド装置 5 0 の制御、本体コラム 6 4 と支持コラム 1 6 8 との間の経時的な相対変位の検出及び補正あるいは警報表示なども行う(これについては、後述する)。

次に、上述のようにして構成された露光装置 2 0 0 における露光動作について説明する。

前提として、ウエハ W 上のショット領域を適正露光量(目標露光量)で走査露光するための各種の露光条件が予め設定される。また、前述した第 1 の実施形態と同様に不図示のレチクル顕微鏡及び不図示のオフアクシス・アライメントセンサ等を用いたレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が行われ、その後、アライメントセンサを用いたウエハ W のファインアライメント(E G A (エンハンスト・グローバル・アライメント)等)が終了し、ウエハ W 上の複数のショット領域の配列座標が求められる。

このようにして、ウエハWの露光のための準備動作が終了すると、主制御装置101では、アライメント結果に基づいてレーザ干渉計140X、140Yの計測値をモニタしつつウエハ駆動ユニット122を制御してウエハWの第1ショットの露光のための走査開始位置にウエハステージWSTを移動する。

そして、主制御装置101では駆動ユニット94、122を介してレチクルステージRSTとウエハステージWSTとのY方向の走査を開始し、両ステージRST、WSTがそれぞれの目標走査速度に達し、所定の整定時間が経過すると、パルス紫外光によってレチクルRのパターン領域が照明され始め、走査露光が開始される。

この走査露光の開始に先立って、光源62の発光は開始されているが、主制御装置101によってレチクルブラインド5を構成する可動ブラインド装置50の可動ブレードBL₁（又はBL₂）の移動がレチクルステージRSTの移動と同期制御されているため、レチクルR上のパターン領域を区画する遮光帯の外側のガラス部分へのパルス紫外光の照射が遮光されることは、前述した第1の実施形態と同様である。

主制御装置101では、特に上記の走査露光時にレチクルステージRSTのY軸方向の移動速度V_RとウエハステージWSTのY軸方向の移動速度V_Wとが投影光学系PLの投影倍率に応じた速度比に維持されるようにレチクル駆動ユニット94、ウエハ駆動ユニット122を介してレチクルステージRST及びウエハステージWSTを同期制御する。

そして、レチクルRのパターン領域の異なる領域がパルス紫外光で逐次照明され、パターン領域全面に対する照明が完了することにより、ウエハW上の第1ショットの走査露光が終了する。これにより、レチクルRのパターンが投影光学系PLを介して第1ショットに縮小転写される。この場合も、第1の実施形態と同様にして、可動ブレードBL₂（又はBL₁）により、露光終了後もレチクルRの遮光帯の外側のガラス部分にパルス紫外光が照射されるのが阻止さ

れる。

このようにして、第1ショットの走査露光が終了すると、主制御装置101によりウエハ駆動ユニット122を介してウエハステージWSTがX、Y軸方向にステップ移動され、第2ショットの露光のため走査開始位置に移動される。このステップングの際に、主制御装置101ではウエハステージWSTの位置（ウエハWの位置）を検出するレーザ干渉計140X、140Yの計測値に基づいてウエハステージWSTのX、Y、 θz 方向の位置変位をリアルタイムに計測する。この計測結果に基づき、主制御装置101ではウエハ駆動ユニット122を制御してウエハステージWSTのXY位置変位が所定の状態になるようにウエハステージWSTの位置を制御する。

また、主制御装置101ではウエハステージWSTの θz 方向の変位の情報に基づいてレチクル駆動ユニット94を制御し、そのウエハW側の回転変位の誤差を補償するようにレチクルステージRST（レチクル微動ステージ）を回転制御する。

そして、主制御装置50では第2ショットに対して上記と同様の走査露光を行う。

このようにして、ウエハW上のショットの走査露光と次ショット露光のためのステップング動作とが繰り返し行われ、ウエハW上の露光対象ショットの全てにレチクルRのパターンが順次転写される。

ところで、本実施形態の走査型露光装置200では、ウエハアライメント、ステップング動作時等におけるウエハステージの駆動に伴って生じる反力、あるいは偏荷重によって生じる本体コラム64の振動や傾斜等は、主制御装置101が振動センサ群146、及び位置センサ144の出力に基づいて防振ユニット106A～106Cを制御することにより、制振ないしは補正が可能である。また、本体コラム64のZ方向の位置の調整は、主制御装置101が、位置センサ144の出力に基づいて防振ユニット106A～106Cを構成する。

エアマウントの内圧を調整することにより、調整することができる。

一方、例えば走査露光時のレチクルステージRSTとウエハステージWSTとの加減速時等にそれぞれのステージの駆動反力に起因して、本体コラム64が減衰性のある高周波的な変形を生じるような場合には、防振ユニット106A～106Cにより振動制御を行って本体コラム64の位置・姿勢を初期の状態に維持しようとしても、本体コラム64には、レチクルステージWST、投影光学系PL、ウエハステージWST等が搭載されているため、その全体の重量は非常に大きく、しかも防振ユニット106A～106Cの駆動部（アクチュエータ）の応答性がそれほど高くないため、その本体コラム64部分の初期変位を抑えることは困難であることは、前述した通りである。

しかし、本実施形態では、このような場合、主制御装置101が、位置計測ユニット126を構成する渦電流変位センサ152X、152Yの計測値に基づき、本体コラム64のXY2次元方向の初期変位や走査露光中の第1照明系ハウジング76Aに対する相対変位をレチクルパターン面とほぼ共役な位置で検出し、これらの変位の内、Y方向の変位については、本体コラム64側に比べて駆動部重量が小さく、高い応答性を確保できる可動ブラインド装置50を構成する可動ブレードBL₁、BL₂の走査方向に対応する方向（Z方向）の駆動をリニアモータ43A、43Bを介して制御し、X方向の変位については、可動ブレードBL₁、BL₂の非走査方向の位置を不図示の超音波モータを介して制御することにより、レチクルRの遮光帯と可動ブレードBL₁、BL₂との位置誤差が発生するのを防止することができ、遮光特性を損なうことなく、可動ブレードBL₁、BL₂をレチクルR（レチクルステージRST）に十分に追従させることができる。

また、主制御装置101では、位置計測ユニット126を構成する渦電流変位センサ152X、152Yの計測値に基づいて、レチクルステージRST、ウエハステージWST及び可動ブレードBL₁、BL₂の停止時に、静的な状態

における支持コラム 168 と本体コラム 64 との経時的な相対変位を計測する。そして、この相対変位が所定の許容値以下であるか否かを判定し、判定結果が肯定的である場合に、可動ブラインド装置 50 の原点オフセットを、上記相対変位に対応する原点オフセットに更新する。これにより、例えば、本体コラム 64 と支持コラム 168 とがそれぞれ設置されている床面 FD に経時的にねじれ等の変形が生じ、本体コラム 64 と支持コラム 168 とに経時的に静的な相対変位が生じた結果、第 1 部分照明光学系 IOP1 と第 2 部分照明光学系 IOP2 との間に光軸ずれが生じたとしても、可動ブレード BL₁、BL₂ とレチクル R (レチクルステージ RST) との間に同期誤差 (位置誤差) が生じるのを防止することができ、遮光特性が損なわれるのを防止することができる。

