



PCT

世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

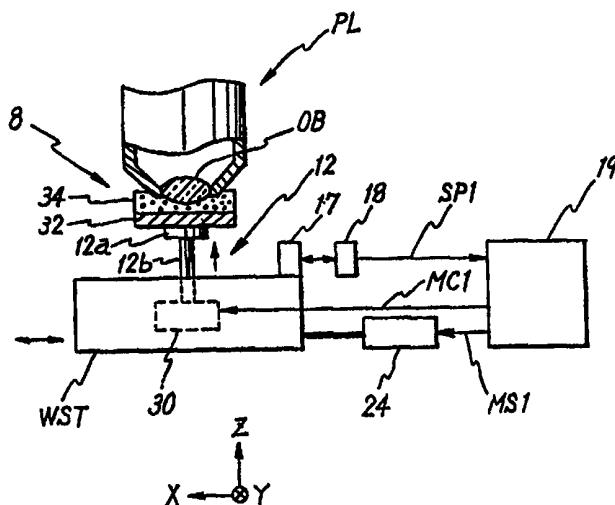
(51) 国際特許分類6 H01L 21/027	A1	(11) 国際公開番号 WO99/27568
		(43) 国際公開日 1999年6月3日(03.06.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05258		
(22) 国際出願日 1998年11月20日(20.11.98)		
(30) 優先権データ 特願平9/338109 1997年11月21日(21.11.97) JP 特願平10/83724 1998年3月30日(30.03.98) JP		(81) 指定国 AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), ヨーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書
(72) 発明者 ; および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 谷口哲夫(TANIGUCHI, Tetsuo)[JP/JP] 村山正幸(MURAYAMA, Masayuki)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 平木祐輔, 外(HIRAKI, Yusuke et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門5森ビル3F Tokyo, (JP)		

(54)Title: PROJECTION ALIGNER AND PROJECTION EXPOSURE METHOD

(54)発明の名称 投影露光装置及び投影露光方法

(57) Abstract

Pattern transfer is performed with an exposure precision which is improved by the reduction of contamination such as adhesion of photosensitive agent, etc. to the optical member of a projection system, etc. After the optical member (OB) at a predetermined position is cleaned by a cleaner (8) while transfer is not performed, or while air is made to flow between a wafer (W) and the optical member (OB) by a contamination preventive device (98), a pattern is transferred to the wafer (W). Further, while transfer is not performed, the contamination of the optical member (OB) at a predetermined position is measured by a contamination measuring instrument (84) and, in accordance with the measurement result, transfer or cleaning or replacement of the optical member (OB) is performed.



(57)要約

投影光学系等の光学部材の感光剤等付着による汚れを少なくすることにより、露光精度を向上して、パターン転写を実行する。転写時以外の時に、清掃装置8によって所定位置の光学部材OBを清掃した後、あるいは、汚れ防止装置98によって基板Wと所定位置の光学部材OBとの間で気体を流動させながら、基板Wへのパターン転写を行う。また、転写時以外の時に、汚れ測定装置84によって所定位置の光学部材OBの汚れを測定し、測定結果に基づいて、転写の実行、または、光学部材OBの清掃若しくは交換を実行する。

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

明細書

投影露光装置及び投影露光方法

本出願は、日本国特許出願平成9年第338109号及び平成10年第83724号を基礎とするもので、それらの出願の内容は引用によりここに組込まれる。

技術分野

本発明は、投影露光装置及び投影露光方法に関し、更に詳しくは、例えば半導体素子又は液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する際にマスク上のパターンを基板上に投影露光するのに用いられる投影露光装置及び投影露光方法に関する。

背景技術

半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのフォトリソグラフィ工程で使用される投影露光装置においては、レチクル等のマスクに形成された線幅の微細な回路パターンが高解像力の投影光学系を介してレジスト層を塗布したウエハ等の感光基板または感応基板（以下、「ウエハ」を例にして説明する。）上に投影露光される。即ち、ウエハステージが投影光学系の光軸に沿って上下動され、ウエハステージ上のウエハ表面が投影光学系の焦点位置に位置合わせされた後、ウエハステージが投影光学系の光軸と直交する平面内で所定の方向へ二次元移動される。そして、例えばステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置では、その二次元移動に伴い投影光学系の露光フィールドの中心（光軸）とウエハ上の各ショット領域の中心とが一致する位置でウエハステージが停止させられ、その位置で前記露光動作が行われるようになっている。また、このような投影露光工程において前記ウエハ上に塗布されるレジスト層としては一般的に感光性樹脂（例えば、ノボラックレジン）が用いられている。

この種の装置では、近年、回路パターンの更なる微細化の要請に応じた解像力の向上のために、露光用の照明光として、波長の短い紫外領域の光が一般的に使

用されている。また、投影露光装置の生産性は露光時間に依存するので、生産性の向上の要請に応じて露光時間を短くするために、照度の高い露光用の照明光が使用される。したがって、転写時には、ウエハ又はガラスプレート等基板の感光剤（フォトレジスト）の塗布面は、エネルギー密度が高い光で照射されることとなる。

エネルギー密度の高い光が感光剤塗布面に照射されると、感光剤や感光剤の変性物（以後、感光剤等と呼ぶ）が飛び散ったり、あるいは気化して蒸発する現象（アブレーション）が発生する。こうして、投影露光時には、基板から解離した感光剤等の一部が、基板に近い位置にある光学部材に到達して、この光学部材の基板対向面に付着し、当該光学部材表面を汚染してしまうことがあった。

このようにして光学部材に感光剤等が付着すると、付着物は光学部材の光学的な汚れとして作用し、例えば、投影光学系を構成する光学部材の場合には、汚れに応じた感光剤塗布面の部分の転写時における照度が他の部分よりも低下することになる。すなわち、感光剤塗布面上の転写されるパターンの位置による露光量のばらつきが発生することになる。この結果、例えば均一となるべき線幅が不均一となるなどし、最終製品が集積回路の場合には動作不良を引き起こす原因となる。

更に、光学部材への付着物が照明光を吸収する性質のものであると、転写時に付着物が照明光を吸収して加熱されることに伴い、光学部材の温度が上昇し光学特性が変化するので、投影光学系全体としての結像特性が変化してしまうことになる。

従って、従来から、投影露光装置では、作業者による投影光学系の前記光学部材表面の拭き取り作業、即ち、洗浄作業が必須の作業となっていた。また、光学部材に感光剤等が付着する事態を回避するため、投影光学系等の光学部材とウエハとの間に、交換可能なカバーガラスまたは高分子の膜を配置し、投影光学系の光学部材への汚れ物質の到達を防止する技術が提案されている（特開平6-140304号公報等）。

近年、投影光学系はその解像度を限界まで上げるため、その開口数（N A）を極限まで上げる傾向にある。したがって、ウエハに入射する露光用照明光のウエ

ハへの入射角の最大値がより大きくなつてくるので、露光装置の光学系の径を小さくするために、転写時には投影光学系をよりウエハに近付けることが考えられている。転写時に投影光学系をウエハに近付けることは、光学設計上の収差低減にも有利な方向に働く。

しかし、転写時に投影光学系をウエハに近付けると、ウエハから解離した感光剤等の汚れ原因物質の投影光学系の光学部材への付着が増加することになるので、投影光学系の光学部材の汚れは深刻な問題となつてくる。さらに、解像度や生産性の向上の要請に伴う、露光用照明光の短波長化、高照度化も進んでおり、より深刻な問題となってきている。

ところで、投影光学系とウエハとの間に交換可能な汚れ防止部材を配置する従来技術では、転写時において、投影光学系とウエハの被露光面との間は、投影光学系と汚れ防止部材との間の雰囲気、汚れ防止部材、及び汚れ防止部材とウエハの被露光面との間の雰囲気という三層構造を有することになる。したがって、転写時に投影光学系をウエハに近付けることには、限界があった。

また、近年におけるパターン転写の高精度化の要請より、交換可能な汚れ防止部材の取付け再現性が非常に厳格になり、また、許容できる汚れ防止部材自体の光学的ばらつきが非常に厳格なものとなるため、交換可能な汚れ防止部材として、一定の厚さを有するカバーガラスを採用することは限界にきていた。すなわち、汚れ防止部材を付け替えると、投影光学系全体の収差バランスを調整し直さなくてはならず、実用的ではなくなつてきている。