ここで、上記の所定の許容値は、次のようにして定められている。すなわち、通常スキャニング・ステッパでは、レチクル R 上の固定レチクルブラインド 46 で規定される照明領域の外周部の上記固定レチクルブラインド 46 及び可動ブレード BL₁、BL₂ で遮光される領域には、ある程度のマージンをもって照明領域内と照度が均一な領域が照明光学系によって設定されている。従って、可動ブレード BL₁、BL₂ の原点オフセットが小さく、実際の照明領域が上記のマージンの範囲内に収まる場合には、上述した原点オフセットの更新により対処可能であり、反対に原点オフセットが大きく、実際の照明領域が上記のマージンの範囲内を超えると照度均一性が保てなくなる。このため、この照度均一性が保てる範囲の限界値が上記の原点オフセットの「許容値」として定められている。

従って、主制御装置 101 では、上記の原点オフセットの更新により対処不能な場合には、警報音を発するとともに、表示装置 170 に上記の異常内容に対応する警告文書を表示する。これにより、オペレータは経時的に本体コラム 64 と支持コラム 168 との間に限界を超える相対変位が生じたことを認識でき、その後の適切な対処が可能になる。これにより、露光不良の発生を未然に

防止することができる。

これまでの説明から明らかなように、本第2の実施形態では、主制御装置101によって、レチクルステージRSTに可動ブレード BL_1 、 BL_2 が同期して移動するように、駆動装置を制御する調整装置、位置計測ユニット126の計測値に基づいて本体コラム64と支持コラム168との静的状態における相対変位が許容値以内であるか否かを判定する判定装置、及びその判定結果が肯定的である場合に、相対変位に対応する原点オフセットを、調整装置又は本体コラムの位置制御系に対して与えて相対変位に起因する位置誤差を補正する補正装置が構成されている。また、表示装置170と主制御装置101の機能とによって上記の判定結果が否定的である場合に、警告を発する警告装置が実現されている。

以上詳細に説明したように、本実施形態に係る走査型露光装置200によると、露光量制御、遮光特性を損なうことなく、走査露光中の本体コラム64側の大きな振動要因の一つを解消することができ、結果的に露光精度の向上が可能である。将来的に、走査型露光装置において、更なるステージの高加速度化が要求された場合に、本実施形態と同様の走査型露光装置は、特に大きな効果を発揮するものと予想される。また、本実施形態に係る走査型露光装置は、経時的に床面FDに傾き、ねじれ等が生じて、露光量制御、遮光特性を維持することができる。

なお、上記第2の実施形態中の説明では、位置計測ユニット126により、第1照明系ハウジング76A（支持コラム168）と第2照明系ハウジング76B（本体コラム64）との間の、X方向及びY方向の相対位置を計測する場合を説明したが、これに限らず、上記位置計測ユニット126と同様の位置計測ユニットを複数組用意し、支持コラム168と本体コラム64のX方向の相対変位を少なくとも2箇所、Y方向の相対変位を少なくとも1箇所、Z方向の相対変位を少なくとも3箇所計測できるように配置すれば、結果的に6自由

度方向について支持コラム 168 と本体コラム 64 の相対変位を計測することが可能になる。この場合は、可動ブラインド装置 50 の全体を Y 軸回りに回転させたり、XZ 面に対して傾斜駆動する駆動部を併せて設けても良い。また、本体コラム 64 の Z 方向の駆動は、防振ユニット 106A~106C を用いて行えば良い。

また、上記第 2 の実施形態では、レチクル R（固定ブラインド）と可動ブラインドとの位置誤差が相殺されるように、可動ブレード BL_1 、 BL_2 の移動を制御するものとしたが、その代わりに、可動ブラインド装置 50 の全体を走査方向及び非走査方向にそれぞれ対応する方向（図 4 では Z、X 方向）に移動可能に構成し、可動ブラインド装置 50 の移動によって前述の位置誤差を補正するようにしても良い。勿論、可動ブラインド装置 50 の全体の、XZ 面内での回転、XZ 面に対する 2 次元的な傾斜、及び Y 方向への平行移動の少なくとも 1 つを実行可能に構成しても良い。なお、防振ユニット 166 によつて可動ブラインド装置 50 の全体を Z 方向に移動するようにしても良い。

また、上記第 2 の実施形態では、可動ブレード BL_1 、 BL_2 のレチクル R の走査方向に対応する方向の駆動部のならず、非走査方向に対応する方向の駆動部についても、本体コラム 64 と分離して支持コラム 168 側に配置したが、これに限らず、主たる振動要因となる走査方向に対応する方向の駆動部（可動ブレードを含む）のみを支持コラム 168 側に配置しても良い。この場合には、可動ブレードを 4 枚設けることが必要となる。

また、照明領域の非走査方向の幅を規定する一対の可動ブレードは、第 2 部分照明光学系 IOP2 内でレチクル R のパターン面とほぼ共役な面に配置することが好ましいが、固定ブラインド 46 に近接して配置しても良い。これは、非走査方向の可動ブレードは走査露光中に駆動されることがないので、第 2 部分照明光学系 IOP2 内にその一対の可動ブレードを配置しても、レチクル R とウエハ W との同期移動精度などを低下させる要因となり得ないためである。

また、走査方向の可動ブレードと分離することで、その位置決め精度などについても緩くすることが可能となる。なお、非走査方向に関する、レチクルR上での照明領域の幅を、ウエハ上に転写すべきパターンのサイズに応じて変更する必要がないような場合には、固定ブラインドによつて非走査方向に関する照明領域の幅を規定できるので、結果的に非走査方向の一对の可動ブレードは必ずしも設けなくても良い。

さらに、上記第2の実施形態では、上記第1の実施形態と同一の可動ブラインド装置を用いた関係から、可動ブレード BL_1 、 BL_2 を走査方向に対応する方向の駆動部がリニアモータ43A、43Bにより構成され、非走査方向に対応する方向の駆動部が超音波モータにより構成されている。このため、従来の回転モータにより駆動する場合に比べて、走査方向については、可動ブレードそのものの位置制御性が向上する。リニアモータは回転モータに比べて振動が少なく、高速駆動が可能であり、かつ制御性に優れるからである。しかしながら、本発明がこれに限定されるものではなく、両方向の駆動部をともにリニアモータあるいは超音波モータによって構成したり、あるいは少なくとも一方の方向の駆動部をロータリモータによって構成しても良い。

また、上記第2の実施形態では固定ブラインドを照明光学系IOP、特に第2部分照明光学系IOP2内に配置するものとしたが、例えばレチクルRの近傍に固定ブラインドを配置しても良い。レチクルRのパターン面と反対側に固定ブラインドを配置するときは、例えば第2照明系ハウジング76Bの一端に固定ブラインドを取り付けるようにし、レチクルRのパターン面側に固定ブラインドを配置するときは、例えば投影光学系PLと一体に取り付けるようにしても良い。さらに、レチクルRのパターン像の一次像（中間像）を形成し、その中間像をウエハ上に再結像する投影光学系を用いるときは、その中間像が形成される面又はその近傍に固定ブラインドを配置しても良い。即ち、ウエハ上での露光用照明光の照射領域を規定するようになっていれば、固定ブラインド

の位置は任意で良い。なお、固定ブラインドを本体コラム64とは分離して配置することも考えられるが、固定ブラインドと本体コラム（例えば照明光学系IOP（投影光学系PL）の光軸）とを常に位置誤差が零となるようにその相対移動を制御することは困難であるので、固定ブラインドは本体コラム64に取り付けておくことが好ましい。