また、交換可能な汚れ防止部材として高分子の膜を採用すると、膜厚が薄いため、投影光学系の収差バランスの再調整といった問題は発生しないが、露光用照明光の膜への入射角が大きい成分については、透過率が悪化することになる。特に、結像に寄与が大きいS偏光の透過率が悪化して結像性能に影響を及ぼす。高分子膜の場合、反射防止コートを行うことは難しく、こちらも実使用に耐えられない。

本発明はかかる事情のもとになされたものであり、本発明の投影露光装置の第1の目的は、投影光学系等の光学部材の感光剤等付着による汚れを少なくすることにより、露光精度を向上させる投影露光装置を提供することにある。

また、本発明の投影露光装置の第2の目的は、特に、パターン転写時以外の時に、投影光学系等の光学部材を清掃することにより、露光精度を向上させる投影露光装置を提供することにある。

また、本発明の投影露光装置の第3の目的は、特に、パターン転写時以外の時に、投影光学系等の光学部材の汚れを測定し、測定結果に応じて該光学部材を清掃又は交換することにより、露光精度を向上させる投影露光装置を提供することにある。

また、本発明の投影露光装置の第4の目的は、特に、パターン転写中の、投影光学系等の光学部材の汚れを防止することにより、露光精度を向上させる投影露光装置を提供することにある。

また、本発明の投影露光方法の目的は、投影光学系等の光学部材の感光剤等付着による汚れが少ない状態で好適にパターン転写を行う投影露光方法を提供することにある。

発明の開示

請求項1に記載の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介してウエハ上に転写する投影露光装置において、所定位置に配置された光学部材を清掃する清掃装置を設けたことを特徴とする。

本請求項1の投影露光装置によれば、転写に先立ち、前回までの転写によって、基板の被露光面の近くの所定位置に配置された光学部材の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、転写時の光学部材の基板対向面の汚れが少なくなるので、露光精度を向上させることができる。

なお、清掃は転写の都度実行してもよいが、一回の転写による光学部材の汚れが少ないものであれば、汚れが許容範囲内の間、例えば所定回数の転写の都度あるいは定期的に実行すればよい。

請求項1の投影露光装置において、清掃装置の配置には様々考えられるが、請求項2に記載の発明のように、清掃装置が、基板を保持するステージ上に設置されることとしてもよいし、また、請求項4に記載の発明のように、清掃装置が、基板を保持するステージとは異なる移動機構に搭載されることとしてもよい。

本請求項 2 の投影露光装置によれば、清掃の実行のために必要な清掃用部材の駆動を、転写の実行にあたって基板の移動に使用され、従来から標準的に実装されている基板を保持するステージによって行うことができるので、簡易に清掃機能を実現することができる。

請求項 2 の投影露光装置では、請求項 3 に記載の発明のように、清掃装置が、ステージ上に設けられた上下動駆動装置に載置されることが好ましい。

本請求項 3 の投影露光装置によれば、駆動装置によって、清掃装置と光学部品とを接触させたり、離隔させたりすることができる。

また、請求項 4 の投影露光装置によれば、清掃装置が基板を保持するステージとは別個の移動機構で清掃実施位置まで移動されるので、基板を保持するステージの精度と清浄度とを確保しつつ、清掃機能と転写機能とを実現することができる。

請求項 2 または 4 の投影露光装置において、清掃装置の構成は様々考えられるが、請求項 5 に記載の発明のように、光学部材の清掃対象部分を洗浄用溶液に浸して超音波洗浄する超音波洗浄器を備えることとしてもよいし、請求項 6 に記載の発明のように、光学部材の基板対向面と接触して、この基板対向面を清掃する清掃用部材を備えることとしてもよいし、また、請求項 7 に記載の発明のように、光学部材の基板対向面に清掃用溶液を吹き付ける溶液発射器を備えることとしてもよい。

請求項 6 の投影露光装置では、清掃用部材が、基板対向面と接触すべき面を有し、接触時に前記光学部材を損傷しない柔軟部材を備えることが好適である。また、基板対向面と柔軟部材とが接触した状態で清掃用部材を駆動し、基板対向面と柔軟部材とを擦り合わせる駆動器を更に備えることが可能である。また、柔軟部材として清掃用溶剤を浸潤可能な多孔質部材を使用することが可能である。

請求項 7 の投影露光装置では、溶液発射器として、超音波振動が付与された清掃用溶液を発射する発射器を採用することが好適である。

一方、投影露光装置に係る請求項 8 の発明は、清掃装置として前記光学部材表面に対して光洗浄効果を有する所定の照射光を照射する光洗浄装置とを備えたことを要旨としている。

また、請求項 9 の発明は、請求項 8 に記載の発明において、光洗浄装置は、前記光学部材表面の近傍に酸化促進ガスを供給するガス供給手段を備えていることを要旨としている。従って、請求項 9 の発明においては、請求項 8 に記載の発明の作用に加えて、光洗浄装置による洗浄作業に際して光学部材表面の近傍には酸化促進ガスが供給されるため、洗浄効果が向上する。

また、請求項 10 の発明は、請求項 9 に記載の発明において、光洗浄装置は、照射光の光路を含んで前記光学部材表面近傍の雰囲気を外部から遮蔽する遮蔽手段を備えていることを要旨としている。従って、請求項 10 の発明においては、請求項 9 に記載の発明の作用に加えて、ガス供給手段から酸化促進ガスが供給されるとき、前記光学部材表面近傍の雰囲気は照射光の光路を含むようにして遮蔽手段により外部から遮蔽される。そのため、酸化促進ガスによる洗浄促進がより一層図られる。

また、請求項 11 の発明は、請求項 8 の発明において、光洗浄装置は、前記光学部材に対して交換可能な窓材を通して照射光を照射するものであることを要旨としている。従って、請求項 11 の発明においては、請求項 8 の発明の作用に加えて、窓材により光洗浄装置の保護が図られるとともに、当該窓材が汚れたときには窓材を交換することにより、光洗浄効果が良好に維持される。

また、請求項 15 の発明は、請求項 1 の投影露光装置において前記光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を有することを特徴とし、請求項 16 の発明は、請求項 15 の発明において、清掃装置は、汚れ測定装置の測定結果に基づいて、前記光学部材の清掃の要否を判別する判別器を有することを特徴とする。

請求項 17 に記載の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置において、所定位置に配置された光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を設けたことを特徴とする。汚れ測定装置は、清掃装置と共に設けてもよいし、単独で設けてもよい。

汚れ測定装置を清掃装置と共に設けた場合には、転写の実行に先立って、光学部材の汚れを測定することにより、光学部材を清掃する必要の有無を判断することができる。したがって、汚れ測定装置による測定の結果から、光学部材の清掃を必要とするときに確実に清掃を実行でき、また、清掃の効果を確認できるので、

露光精度を向上させることができる。

また、汚れ測定装置を単独で設けた場合には、転写の実行に先立って、光学部材の汚れを測定することにより、光学部材を交換する必要の有無を判断することができる。したがって、汚れ測定装置による測定の結果から、光学部材の交換を必要とするときに確実に交換を実行できるので、露光精度を向上することができる。

ここで、汚れ測定装置の構成は様々考えられるが、例えば請求項 18 に記載の発明のように、汚れ測定装置が、光学部材に光を照射する照射光学系と；光学部材からの光を検出する光検出器と；光検出器の検出結果に基づいて光学部材の汚れを測定する汚れ測定処理器とを備えることとすることができる。

測定用の測定光として露光用の照明光を使用することも可能であるが、この場合には、測定用の光学系を構成する光学部材として紫外光を透過する部材を選択する必要があり、光学部材の選択の余地が狭くなる。そこで、汚れ測定装置が、基板の側から光学部材に測定光を照射することとし、測定光が光学部材で反射された反射成分光を検出することが好適である。

請求項 19 の発明は、投影露光装置における投影光学系の最も感光基板側の光学部材表面の汚染度を測定する測定手段を備えたことを要旨としている。従って、請求項 19 の発明においては、測定手段によって投影光学系の最も感光基板側の光学部材表面の汚染度が測定され、その測定結果に基づき、洗浄前にあっては、洗浄作業の必要性有無が判断され、また、洗浄後にあっては、当該洗浄作業による汚れ除去具合の良否が判断される。

また、請求項 21 の発明は、請求項 18 に記載の発明において、測定手段は、光学部材表面で反射する反射光の反射率又は前記光学部材表面を透過した透過光の透過率を測定し、その測定結果に基づき前記光学部材表面の汚染度を測定することを要旨としている。従って、請求項 21 の発明においては、請求項 18 に記載の発明の作用に加えて、汚染度の測定が測定対象とされる光学部材表面の反射率又は透過率を求めるこにより行われる。

また、請求項 22 の発明は、請求項 21 に記載の発明において、前記測定手段は、予め設定した所定反射率 R_0 又は所定透過率と実際に測定した実反射率 R_r 又

は実透過率との対比結果に基づいて前記光学部材表面の汚染度を測定するものであることを要旨としている。所定反射率又は所定透過率は、前記光学部材表面の汚染度が許容範囲内にあると想定した所定状態時における当該光学部材表面の反射率又は透過率とすることができる。従って、請求項 2 2 に記載の発明においては、請求項 2 1 に記載の発明の作用に加えて、測定対象とされる光学部材表面の反射率又は透過率を予め測定しておき、その測定結果を所定反射率 R_0 又は所定透過率とし、その後、実際に測定して得た実反射率 R_r 又は実透過率を所定反射率 R_0 又は所定透過率と対比して得た差により汚染度が測定される。

また、請求項 2 3 の発明は、請求項 2 2 に記載の発明において、前記測定手段は、所定タイミングで照射された照射光に基づいて、当該照射光が前記光学部材表面により反射された後又は当該光学部材表面を透過した後に受光された光電信号と、当該照射光が前記光学部材表面を介することなく受光された光電信号との対比結果から実反射率 R_r 又は実透過率を測定するものであることを要旨としている。従って、請求項 2 3 の発明においては、請求項 2 2 に記載の発明の作用に加えて、例えば洗浄作業の実施中に照射光を複数回にわたり照射タイミングをずらせて照射すると、その洗浄具合の進行変化が各回の照射光に基づき測定される実反射率 R_r 又は実透過率に反映される。

請求項 2 4 の発明は、前記光学部材の汚れ測定装置と、前記光学部材の清掃装置を備えたことを要旨とし、請求項 2 5 の発明は、請求項 2 4 の発明において清掃装置として前記光学部材表面に対して光洗浄効果を有する所定の照射光を照射する光洗浄装置とを備えたことを要旨としている。従って、請求項 2 5 の発明においては、投影光学系検査装置の測定結果に基づき洗浄作業の必要ありと判断されると、光洗浄装置から所定の照射光が照射され、その照射に基づき光学部材表面の汚れが光洗浄される。

請求項 2 6 に記載の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置であって、基板の被露光面の近くに配置された光学部材と基板との間で気体を流動させて、基板から発生する異物が前記光学部材に到達するのを防止する汚れ防止装置を設けたことを特徴とする。

本請求項 2 6 の投影露光装置によれば、汚れ防止装置が、基板と光学部材との

間で気体を流動させて、基板からの汚れ原因物質の到達を防止する。したがって、光学部材と基板との間における露光用照明光の進行経路には気体以外の介在物を必要としない。したがって、光学部材の基板対向面の汚れが少なくなり、露光精度を向上できる。

ここで、汚れ防止装置の構成は様々考えられるが、例えば請求項 27 に記載の発明のように、光学部材の基板対向面付近に気体の流動経路を設定する流動経路設定部材と；流動経路設定部材によって設定された流動経路へ気体を供給する気体供給器とを備えることとすることができる。

上記の請求項 1～27 に記載の発明における光学部材は様々考えられるが、請求項 12, 13, 19, 28 に記載の発明のように、露光用の照明光の光路上であって、基板の最も近くに配置された光学部材とすることもできるし、また、請求項 14, 20, 29 に記載の発明のように、基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材とすることもできる。

ここで、基板を位置合わせするための光学系としては、投影光学系の光軸に垂直な方向について基板を位置合わせするアラインメント光学系や投影光学系の光軸に平行な方向について基板を位置合わせするフォーカス検出光学系がある。

請求項 12, 13, 19, 28 の投影露光装置によれば、転写時における汚れ原因物質の付着による、露光用の照明光の光路上であって基板の最も近くに配置される投影光学系を構成する光学部材の汚れを心配する必要があり、投影光学系を基板の近づけた投影光学系の設計が可能となるので、より高開口数の投影光学系の実現が簡単にできる。

また、請求項 14, 20, 29 の投影露光装置によれば、感光剤等が付着しやすい、基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材を清掃、汚れ測定、又は汚れ防止の対象とするので、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できる。

請求項 30 に記載の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光方法であって、所定位置に配置された光学部材の汚れを清掃する清掃工程と；前記光学部材の清掃後に、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する転写工程とを含む。

上記の請求項 3 0 に記載の発明における光学部材は様々考えられるが、請求項 3 1 に記載の発明のように、露光用の照明光の光路上であって、基板の最も近くに配置された光学部材とすることができる。

請求項 3 0 の投影露光方法によれば、まず、清掃工程を実行し、前回までの転写によって基板の被露光面の近くの所定位置に配置された光学部材に付着した感光剤等の汚れを清掃して、光学部材を清浄な状態とする。この後、転写ステップを実行することにより、光学部材の汚れが少なく、投影光学系と基板との間に雰囲気以外の介在物が無い状態で、投影光学系と基板とを近付けて好適な転写が実行される。

なお、清掃は転写の都度実行してもよいが、一回の転写による光学部材の汚れが少ないものであれば、請求項 3 2 に記載の発明のように、清掃工程に先立って実行される、光学部材の基板対向面の汚れと転写回数との関係を測定し、光学部材の基板対向面が清浄な状態から所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価する汚れ評価工程を更に備えることとともに、前回の清掃工程の実行以後における転写の回数が限界転写回数に達する前に、清掃工程を実行することとすることができる。

本請求項 3 2 の投影露光方法によれば、汚れが許容範囲内の間、例えば所定回数の転写の都度あるいは定期的に清掃工程を実行すればよいので、生産性が向上する。

請求項 3 3 に記載の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光方法であって、所定位置に配置された光学部材の汚れを測定する汚れ測定工程と；測定工程で得られた測定結果に基づいて、転写を実行するか否かを判断する判断工程とを含む。

本請求項 3 3 の投影露光方法によれば、転写の実行に先立って、まず、汚れ測定工程を実行して、光学部材の汚れを測定する。そして、判断工程で、汚れ測定工程での測定結果から、次の汚れ測定工程の実行までの転写によって、光学部材の汚れが所定の許容限界値を超えると予想されるか否かを判断をする。光学部材の汚れが所定の許容限界値を超えると予想される場合には、光学部材の清掃あるいは交換を行う。また、光学部材の汚れが所定の許容限界値を超えると予想さ

れない場合には、転写を実行する。したがって、汚れ測定工程による測定の結果から、光学部材の清掃または交換を必要とするときに確実に清掃または交換を実行できるので、露光精度を向上させるとともに、生産性を向上することができる。

請求項 3 4 に記載の発明は、請求項 3 0 の発明の清掃工程で、前記光学部材に付着した汚れに対して、光洗浄効果を有する照射光を照射するものである。また、請求項 3 5 の発明は、請求項 3 3 の発明において、前記測定工程で得られた測定結果に基づいて、前記光学部材の汚れを清掃する工程をさらに含むものである。

請求項 3 6 の発明は、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置を組み立てる方法において、所定位置に配置された光学部材を清掃する清掃装置を、前記投影露光装置に供給することを要旨とするものである。請求項 3 7 の発明は、請求項 3 6 の発明において、前記清掃装置として、前記光学部材に付着した汚れに対して、光洗浄効果を有する照射光を照射する光洗浄装置を採用することを要旨とする。請求項 3 8 の発明は、請求項 3 7 の発明において、前記光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を、前記投影露光装置にさらに供給することを要旨とする。