なお、上記第2の実施形態では、第1及び第2部分照明光学系IOP1、IOP2を構成する第1及び第2照明系ハウジング76A、76Bは、その内部を外気に対して気密状態にし、空気（酸素）の含有濃度を数%以下、望ましくは1%未満にしたクリーンな乾燥窒素ガス（N₂）又はヘリウムガス（He）が充填されているものとしたが、これに限らず、更に各照明系ハウジング76A、76B内部の1又は2以上光学素子を、別のケースで覆い、その内部にクリーンな乾燥窒素ガス（N₂）やヘリウムガス（He）を充填するようにしても良い。すなわち、照明光学系内を2重構造でパージするようにしても良い。この意味からすれば、上記第1及び第2照明系ハウジング76A、76Bの全体を第3のハウジングで覆いその内部にクリーンな乾燥窒素ガス（N₂）やヘリウムガス（He）を充填するようにしても良い。但し、この場合には、第1及び第2照明系ハウジング76A、76B間の上記相対変位を許容する必要があるため、第3のハウジングの一部には、蛇腹上の伸縮部を設ける等の工夫が必要となる。

また、上記実施形態では、ウエハステージWSTが、鏡筒定盤108から吊り下げ支持されたウエハベース定盤上に搭載される場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではなく、レチクルステージ（及び投影光学系PL）を支持する本体コラムとは分離してウエハベース定盤を設けるタイプの走査型露光装置にも本発明は好適に適用できる。但し、この場合には、本体コラムとウエハベース定盤との相対位置関係を常に把握する必要があるため、例えば本体コラムが載置されるベースプレートと本体コラムとの位置関係を計測する位置センサの他、ベースプレートとウエハベース定盤との位置関係を計測

する位置センサを設ける必要がある。

また、上記第2の実施形態ではオプティカルインテグレータ（ホモジナイザ）としてフライアイレンズを用いるものとしたが、その代わりにロッド・インテグレータを用いるようにしても良い。ロッド・インテグレータを用いる照明光学系では、ロッド・インテグレータはその射出面がレチクルRのパターン面とほぼ共役になるように配置されるので、例えばロッド・インテグレータの射出面に近接して前述の可動ブラインド装置50（少なくともスキャンプレート49、51）を配置する。従って、この照明光学系はロッド・インテグレータを境にして2分割され、上記第2の実施形態と同様に、可動ブラインド装置50はロッド・インテグレータが配置される第1部分照明光学系に設けられ、固定ブラインドは本体コラムに固定される第2部分照明光学系に設けられる。なお、ロッド・インテグレータを用いる照明光学系は、例えば米国特許第5,675,401号に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、その米国特許の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。また、フライアイレンズとロッド・インテグレータとを組み合わせる、あるいは2つのロッド・インテグレータを直列に配置してダブルオプティカルインテグレータとしても良い。このように、本発明が適用される走査型露光装置に好適な照明光学系は、図4に限られるものではなく、いかなる構成であつても良い。

また、上記第2の実施形態では、主制御装置101が図5の右側に示される種々の装置を制御するものとしたが、これに限らず、これらの装置を各別に制御するコントローラをそれぞれ設けても良く、あるいはこれらの任意の組み合わせを複数のコントローラで制御するようにしても良い。

また、上記第2の実施形態では、防振ユニット、防振台の全てがアクティブ防振装置である場合について説明したが、本発明がこれに限定されないことは勿論である。すなわち、これらの全て、これらのいずれか、あるいは任意の複

数がパッシブ防振装置であっても良い。

以上説明した、上記各実施形態の走査型露光装置は、本願の請求の範囲 (claims) に挙げられた各構成要素 (elements) を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることは言うまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

なお、上記各実施形態では、露光用照明光として、例えば超高压水銀ランプからの紫外域の輝線 (g 線、i 線等)、エキシマレーザ光 (KrFエキシマレーザ光、ArFエキシマレーザ光)、F₂レーザ光、Ar₂レーザ光、あるいは銅蒸気レーザやYAGレーザの高調波等を使用するものとしたが、これに限らず、波長5～50nm、例えば、13.4nm又は11.5nmのEUV光を露光用照明光として用いる走査型露光装置にも本発明は適用することは可能である。かかるEUV光を露光用照明光とする露光装置では、オール反射の光学系及び反射型レチクルが用いられる。

また、例えば、上記実施形態と同様に紫外光を用いる露光装置であっても、投影光学系として反射光学素子のみからなる反射系、又は反射光学素子と屈折光学素子とを有する反射屈折系 (カタディオプトリック系) を採用しても良い。ここで、反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平8-17105

4号公報及びこれに対応する米国特許第5,668,672号、並びに特開平10-20195号公報及びこれに対応する米国特許第5,835,275号などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平8-334695号公報及びこれに対応する米国特許第5,689,377号、並びに特開平10-3039号公報及びこれに対応する米国特許出願第873,605号（出願日：1997年6月12日）などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記各公報及びこれらに対応する米国特許、及び米国特許出願における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この他、特開平10-104513号公報及び米国特許第5,488,229号に開示される、複数の屈折光学素子と2枚のミラー（凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡）とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウエハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通過して副鏡、主鏡の順に反射され、さらに副鏡の一部を通過してウエハ上に達することになる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

さらに、反射屈折型の投影光学系としては、例えば円形イメージフィールドを有し、かつ物体面側、及び像面側が共にテレセントリックであるとともに、その投影倍率が1/4倍又は1/5倍となる縮小系を用いても良い。また、この反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置の場合、照明光の照射領域が投影光学系の視野内でその光軸をほぼ中心とし、かつレチクル又はウエハの

走査方向とほぼ直交する方向に沿って延びる矩形スリット状に規定されるタイプであっても良い。かかる反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置によれば、例えば波長157nmのF₂レーザ光を露光用照明光として用いても100nmL/Sパターン程度の微細パターンをウエハ上に高精度に転写することが可能である。

また、真空紫外光としてArFエキシマレーザ光やF₂レーザ光などが用いられるが、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51~1.59μmの範囲内とすると、発生波長が189~199nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151~159nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544~1.553μmの範囲内とすると、発生波長が193~194nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57~1.58μmの範囲内とすると、発生波長が157~158nmの範囲内の10倍高調波、即ちF₂レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、発振波長を1.03~1.12μmの範囲内とすると、発生波長が147~160nmの範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を1.099~1.106μmの範囲内とすると、発生波長が157~158μmの範囲内の7倍高調波、即ちF₂レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又は

マスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、D U V（遠紫外）光やV U V（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーピングされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンスルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

勿論、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子（CCDなど）の製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

《デバイス製造方法》

次に、上述した露光装置をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図7には、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）の製造例のフローチャートが示されている。図7に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバイスの機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ204（ウエハ処理ステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソ

グラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（デバイス組立ステップ）において、ステップ204で処理されたウエハを用いてデバイス組立を行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作製された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。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図8には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図8において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ216（露光ステップ）において、上で説明した露光装置100又は200を用いてマスクの回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ217（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、ステップ218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前処理工程と後処理工程と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が形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法によると、露光工程（ステップ 216）において上記各実施形態の露光装置 100、200を用いて露光が行われるので、露光精度の向上により、高集積度のデバイスを歩留まり良く生産することができる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明に係る露光装置及び露光方法は、集積回路等のマイクロデバイスを製造するリソグラフィ工程において、微細パターンをウエハ等の基板上に精度良く複数層重ねて形成するのに適している。また、本発明に係るデバイス製造方法は、微細なパターンを有するデバイスの製造に適している。