図面の簡単な説明

第 1 図は、第 1 実施形態の投影露光装置の概略構成を示す図である。

第 2 図は、第 1 図の装置の走査露光の原理を説明するための図である。

第 3 図は、第 1 図の装置のセンタアップの構成を示す図である。

第 4 図は、第 1 図の装置の清掃装置の構成を示す図である。

第 5 図は、第 1 図の装置による清掃工程を説明するための図である。

第 6 図は、第 2 実施形態の投影露光装置の清掃装置の構成を示す図である。

第 7 図は、第 2 実施形態の投影露光装置による清掃工程を説明するための図である。

第 8 図は、第 3 実施形態の投影露光装置の清掃装置の構成を示す図である。

第 9 図は、第 3 実施形態の投影露光装置による清掃工程を説明するための図である。

第 10 図は、第 4 実施形態の投影露光装置の清掃装置の構成を示す図である。

第11図は、第4実施形態の投影露光装置による清掃工程を説明するための図である。

第12図は、第5実施形態の投影露光装置の清掃装置の構成を示す図である。

第13図は、第5実施形態の投影露光装置による清掃工程を説明するための図である。

第14図は、第6実施形態の投影露光装置の清掃装置の構成を示す図である。

第15図は、第6実施形態の投影露光装置による清掃工程を説明するための図である。

第16図は、第7実施形態の投影露光装置の概略構成を示す図である。

第17図は、第16図の装置の汚れ防止装置の構成を示す図である。

第18図は、第8実施形態に係る投影露光装置全体の概略図である。

第19図は、第8実施形態の要部概略図である。

第20図は、第9実施形態の要部概略図である。

第21図は、第10実施形態の要部概略図である。

第22図は、第11実施形態の要部概略図である。

第23図は、第12実施形態の要部概略図である。

第24図は、他の実施形態の要部概略図である。

第25図は、同じく他の実施形態の要部概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明をより詳細に説明する。

《第1実施形態》

本発明の第1実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第1図から第5図に基づいて説明する。

本実施形態の投影露光装置は、ウエハWへのパターン転写を行うとともに、転写時以外の時に、転写時においてウエハWの近くに配設される光学部材の清掃を行うものである。第1図には、本実施形態の投影露光装置の概略的な構成が示されている。本実施形態の投影露光装置は、いわゆるステップ・アンド・スキャン露光方式の投影露光装置である。

第1図に示されるように、本実施形態の投影露光装置は、光源1及び照明光学系(2、3、5～7)を含む照明系、マスクとしてのレチクル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、投影光学系PL、基板としてのウエハW又は清掃装置としての清掃部材8のいずれか一方を保持するステージとしてのウエハステージWSTを有するステージ装置10、及びこれらの制御系等を備えている。そして、転写時にはウエハステージWST上にウエハWが保持され、清掃時にはウエハステージWST上に清掃部材8が保持される。

前記照明系は、光源1、コリメータレンズ、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、可変NDフィルタ4、レチクルブラインド5、リレーレンズ6及びダイクロイックミラー7(この内、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及びダイクロイックミラー7によって照明光学系が構成される)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IL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ILとしては、例えばKrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光等のエキシマレーザ光、銅蒸気レーザやYAGレーザの高調波、あるいは超高压水銀ランプからの紫外域の輝線(g線、i線等)等が用いられる。

照度均一化光学系2から水平に射出された光束は、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、レチクルRのパターン形成面及びウエハWの露光面と光学的に共役な面に配置され、このレチクルブラインド5のリレーレンズ3側に密着するように、可変NDフィルタ4が設置されている。

レチクルブラインド5としては、複数枚の可動遮光板(例えば、2枚のL字型の可動遮光板)を例えればモータにより開閉することにより開口部の大きさ(スリット幅等)を調整するものが用いられる。その開口部の大きさを調整することにより、レチクルRを照明するスリット状の照明領域IAR(第2図参照)を任意の形状及び大きさに設定できるようになっている。

また、可変NDフィルタ4は透過率分布を所望の状態に設定するもので、例えば二重すだれ構造、液晶表示パネル、エレクトロクロミックデバイス、又は所望の形状のNDフィルタより構成されている。本実施形態では、この可変NDフィルタ4は、可変NDフィルタ制御部22によって出し入れ（あるいはその回転角度）等の制御がなされており、これによりレチクルR上の照明領域IAR内の照度分布が意図的に不均一にされ、結果的に走査中のウェハW上の露光量を一定に保つことができるようになっている。通常は、可変NDフィルタ4の全体が100%透過になっており、レチクルR上の照明領域IAR内の照度分布は均一である。

可変NDフィルタ4及び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を通過してダイクロイックミラー7に至り、ここで鉛直下方に折り曲げられ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。

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、リニアモータ等で構成されたレチクル駆動部（図示省略）により、所定の方向（走査方向）に指定された走査速度で移動可能となっている。このレチクルステージRSTは、レチクルRの全面が少なくとも照明光学系の光軸IXを横切ることができるだけの移動ストロークを有している。

レチクルステージRSTの端部にはレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16からのレーザビームを反射する移動鏡15が固定されており、レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置はレチクル干渉計16によつて、例えば0.01μm程度の分解能で常時検出される。ここで、実際には、レチクルステージRST上には走査方向に直交する反射面を有する移動鏡と非走査方向に直交する反射面を有する移動鏡とが設けられ、これに対応してレチクル干渉計も走査方向位置計測用の干渉計と非走査方向位置計測用の干渉計とが設け

られているが、第1図ではこれらが代表的に移動鏡15、レチクル干渉計16として示されている。

レチクル干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報RPはステージ制御系19に送られる。ステージ制御系19は、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（図示省略）へレチクル移動指示MRを出力し、レチクル駆動部を介してレチクルステージRSTを駆動する。

なお、不図示のレチクルアライメント系により所定の基準位置にレチクルRが精度良く位置決めされるように、レチクルステージRSTの初期位置が決定されるため、移動鏡15の位置をレチクル干渉計16で測定するだけでレチクルRの位置を十分高精度に測定したことになる。

投影光学系PLは、反射屈折型あるいは屈折型が用いられ、投影光学系PLを構成する光学素子は、石英と蛍石とによって、又は各々で形成される。

投影光学系PLは、レチクルステージRSTの第1図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、転写時においてウエハWにもっとも近接した光学部材として対物レンズOBを備えている。投影光学系PLでは、両側テレセントリックで所定の縮小倍率（例えば1/5、又は1/4）を有する屈折光学系が使用されている。このため、照明光学系からの照明光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を介してレチクルRの回路パターンの縮小像が表面にフォトレジスト（感光剤）が塗布されたウエハW上に形成される。

ステージ装置10は、投影光学系PLの第1図における下方に配置され、ベースBS上をXY2次元方向に移動するほぼ正方形のウエハステージWSTと、このウエハステージWST上に搭載されたウエハホルダ9と、このウエハホルダ9の内部に組み込まれた上下動部材としてのセンターアップ12（第3図参照）とを備えている。

ウエハホルダ9上にはウエハWが真空吸着される。ウエハホルダ9は、投影光学系PLの最良結像面に対し、任意方向に傾斜可能で、かつ投影光学系PLの光軸AX方向（Z方向）に微動が可能に構成されている。また、このウエハホルダ

9は光軸AX回りの回転動作も可能になっている。

ウエハステージWSTは走査方向(X方向)の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域を照明領域IARと共に露光領域に位置させることができるように、走査方向に垂直な方向(Y方向)にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査(スキャン)露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。このウエハステージWSTはモータ等のウエハステージ駆動部24によりXY2次元方向に駆動される。

ウエハステージWSTの端部にはウエハレーザ干渉計(以下、「ウエハ干渉計」という)18からのレーザビームを反射する移動鏡17が固定され、ウエハステージWSTのXY平面内での位置はウエハ干渉計18によって、例えば0.01μm程度の分解能で常時検出されている。ここで、実際には、ウエハステージWST上には、走査方向に直交する反射面を有するX移動鏡17Xと非走査方向に直交する反射面を有するY移動鏡17Yとが設けられ、これに対応してウエハ干渉計もX軸方向位置計測用のX干渉計18XとY軸方向位置計測用のY干渉計18Yとが設けられているが、第1図ではこれらが代表的に移動鏡17、ウエハ干渉計18として示されている。ウエハステージWSTの位置情報(又は速度情報)SP1はステージ制御系19に送られ、ステージ制御系19はこの位置情報(又は速度情報)に基づいてウエハステージ駆動指示MS1を出力し、ウエハステージ駆動部24を介してウエハステージWSTを制御する。