請 求 の 範 囲

1. マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置であって、
 - 前記マスクを照明光により照明する照明系と；
 - 前記マスクと前記基板とを同期して駆動する駆動系と；
 - 前記マスク上の照明領域を制限する可動ブレードと；
 - 前記可動ブレードを駆動するリニアモータとを備える走査型露光装置。
2. 請求項 1 に記載の走査型露光装置において、
 - 前記リニアモータは、前記マスクと前記基板との同期移動方向に対応する方向に前記可動ブレードを駆動することを特徴とする走査型露光装置。
3. マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置であって、
 - 前記マスクを介して照明光で前記基板を露光する本体部と；
 - 前記本体部が配置される第 1 架台と；
 - 前記マスクと前記基板との同期移動に応じて、前記基板上での前記照明光の照射領域を制限する可動遮光部材と；
 - 前記第 1 架台と振動に関して独立し、前記可動遮光部材が配置される第 2 架台とを備える走査型露光装置。
4. 請求項 3 に記載の走査型露光装置において、
 - 前記本体部は、前記基板上での前記照明光の照射領域を規定する固定視野絞りを有することを特徴とする走査型露光装置。
5. 請求項 4 に記載の走査型露光装置において、
 - 前記照明光を前記マスクに照射する照明光学系を更に備え、
 - 前記固定視野絞りは、前記照明光学系内に配置され、
 - 前記固定視野絞りを含む前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられてい

ることを特徴とする走査型露光装置。

6. 請求項5に記載の走査型露光装置において、

前記固定視野絞りは、前記マスクのパターン面と共役な面から所定距離だけ離れて配置されることを特徴とする走査型露光装置。

7. 請求項5に記載の走査型露光装置において、

前記可動遮光部材は前記照明光学系内に配置され、前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられていることを特徴とする走査型露光装置。

8. 請求項7に記載の走査型露光装置において、

前記可動遮光部材は、前記マスクのパターン面とほぼ共役な面に配置されることを特徴とする走査型露光装置。

9. 請求項7に記載の走査型露光装置において、

前記本体部に設けられる一部を除く前記照明光学系が、前記第2架台に配置されていることを特徴とする走査型露光装置。

10. 請求項9に記載の走査型露光装置において、

前記本体部に設けられる照明光学系の一部と、前記第2架台に配置される照明光学系の残りの一部とが、異なるハウジング内にそれぞれ配置されていることを特徴とする走査型露光装置。

11. 請求項7に記載の走査型露光装置において、

前記本体部は、前記照明光に対して前記マスクを相対移動するマスクステージを有することを特徴とする走査型露光装置。

12. 請求項11に記載の走査型露光装置において、

前記本体部は、前記照明光を前記基板上に投射する投影光学系を有することを特徴とする走査型露光装置。

13. 請求項3に記載の走査型露光装置において、

前記マスクに前記照明光を照射する照明光学系を更に備え、

前記可動遮光部材が前記照明光学系内に配置され、かつ前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部が前記本体部に設けられていることを特徴とする走査型露光装置。

14. 請求項3～13のいずれか一項に記載の走査型露光装置において、

前記可動遮光部材と前記本体部との相対的な位置誤差が所定の許容値以下となるように、前記可動遮光部材と前記本体部との相対位置関係を調整する調整装置を更に備えることを特徴とする走査型露光装置。

15. 請求項14に記載の走査型露光装置において、

前記照明光による前記基板の走査露光時に前記可動遮光部材を駆動する駆動装置を更に備え、

前記調整装置は、前記可動遮光部材と前記本体部との相対変位に関する情報を検出する検出装置を有し、前記検出された情報に基づいて前記駆動装置を制御することを特徴とする走査型露光装置。

16. 請求項15に記載の走査型露光装置において、

前記駆動装置はリニアモータであることを特徴とする走査型露光装置。

17. 請求項3～13のいずれか一項に記載の走査型露光装置において、

前記第1架台と前記第2架台との相対変位を計測する計測ユニットと；

前記計測ユニットにより計測された相対変位に基づいて前記可動遮光部材と前記本体部との相対位置関係を調整する調整装置とを更に備えることを特徴とする走査型露光装置。

18. 請求項17に記載の走査型露光装置において、

前記照明光による前記基板の走査露光時に前記可動遮光部材を駆動する駆動装置を更に備え、

前記調整装置は、前記計測ユニットの検出結果に基づいて前記駆動装置を制御することを特徴とする走査型露光装置。

19. 請求項18に記載の走査型露光装置において、

前記計測ユニットは、前記第1架台と前記第2架台との相対変位の絶対量の計測が可能であり

前記計測ユニットの計測値に基づいて前記第1架台と前記第2架台との静的状態における相対変位が許容値以内であるか否かを判定する判定装置と；

前記判定装置の判定結果が肯定的である場合に、前記相対変位に対応する原点オフセットを、前記調整装置又は前記本体架台の位置制御系に対して与えて前記相対変位に起因する位置誤差を補正する補正装置とを更に備えることを特徴とする走査型露光装置。

20. 請求項19に記載の走査型露光装置において、

前記判定装置の判定結果が否定的である場合に、警告を発する警告装置を更に備えることを特徴とする走査型露光装置。

21. マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置を製造する露光装置の製造方法であって、

前記マスクを照明光により照明する照明系を提供する工程と；

前記マスクと前記基板とを同期して駆動する駆動系を提供する工程と；

前記マスク上の照明領域を制限する可動ブレードを提供する工程と；

前記可動ブレードを駆動するリニアモータを提供する工程とを含む露光装置の製造方法。

22. マスクと基板とを同期移動して前記マスクのパターンを前記基板上に転写する走査型露光装置を製造する露光装置の製造方法であって、

前記マスクを介して照明光で前記基板を露光する本体部を提供する工程と；

前記本体部が配置される第1架台を提供する工程と；

前記マスクと前記基板との同期移動に応じて、前記基板上での前記照明光の照射領域を制限する可動遮光部材を提供する工程と；

前記第1架台と振動に関して独立し、前記可動遮光部材が配置される第2架台を提供する工程とを含む露光装置の製造方法。

23. 請求項22に記載の露光装置の製造方法であって、
前記本体部に、前記基板上での前記照明光の照射領域を規定する固定視野絞りを組み込む工程を更に備えることを特徴とする露光装置の製造方法。
24. 請求項22に記載の露光装置の製造方法であって、
前記マスクに前記照明光を照射する照明光学系を提供する工程と；
前記可動遮光部材を前記照明光学系内に配置し、かつ前記可動遮光部材よりも前記マスク側に配置される前記照明光学系の一部を前記本体部に設ける工程とを更に含む露光装置の製造方法。
25. リソグラフィ工程を含むデバイス製造法であって、
前記リソグラフィ工程において、請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、15、16、18、19、20のいずれか一項に記載の走査型露光装置を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

Fig. 1

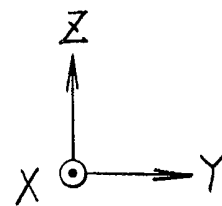
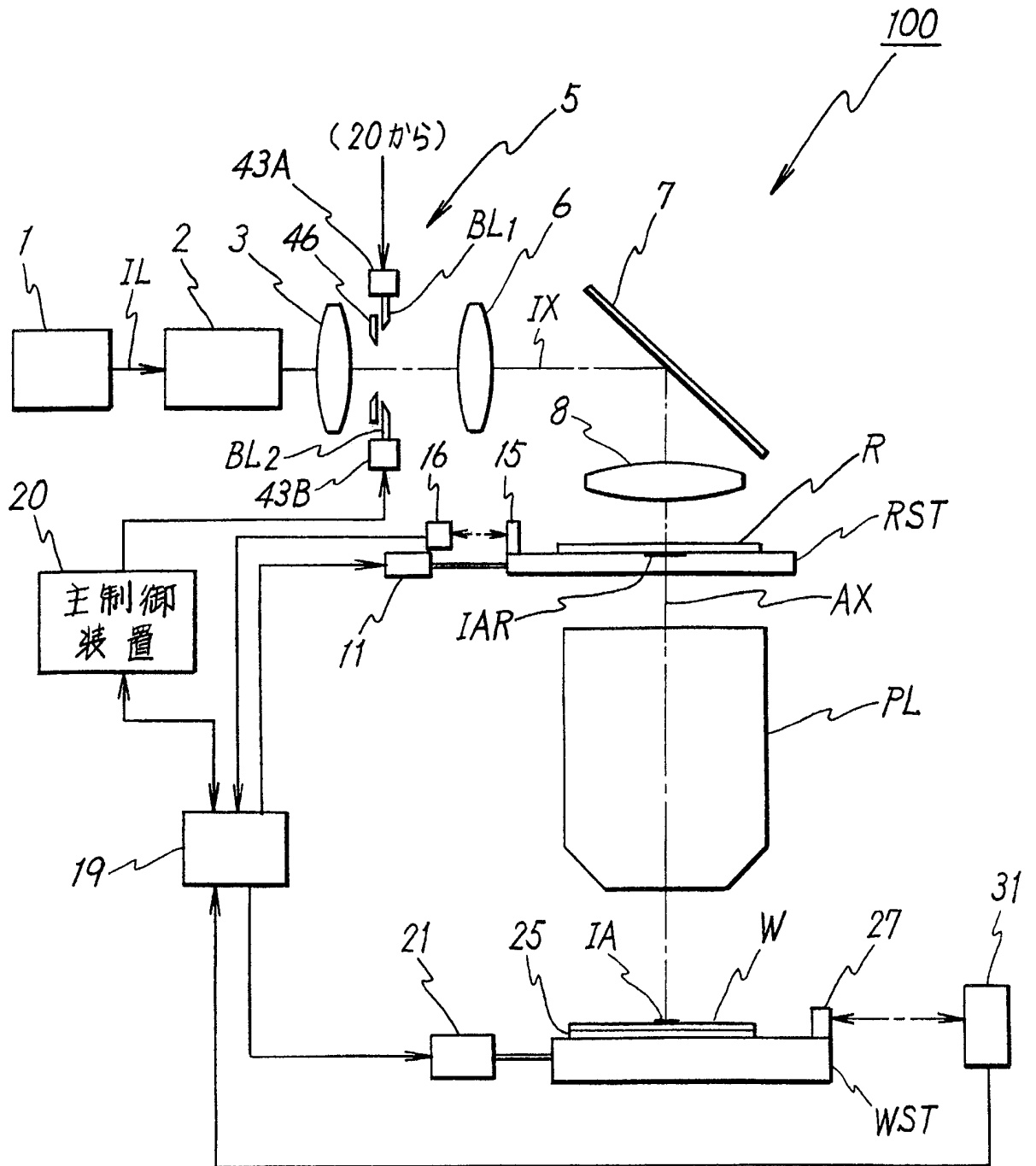