ウエハホルダ9としては、ここでは円形のものが使用され、この上面にはウエハWを真空吸着するための同心円状の吸着用溝(不図示)が設けられ、これらの吸着用溝の内部を不図示の真空ポンプ(バキュームポンプ)の真空吸引力により真空に引くことでウエハWが吸着されるようになっている。投影光学系PLの焦点深度を有效地に使うため、ウエハWは平面度よく保持される必要があり、塵等を間に挟む可能性があるため、できるだけ接触面積を小さくして、かつ撓まないよう保持するように工夫されている。なお、吸着用溝は同心円状のものその他、点状のものが分布するタイプ、直線上のもの等が考案されており、いずれのタイプの吸着用溝を設けても良いことは勿論である。

センターアップ 12 は、第3図の断面図に示されるように、最上面に設けられた吸着部 12a と軸部 12b とを有し、ユニット 30 内の不図示のセンターアップ駆動機構により、ステージ制御系 19 が出力するセンターアップ駆動指示 M C 1 に応じて吸着部 12a が上下されるようになっている。吸着部 12a の中心部には不図示の吸引孔が形成され、この吸引孔は軸部 12b の中心を軸方向に貫通してユニット 30 の底部近傍で不図示の真空ポンプに接続された吸引チューブに接続されている。これにより、不図示の真空ポンプの真空吸引力によりウエハ W を吸着部 12a 上面に吸着できるようになっている。なお、センターアップ 12 の上下動は、不図示のリミットスイッチ、位置センサ等により監視されている。

本実施形態の投影露光装置においては、第2図に示されるように、レチクル R の走査方向 (X 方向) に対して垂直な方向に長手方向を有する長方形 (スリット状) の照明領域 I A R でレチクル R が照明され、レチクル R は転写時に - X 方向に速度 V R で走査 (スキャン) される。照明領域 I A R (中心は光軸 A X とほぼ一致) は投影光学系 P L を介してウエハ W 上に投影され、スリット状の露光領域 I A が形成される。ウエハ W はレチクル R とは倒立結像関係にあるため、ウエハ W は速度 V R の方向とは反対方向 (+ X 方向) にレチクル R に同期して速度 V W で走査され、ウエハ W 上のショット領域 S A の全面が露光可能となっている。走査速度の比 V W / V R は正確に投影光学系 P L の縮小倍率に応じたものになっており、レチクル R のパターン領域 P A のパターンがウエハ W 上のショット領域 S A 上に正確に縮小転写される。照明領域 I A R の長手方向の幅は、レチクル R 上のパターン領域 P A よりも広く、遮光領域 S T の最大幅よりも狭くなるように設定され、走査 (スキャン) することによりパターン領域 P A 全面が照明されるようになっている。

第1図に戻り、投影光学系 P L の側面には、ウエハ W 上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク (ウエハマーク) の位置を検出するためのオフ・アクシス方式のアライメント顕微鏡 (不図示、これについては、後述する) が設けられ、そのアライメント顕微鏡の計測結果が、装置全体の動作を制御する主制御装置 20 に供給され、主制御装置 20 では、ウエハマークの計測された位置よりウエハ W 上のショット領域の配列座標を例えば特開昭 61-44429 号公報に

開示されるような最小自乗法を用いた統計演算の手法により算出する。

また、上記の不図示のアライメント顕微鏡は、投影光学系 P L の一側面に固定されており、本実施形態では高倍率の画像処理方式のものが用いられている。このアライメント顕微鏡は、ハロゲンランプ等のプロードバンドな照明光を発する光源、対物レンズ、指標板、C C D 等の撮像素子及び信号処理回路、演算回路等（いずれも図示省略）を含んで構成されている。このアライメント顕微鏡を構成する光源から発せられた照明光がアライメント顕微鏡内部の対物レンズを通過した後ウエハW上に照射され、そのウエハW表面の不図示のウエハマーク領域からの反射光がアライメント顕微鏡内部に戻り、対物レンズ、指標板を順次透過してC C D 等の撮像面上にウエハマークの像、及び指標板上の指標の像が結像される。これらの像の光電変換信号が信号処理回路により処理され、演算回路によってウエハマークと指標との相対位置が算出される。この算出結果が、主制御装置 2 0 に供給される。なお、ウエハWのアライメント方法は種々提案されているが、他の方法でも同様に使用できる。

また、第1図の装置には、投影光学系 P L の最良結像面に向けてピンホール、あるいはスリット像を形成するための結像光束を光軸A X 方向に対して斜め方向より供給する照射光学系 1 3 と、その結像光束のウエハWの表面での反射光束を、スリットを介して受光する受光光学系 1 4 とから成る斜入射方式のウエハ位置検出系（焦点検出系）が、投影光学系 P L を支える支持部（図示省略）に固定されている。このウエハ位置検出系の構成等については、例えば特開昭60-168112号公報に開示されており、ウエハ表面の結像面に対する上下方向（Z方向）の位置偏差を検出し、ウエハWと投影光学系 P L とが所定の間隔を保つようにウエハホルダ 9 をZ方向に駆動するために用いられる。ウエハ位置検出系からのウエハ位置情報は、主制御装置 2 0 を介してステージ制御系 1 9 に送られる。ステージ制御系 1 9 はこのウエハ位置情報に基づいてウエハホルダ 9 をZ方向に駆動する。

なお、本実施形態では結像面が零点基準となるように、予め受光光学系 1 4 の内部に設けられた不図示の平行平板ガラス（プレーンパラレル）の角度が調整され、ウエハ位置検出系のキャリブレーションが行われるものとする。また、例え

ば特開昭58-113706号公報に開示されているような水平位置検出系を用いたり、あるいは投影光学系PLのイメージフィールド内における任意の複数の位置での焦点位置を検出できるようにウェハ位置検出系を構成する（例えば複数のスリット像をイメージフィールド内に形成する）ことによって、ウェハW上の所定領域の結像面に対する傾きを検出可能に構成してもよい。

第4図には、清掃時に、ウェハWに代ってウェハステージWST上に搭載される清掃部材8の構成が示されている。第4図(a)には清掃部材8の斜視図が示され、第4図(b)には清掃部材8のA-A縦断面図が示されている。第4図に示されるように、清掃部材8は、金属などの硬質材から成るベース部材32と、このベース部材32の上底面に接着固定された柔軟部材34とを備える。柔軟部材34は、対物レンズOBとの接触時に対物レンズOBを損傷することがない材質から成る。例えば布状、紙状、またはスポンジ状の部材が好適に使用できる。

清掃部材8は、センタアップ12の吸着部12aとの接触部位が清掃部材8の下底面の中央部となるように、吸着部12a上に載置され、真空吸着される。そして、清掃部材8は、真空吸着された状態でセンタアップ12が上下することにより上下する。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、ウェハWへのパターン転写をするのに先立って、投影光学系PLの対物レンズOBの露出した基板対向面の清掃を行う。第5図には、本実施形態での対物レンズOBの清掃作業が示されている。なお、第5図では、説明の明確化のため、投影光学系PLの対物レンズOB付近及び清掃部材8を断面表示している。

清掃にあたって、まず、ウェハWが搭載されていない状態で、センタアップ12の吸着部12aが清掃部材8の下底面のほぼ中央部となるように、清掃部材8をセンタアップ12上に載置する。そして、真空吸着して、吸着部12a上に清掃部材8を固定する。

ここで、センタアップ12上への清掃部材8の載置は、投影光学系PLの下方から退避したウェハステージWST上に人手により行うことも可能であるし、不図示のウェハ搬送装置にウェハWの代わりに清掃部材8を搬送させ、ウェハWと同様に清掃部材8を取り扱うことにより行うことも可能である。

次に、主制御装置 20 の指令に応じ、ステージ制御系 19 が、ウエハステージ WST の位置情報（あるいは速度情報）SP1に基づいてウエハステージWST の位置を確認しつつウエハステージ駆動指示MS1を出力し、ウエハステージ駆動部 24 を介して、ウエハステージWST をXY方向に移動して清掃部材 8 を投影光学系 PL の下方に移動させる。引き続き、ステージ制御系 19 がセンタアップ駆動指示MC1を出力し、吸着部 12a を上昇させて、清掃部材 8 の柔軟部材 34 と対物レンズOBの露出した基板対向面とを接触させる（第5図（a）参照）。