Fig. 2

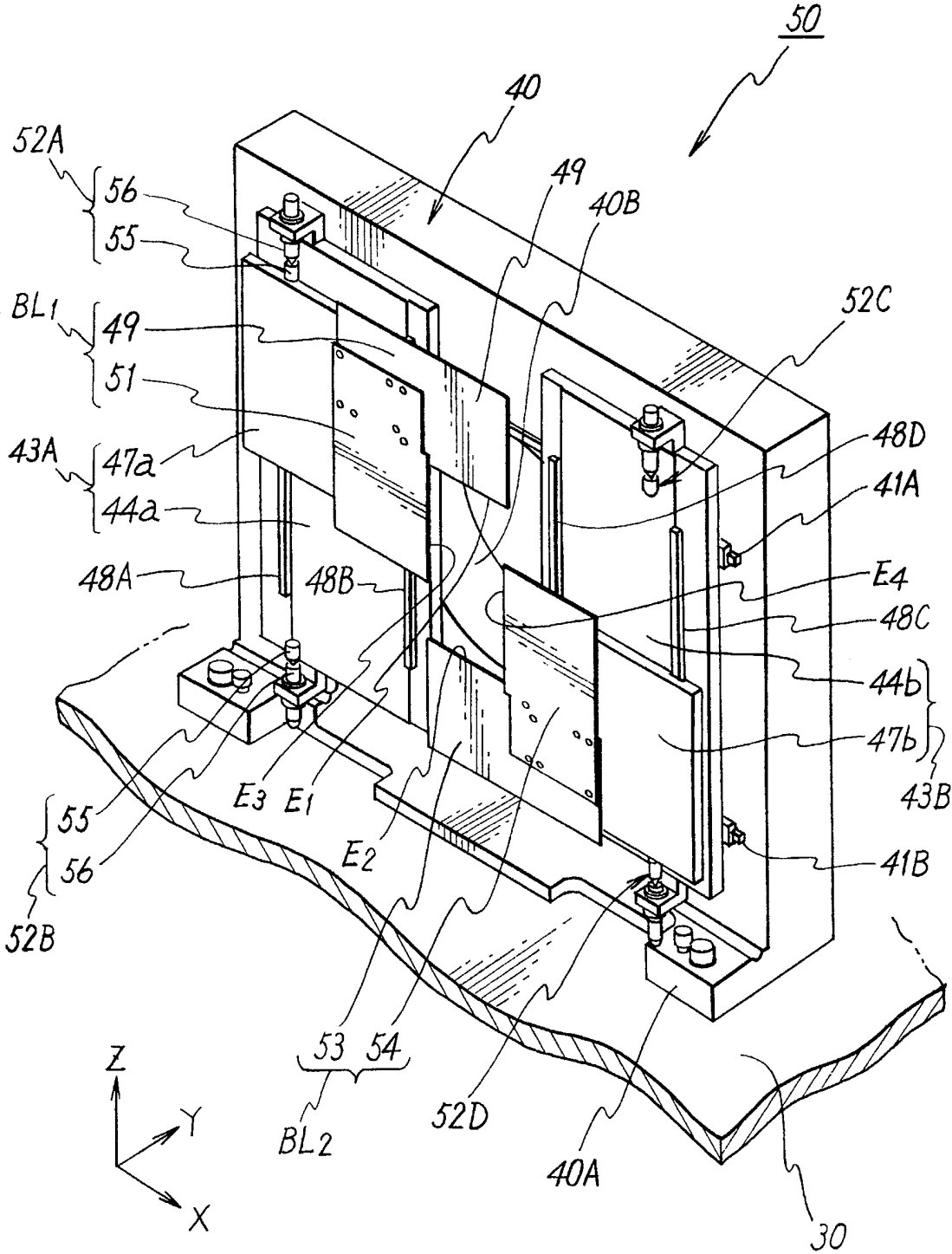


Fig. 3

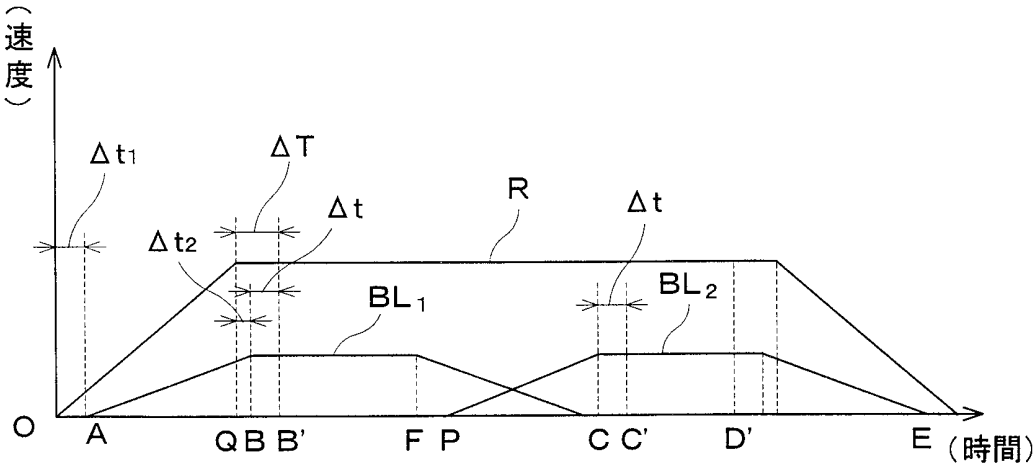


Fig. 4

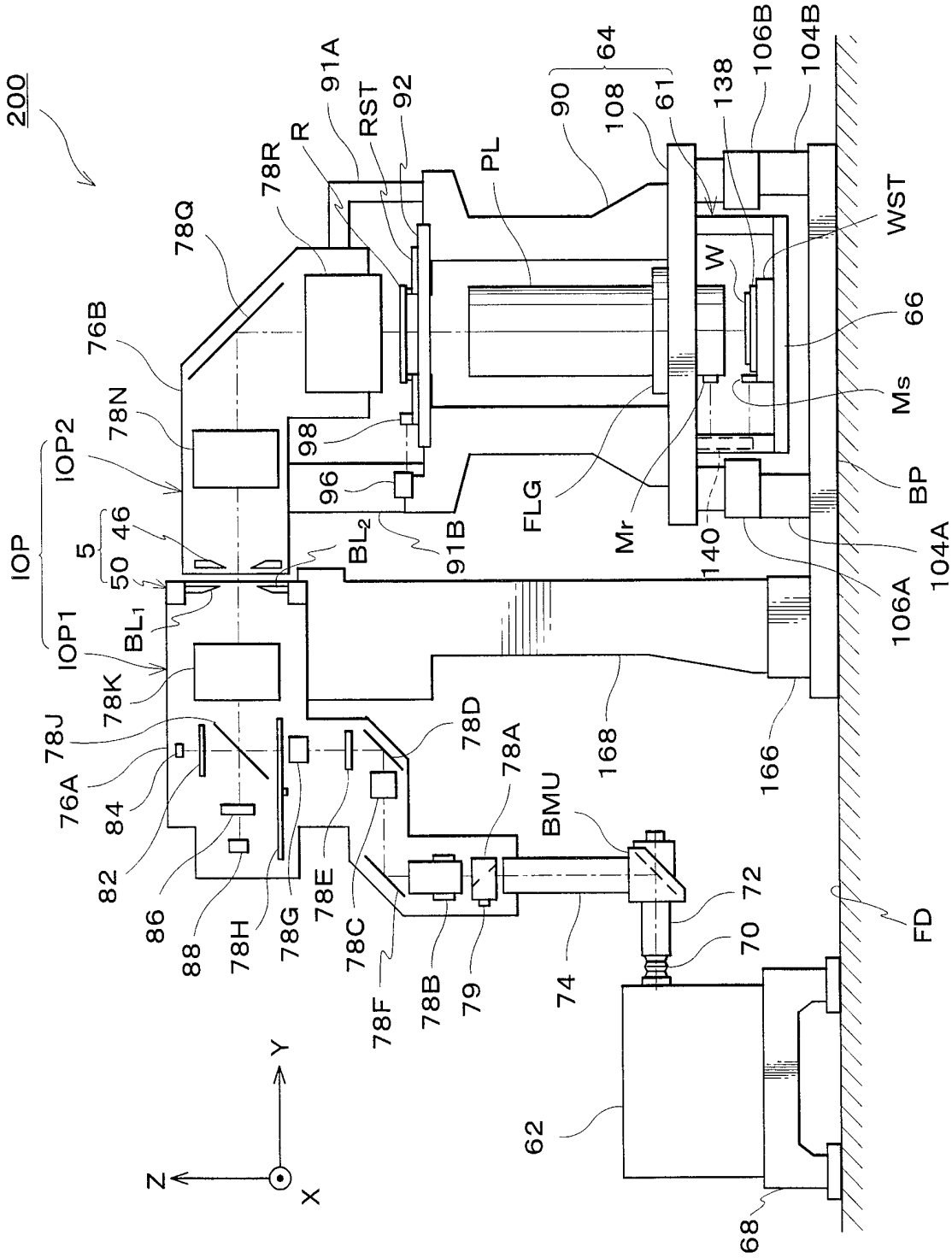


Fig. 5

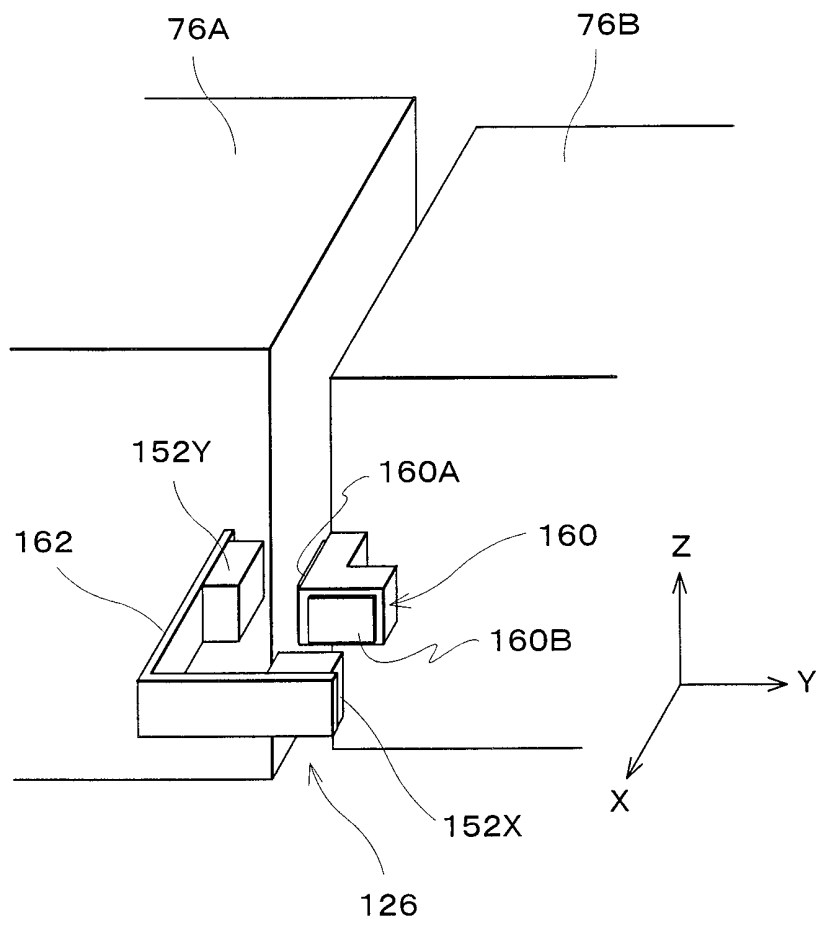


Fig. 6

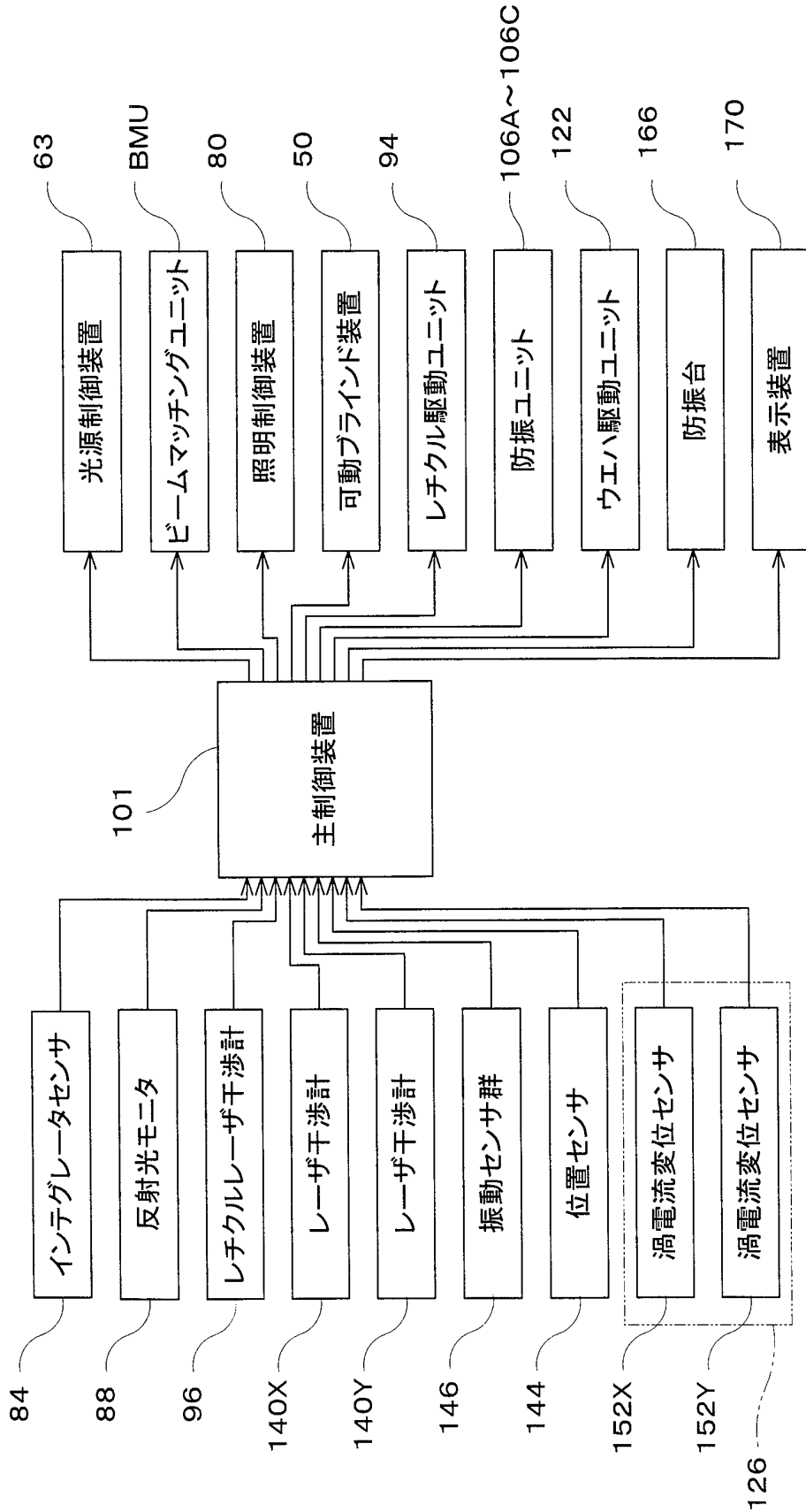


Fig. 7

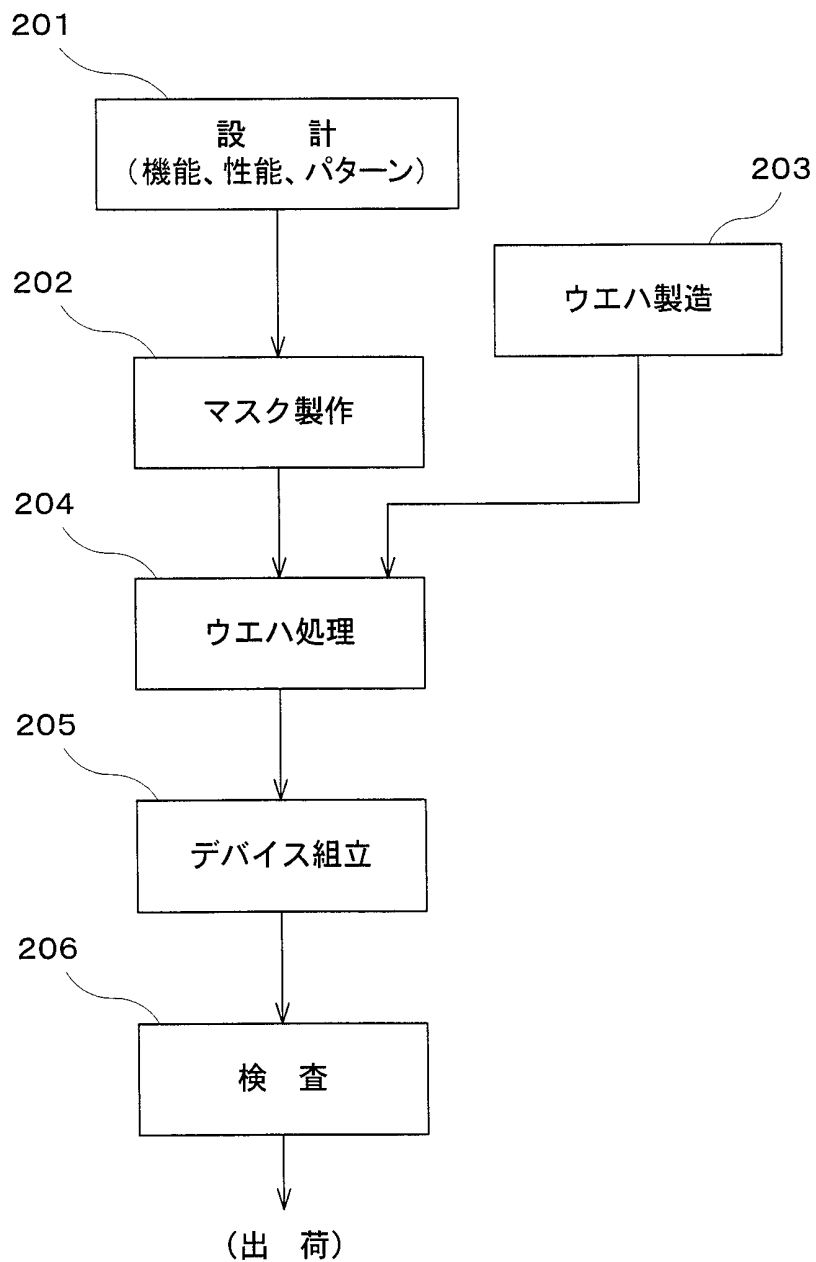
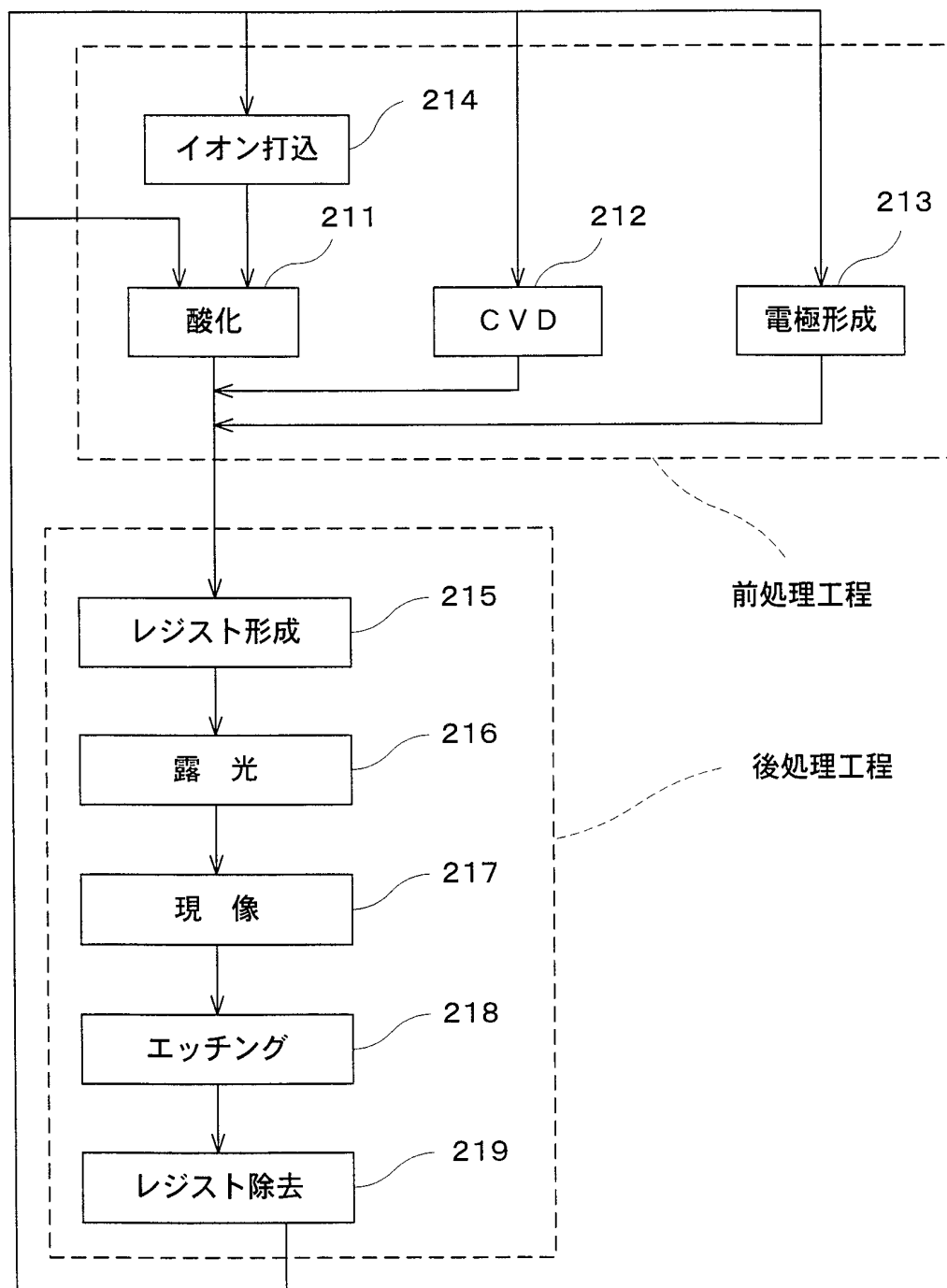


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/02932

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁶ H01L21/027, G03F7/20</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁶ H01L21/027, G03F7/20</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP, 10-97989, A (Canon Inc.), 14 April, 1998 (14. 04. 98), Par. No. [0019] Figs. 3, 5 & EP, 833209, A</td> <td>1, 2, 21, 25</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>JP, 10-284371, A (Nikon Corp.), 23 October, 1998 (23. 10. 98), Par. No. [0024] Fig. 2 (Family: none)</td> <td>1, 2, 21, 25</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP, 10-106940, A (Canon Inc.), 24 April, 1998 (24. 