次いで、主制御装置 20 の指令に応じ、ステージ制御系 19 が、ウエハステージWST の位置情報（あるいは速度情報）SP1に基づいてウエハステージWST の位置を確認しつつウエハステージ駆動指示MS1を出力し、ウエハステージ駆動部 24 を介してウエハステージWST をX方向及びY方向の少なくとも一方の方向について往復移動し、柔軟部材 34 と対物レンズOBの基板対向面とを擦り合わせる（第5図（b）参照）。こうして、対物レンズOBの基板対向面に付着した汚れが清掃される。なお、第5図（b）では、ウエハステージWST のX方向についての往復運動のみが矢印X1で示されている。

次に、主制御装置 20 の指令に応じ、ステージ制御系 19 が、センタアップ駆動指示MC1を出力し、吸着部 12a を下降させて、清掃部材 8 の柔軟部材 34 と対物レンズOBとを分離させる。引き続き、清掃部材 8 のセンタアップ12の吸着部 12a への真空吸着が解除され、ウエハステージWST 上から清掃部材 8 が取り外される。

ここで、ウエハステージWST 上からの清掃部材 8 の取り外しは、ウエハステージWST を投影光学系 PL の下方から退避後に人手によることも可能であるし、ウエハWの場合と同様にウエハ搬送装置と共同して行うことも可能である。

以上のようにして、清掃作業が完了した後に、ウエハWへのパターン転写を実行する。

まず、ウエハ搬送装置によって搬送されてきたウエハWがウエハステージWST 上に載置され、ウエハホルダ9に真空吸着される。次に、投影光学系 PL に対するウエハW及びレチカルRの位置が、アラインメント顕微鏡やステージ制御系 19 によって高精度に設定される。次いで、照明系（1, 2, 3, 4～7）で発

生した露光用照明光でレチクルRを照明し、レチクルRに描画されたパターンを投影光学系PLでウエハW上に投影し、ウエハWを露光して、パターン転写を行う。

本実施形態によれば、パターン転写に先立ち、前回までの転写によって、ウエハWの被露光面の最も近くに配置された投影光学系PLの光学部材（対物レンズOB）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系PLとウエハWとの間に雰囲気以外の介在物無しの状態で、投影光学系PLとウエハWとを近付けて好適な転写を実行することができる。

なお、清掃は転写の都度実行してもよいが、一回の転写による光学部材の汚れが少ないものであれば、汚れが許容範囲内の間、例えば所定回数の転写の都度あるいは定期的に実行すればよい。

このためには、汚れと転写回数との関係を測定し、清浄な基板対向面が所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価しておく必要がある。こうした限界転写回数の評価にあたっては、レチクル透過率も関係してくるので、基板ステージWST上に設けられたセンサで投影光学系PLを透過する光エネルギーを測定し、この測定結果を限界転写回数の評価に反映させることも考えられる。そして、前回の清掃の実行以後における転写の回数がこうして評価された限界転写回数に達する前に清掃を実行する。この結果、汚れが許容範囲内の間に、例えば所定回数の転写や所定光エネルギー量の照射の都度あるいは定期的に清掃工程を実行すればよいので、投影露光装置を清掃のために頻繁に停止させなくともよく、生産性が向上する。

本実施形態では、清掃部材8の柔軟部材34と対物レンズOBとを擦り合わせることにより機械的に汚れ清掃したが、柔軟部材8として多孔質部材を採用し、感光剤の溶剤等を含む清掃用溶液を柔軟部材8に浸潤させた上で対物レンズOBとを擦り合わせることができる。なお、清掃用溶液が、対物レンズOBやそのコートにダメージを与えないことが必須の条件である。この場合、清掃用溶液が汚れ原因物質を溶かすので、清掃効率が向上する。なお、清掃用溶液を使用する場合には、柔軟部材8と対物レンズOBとを接触させるだけで、十分な清掃効果

を奏する場合もある。こうした場合には、柔軟部材 3 4 と対物レンズ O B との擦り合わせを省略することができる。なお、清掃部材 8 をワイパ状あるいはブラシ状に構成することも可能である。

また、センタアップ 1 2 を構成する吸着部 1 2 a を X Y 平面内で回転させる回転駆動部を更に設け、この回転駆動部により吸着部 1 2 a を回転させることにより清掃部材 8 を回転させて、柔軟部材 3 4 と対物レンズ O B の基板対向面とを擦り合わせさせることも可能である。

《第 2 実施形態》

以下、本発明の第 2 実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第 6 図及び第 7 図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、前述した第 1 実施形態の投影露光装置におけるウエハステージ W S T 上に設置される清掃部材 8 に代えて、第 6 図にその概略構成が示される清掃装置としての超音波洗浄器 4 0 がウエハステージ W S T とは異なる清掃用ステージ C S T に搭載される点に特徴を有する。そして、パターン転写時以外の時に投影光学系 P L を構成する対物レンズ O B を、超音波洗浄器 4 0 を使用して清掃する。

第 6 図に示されるように、超音波洗浄器 4 0 は、ステージ装置 1 0 とともにベース B S 上に配設され、ベース B S 上を X Y 2 次元方向に移動するほぼ正方形の清掃用ステージ C S T 上に搭載される。この清掃用ステージ C S T の内部には、上下動機構としての昇降器 3 8 が組み込まれている。

清掃用ステージ C S T は、ウエハステージ W S T と同様に構成され、モータ等の清掃用ステージ駆動部 5 8 により X Y 2 次元方向に駆動される。

清掃用ステージ C S T の端部には、ウエハステージ W S T と同様に、清掃器レーザ干渉計（以下、「清掃器干渉計」という） 5 6 からのレーザビームを反射する移動鏡 5 4 が固定され、清掃用ステージ C S T の X Y 平面内での位置は清掃器干渉計 5 6 によって、常時検出されている。ここで、実際には、清掃用ステージ C S T 上には、X 方向に直交する反射面を有する X 移動鏡と Y 方向に直交する反射面を有する Y 移動鏡とが設けられ、これに対応して清掃器干渉計も X 軸方向位

置計測用のX干渉計とY軸方向位置計測用のY干渉計とが設けられているが、第6図ではこれらが代表的に移動鏡54、清掃器干渉計56として示されている。清掃用ステージCSTの位置情報（又は速度情報）SP2はステージ制御系19に送られ、ステージ制御系19は、この位置情報（又は速度情報）に基づいて清掃用ステージCSTの位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示MS2を出力し、清掃用ステージ駆動部58を介して清掃用ステージCSTを制御する。

昇降器38は前述のセンタアップ12と同様の構造を有する。すなわち、昇降器38は、最上面に設けられた吸着部38aと軸部38bとを有し、ユニット52内の不図示の昇降駆動機構により、ステージ制御系19が出力する昇降駆動指示MC2に応じて吸着部38aが上下されるようになっている。そして、センタアップ12と同様に、不図示の真空ポンプの真空吸引力により超音波洗浄器40を吸着部38a上面に吸着できるようになっている。なお、昇降器38の上下動は、不図示のリミットスイッチ、位置センサ等により監視されている。

第6図に示されるように、超音波洗浄器40は、清掃用溶液42を収納する容器44と、容器44内に配設され、主制御装置20から出力される超音波振動指示SS1に応じて超音波振動し、清掃用溶液42に超音波振動を付与する超音波振動器46とを有する。ここで、清掃用溶液としては、高純度の水やアセトン、あるいは感光剤の溶剤を含有する溶液などが好適に使用できるが、対物レンズOBやそのコートにダメージを与えないことが必須の条件である。

ここでは、超音波洗浄器40を用いて説明したが、対物レンズOBの汚れによっては、対物レンズOBを単に容器44内の清掃用溶液42に浸すだけで超音波振動器46を超音波振動させなくてもよい。但し、対物レンズOBの汚れを効率的に落とすためには、対物レンズOBに超親水性（全く水を弾かない）光触媒をコートすればよい。超親水性触媒とは、ある組成の光触媒薄膜表面に光（紫外線）を当てるにより、その表面と水との接触角を下げ、全く水を弾かない超親水性表面を得るものである。この光触媒を対物レンズOBにコートすることにより、対物レンズOBを単に清掃用容器42内に浸すだけで、対物レンズOBに付着した汚れを落とすことが可能となる。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、ウエハWへのパターン転写に先立って、投影光学系PLの対物レンズOBの露出した基板対向面の清掃を行う。第7図には、本実施形態での対物レンズOBの清掃作業の工程が示されている。なお、第7図では、第5図と同様に、説明の明確化のため、投影光学系PLの対物レンズOB付近及び超音波洗浄器40を断面表示している。

清掃にあたって、まず、主制御装置20の指令に応じ、ステージ制御系19が、ウエハステージ駆動部24を介してウエハステージWSTを投影光学系PLの下方から退避させる。引き続き、清掃用ステージCSTの位置情報（あるいは速度情報）SP2に基づいて清掃用ステージCSTの位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示MS2を出力し、清掃用ステージ駆動部58を介して、清掃用ステージCSTをXY方向に移動させ、超音波洗浄器40を投影光学系PLの下方に移動させる。その後、ステージ制御系19が昇降器駆動指示MC2を出力し、昇降器38を上昇させて、対物レンズOBの露出した基板対向面を清掃用溶液42に浸す（第7図（a）参照）。

次に、主制御装置20が超音波振動指示SS1を出力し、これを受信した超音波振動器46が超音波振動する。この超音波振動が清掃用溶液42に付与され、超音波振動する清掃用溶液によって、対物レンズOBの基板対向面が清掃される（第7図（b）参照）。

次いで、主制御装置20が超音波振動器46の超音波振動を停止させた後に、ステージ制御系19が、昇降駆動指示MC2を出力し、昇降器38を下降させて、超音波振動器40と投影光学系PLとを分離させる。

以上のようにして、清掃作業が完了した後、ステージ制御系19が清掃用ステージ駆動部58を介して清掃用ステージCSTを投影光学系PLの下方から退避する。そして、第1実施形態と同様に、ウエハWをウエハホルダ9で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクルRを照明し、レチクルRに描画されたパターンを、投影光学系PLでウエハW上に投影し、ウエハWを露光する。

本実施形態によれば、第1実施形態と同様に、パターン転写に先立ち、前回までの転写によって、ウエハWの被露光面の最も近くに配置された投影光学系PL

の光学部材（対物レンズO B）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系P LとウエハWとの間に雰囲気以外の介在物無しの状態で、投影光学系P LとウエハWとを近付けて好適な転写を実行することができる。

更に、本実施形態では、清掃の実施とウエハWの取り扱いとが独立した駆動部を使用して行われるので、ウエハステージW S Tの精度及び清浄度が確保され、好適に清掃及び露光を行うことができる。

なお、第1実施形態と同様に、汚れと転写回数やウエハWに照射された光エネルギー量との関係を測定し、清浄な基板対向面が所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価しておくことにより、例えば所定回数の転写や所定光エネルギー量の照射の都度あるいはそれ以前の時点で定期的に清掃作業を実行することで、投影露光装置を清掃のため頻繁に停止させなくとも良いので、生産性が向上する。

《第3実施形態》

以下、本発明の第3実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第8図及び第9図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、第1図に示される第1実施形態の投影露光装置における清掃部材8を、第8図に示されるように、ウエハステージW S Tとは異なる清掃用ステージC S T上に設置する点に特徴を有する。そして、転写時以外の時に投影光学系P Lを構成する対物レンズO Bを、清掃部材8を使用して清掃する。すなわち、本実施形態は、第2実施形態における超音波洗浄器4 0を第1実施形態の清掃部材8に置き換えたものである。

第2実施形態と同様に、ステージ制御系1 9が、位置情報（又は速度情報）S P 2に基づいて清掃用ステージC S Tの位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示M S 2を出力し、清掃用ステージ駆動部5 8を介して清掃用ステージC S Tを制御する。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、ウエハWへのパターン転写に先立って、投影光学系P Lの対物レンズO

Bの露出した基板対向面の清掃を行う。第9図には、本実施形態での対物レンズOBの清掃作業の工程が示されている。なお、第9図では、第5図と同様に、説明の明確化のため、投影光学系PLの対物レンズOB付近及び清掃部材8を断面表示している。

清掃にあたって、第2実施形態と同様に、まず、主制御装置20の指令に応じ、ステージ制御系19が、ウェハステージ駆動部24を通してウェハステージWSTを投影光学系PLの下方から退避させた後、清掃用ステージ駆動部58を通して、清掃用ステージCSTをXY方向に移動して、清掃装置60を投影光学系PLの下方に移動させる。その後、ステージ制御系19が昇降器38駆動指示MC2を出力し、昇降器38を上昇させて、清掃部材8の柔軟部材34と対物レンズOBの露出した基板対向面とを接触させる（第9図（a）参照）。

次いで、主制御装置20の指令に応じ、ステージ制御系19が、清掃用ステージCSTの位置情報（あるいは速度情報）SP2に基づいて清掃用ステージCSTの位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示MS2を出力し、清掃用ステージ駆動部58を通して、清掃用ステージCSTをX方向及びY方向の少なくとも一方の方向について往復移動させ、柔軟部材34と対物レンズOBの基板対向面とを擦り合わせせる（第9図（b）参照）。こうして、対物レンズOBの基板対向面に付着した汚れが清掃される。なお、第9図（b）では、第5図（b）と同様に、ウェハステージWSTのX方向についての往復運動のみが矢印X1で示されている。

次いで、主制御装置20の指令に応じて、ステージ制御系19が、昇降駆動指示MC2を出力し、昇降器38を下降させて、超音波振動器40と投影光学系PLとを分離させる。

以上のようにして、清掃作業が完了した後、第1実施形態と同様に、ウェハWをウェハホルダ9で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクルRを照明し、レチクルRに描画されたパターンを、投影光学系PLでウェハW上に投影し、ウェハWを露光して、パターン転写を行う。

本実施形態によれば、第2実施形態と同様に、転写に先立ち、前回までの転写によって、ウェハWの被露光面の最も近くに配置された投影光学系PLの光学部

材（対物レンズOB）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系PLとウエハWとの間に雰囲気以外の介在物無しの状態で、投影光学系PLとウエハWとを近付けて好適な転写を実行することができる。

なお、第1実施形態と同様に、汚れと転写回数やウエハWに照射された光エネルギーとの関係を測定し、清浄な基板対向面が所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価しておくことにより、例えば所定回数の転写や所定光エネルギー量の照射の都度あるいはそれ以前の時点で定期的に清掃作業を実行することで、投影露光装置を清掃のため頻繁に停止させなくともよくなるので、生産性が向上する。また、第1実施形態と同様の清掃部材8の変形が可能である。

《第4実施形態》

以下、本発明の第4実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第10図及び第11図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、第1図に示した第1実施形態の投影露光装置における清掃部材8を、第10図にその概略構成が断面で示される清掃装置62で置き換えた点に特徴を有する。そして、転写時以外の時に投影光学系PLを構成する対物レンズOBを、清掃装置62を使用して清掃する。

清掃装置62は、第10図に示されるように、投影光学系PLに水平方向に延びる支持部材70を介して固定された駆動部68と、この駆動部68にその一端部64aが鉛直に向けて回転自在に支持されたL字状部材から成る保持部材64と、この保持部材64の他端部64bに水平に保持された柔軟部材66とを備えている。柔軟部材66は、駆動部68に内蔵されたモータを含む不図示の駆動機構によって、保持部材64の一端部（鉛直部）64aを回転軸として、他端部64bと一体的に第10図における紙面に直交する水平面内で揺動されるとともに、保持部材64と一体的に紙面に平行な鉛直方向（Z方向）に移動させられる。