04. 98), Page 1 Fig. 3 & EP, 834772, A</td> <td>3, 22</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP, 10-97989, A (Canon Inc.), 14 April, 1998 (14. 04. 98), Par. No. [0019] Figs. 3, 5 & EP, 833209, A	1, 2, 21, 25	PX	JP, 10-284371, A (Nikon Corp.), 23 October, 1998 (23. 10. 98), Par. No. [0024] Fig. 2 (Family: none)	1, 2, 21, 25	A	JP, 10-106940, A (Canon Inc.), 24 April, 1998 (24. 04. 98), Page 1 Fig. 3 & EP, 834772, A	3, 22
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP, 10-97989, A (Canon Inc.), 14 April, 1998 (14. 04. 98), Par. No. [0019] Figs. 3, 5 & EP, 833209, A	1, 2, 21, 25												
PX	JP, 10-284371, A (Nikon Corp.), 23 October, 1998 (23. 10. 98), Par. No. [0024] Fig. 2 (Family: none)	1, 2, 21, 25												
A	JP, 10-106940, A (Canon Inc.), 24 April, 1998 (24. 04. 98), Page 1 Fig. 3 & EP, 834772, A	3, 22												
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>										
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 31 August, 1999 (31. 08. 99)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 7 September, 1999 (07. 09. 99)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁶ H01L21/027, G03F7/20		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁶ H01L21/027, G03F7/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 10-97989, A (キャノン株式会社) 14. 4月. 1998 (14. 04. 98) [0019] 図3, 図5	1, 2, 21, 25
PX	&EP, 833209, A JP, 10-284371, A (株式会社ニコン) 23. 10月. 1998 (23. 10. 98) [0024] 図2 (ファミリーなし)	1, 2, 21, 25
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 31. 08. 99	国際調査報告の発送日 07.09.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 岩本 勉 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M 9355

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 10-106940, A (キャノン株式会社) 24. 4月. 1998 (24. 04. 98) 1頁 ☒3 &EP, 834772, A	3, 22