こうした、揺動及び鉛直移動は、ステージ制御系19によって制御される。す

なわち、駆動部 6 8 は、ステージ制御系 1 9 が output した Z 駆動指示 Z MV に応じて保持部材 6 4 を Z 方向に駆動するとともに、ステージ制御系 1 9 が output した回転駆動指示 RMV に応じて一端部 6 4 a を回転軸として保持部材 6 4 を回転駆動する。なお、保持部材 6 4 の動きは、不図示のリミットスイッチ、位置センサ、回転センサ等により監視されている。ここで、保持部材 6 4 と柔軟部材 6 6 とで清掃器が構成される。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、ウェハ W へのパターン転写に先立って、投影光学系 PL の対物レンズ OB の露出した基板対向面の清掃を行う。第 11 図には、本実施形態での対物レンズ OB の清掃作業の工程が示されている。なお、第 11 図では、説明の明確化のため、投影光学系 PL の対物レンズ OB 付近及び柔軟部材 6 6 を断面表示している。

清掃にあたって、まず、柔軟部材 6 6 が投影光学系 PL の下方から退避した初期状態（第 11 図（a）参照）から、ステージ制御系 1 9 が Z 駆動指示 Z MV 及び回転駆動指示 RMV を逐次出力し、駆動部 6 8 を介して保持部材 6 4 を動かして、柔軟部材 6 6 を対物レンズ OB の基板対向面に接触させる（第 11 図（b）参照）。

次に、主制御装置 2 0 の指令に応じ、ステージ制御系 1 9 が、回転駆動 RMV を出力し、駆動部 6 8 を介して、柔軟部材 6 6 を揺動させ、柔軟部材 6 6 と対物レンズ OB の基板対向面とを擦り合わせる（第 11 図（c）参照）。こうして、対物レンズ OB の基板対向面に付着した汚れが清掃される。

次いで、主制御装置 2 0 の指令に応じて、ステージ制御系 1 9 が Z 駆動指示 Z MV 及び回転駆動指示 RMV を逐次出力し、保持部材 6 4 を初期位置に移動する。

以上のようにして、清掃作業が完了した後、第 1 実施形態と同様に、ウェハ W をウェハホルダ 9 で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクル R を照明し、レチクル R に描画されたパターンを投影光学系 PL でウェハ W 上に投影し、ウェハ W を露光して、パターン転写を行う。

本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、転写に先立ち、前回までの転写によって、ウェハ W の被露光面の最も近くに配置された投影光学系 PL の光学部

材（対物レンズO B）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系P LとウェハWとの間に雰囲気以外の介在物が無い状態で、投影光学系P LとウェハWとを近付けて好適な転写を実行することができる。

なお、第1実施形態と同様に、汚れと転写回数やウェハWに照射された光エネルギー量との関係を測定し、清浄な基板対向面が所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価しておくことにより、例えば所定回数の転写や所定光エネルギー量の照射の都度あるいはそれ以前の時点で定期的に清掃作業を実行することで、投影露光装置を清掃のため頻繁に停止させなくとも良いので、生産性が向上する。

また、第1実施形態での柔軟部材3 4の変形と同様の、柔軟部材6 6の変形が可能である。

《第5実施形態》

以下、本発明の第5実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第1 2図及び第1 3図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、第1図に示した第1実施形態の投影露光装置における清掃部材8を、第1 2図にその概略構成が断面で示される、基板ステージW S Tとは異なる清掃用ステージC S Tに搭載される溶液発射器7 2で置き換えた点に特徴を有する。そして、転写時以外の時に投影光学系P Lを構成する対物レンズO Bを、溶液発射器7 2を使用して清掃する。

溶液発射器7 2は、第1 2図に示されるように、清掃用ステージC S T上に配設される。また、溶液発射器7 2は、ステージ制御系1 9が出力した回転駆動指示R D Vに応じて溶液発射器7 2を回転駆動する回転駆動器7 4上に搭載され、主制御装置2 0の指示に応じて、超音波振動が付与された液滴を発射する。

清掃用ステージC S Tは、第2実施形態と同様に、ステージ制御系1 9によって制御される。また、回転駆動器7 4は不図示の回転センサを有し、回転駆動動作が監視されている。

溶液発射器7 2は、清掃用溶液を収納する液槽7 6と、液槽7 6から取り出さ

れた清掃用溶液の流路を設定する流路設定部材 78a、78b と、主制御装置 20 が output した超音波振動指示 SS2 に応じて超音波振動し、流路設定部材 78b 内の流路中の清掃用溶液に超音波振動を付与する超音波振動器 80 と、流路設定部材 78a、78b を経由した清掃用溶液を発射するためのノズル 82 と、主制御装置 20 が output した発射指示 PDV に応じて内の清掃用溶液を流路設定部材 78a、78b を介してノズル 82 へ向けて駆動するポンプ 84 と、容器 86 とを備える。

ここで、清掃用溶液としては、第 2 実施形態と同様に、高純度の水やアセトン、あるいは感光剤の溶剤を含有する溶液であって、対物レンズ OB やそのコートにダメージを与えない溶液を使用できる。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにして転写を行う。

まず、ウェハ W へのパターン転写に先立って、投影光学系 PL の対物レンズ OB の露出した基板対向面の清掃を行う。第 13 図には、本実施形態での対物レンズ OB の清掃作業の工程が示されている。

清掃にあたって、まず、主制御装置 20 の指令に応じ、ステージ制御系 19 が、ウェハステージ駆動部 24 を介してウェハステージ WST を投影光学系 PL の下方から退避させる。引き続き、清掃用ステージ CST の位置情報（あるいは速度情報） SP2 に基づいて清掃用ステージ CST の位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示 MS2 を出力し、清掃用ステージ駆動部 58 を介して、清掃用ステージ CST を XY 方向に移動して超音波洗浄器 40 を投影光学系 PL の下方であって、ノズル 82 から清掃用溶液が発射された場合に、清掃用溶液が対物レンズ OB の基板対向面に到達する位置に移動させる。

次に、主制御装置 20 が超音波振動指示 SS2 及び発射指示 PDV を出力し、超音波振動器 80 を超音波振動させるとともに、液槽 76 内の清掃用溶液を流路に供給する。この結果、流路中の流路設定部材 78b 内で清掃用液体に超音波振動が付与され、超音波振動している清掃用溶液がノズル 82 から対物レンズ OB へ向けて発射される。こうして、清掃用溶液によって対物レンズ OB の基板対向面が清掃される（第 13 図（a）参照）。

次いで、ステージ制御系 19 が回転駆動指示 RDV を出力し、回転駆動器 74

を介して発射器 72 を X Y 平面内で 180° 回転するとともに、清掃用ステージ C S T の位置情報（あるいは速度情報）S P 2 に基づいて清掃用ステージ C S T の位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示 M S 2 を出力し、清掃用ステージ駆動部 58 を介して、清掃用ステージ C S T を X Y 方向に移動して超音波洗浄器 40 を投影光学系 P L の下方であって、ノズル 82 から清掃用溶液が発射された場合に、清掃用溶液が対物レンズ O B の基板対向面に到達する位置に移動させる。

次に、主制御装置 20 が超音波振動指示 S S 2 及び発射指示 P D V を出力し、超音波振動している清掃用溶液をノズル 82 から対物レンズ O B へ向けて発射し、対物レンズ O B の基板対向面を清掃する。

以上のようにして、清掃作業が完了した後、ステージ制御系 19 が清掃器駆動部 58 を介して清掃用ステージ C S T を投影光学系 P L の下方から退避する。そして、第 1 実施形態と同様に、ウエハ W をウエハホルダ 9 で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクル R を照明し、レチクル R に描画されたパターンを投影光学系 P L でウエハ W 上に投影し、ウエハ W を露光して、パターン転写を行う。

本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様に、転写に先立ち、前回までの転写によって、ウエハ W の被露光面の最も近くに配置された投影光学系 P L の光学部材（対物レンズ O B）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系 P L とウエハ W との間に雰囲気以外の介在物が無い状態で、投影光学系 P L とウエハ W とを近付けて好適な転写を実行することができる。

なお、第 1 実施形態と同様に、汚れと転写回数やウエハ W に照射された光エネルギー量との関係を測定し、清浄な基板対向面が所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価しておくことにより、例えば所定回数の転写や所定光エネルギー量の照射の都度あるいはそれ以前の時点で定期的に清掃作業を実行することで、投影露光装置を清掃のため頻繁に停止させなくとも良いので、生産性が向上する。

なお、本実施形態では、異なる 2 方向で清掃用溶液を対物レンズ O B へ向けて発射することとしたが、1 方向のみで発射することとすることも可能であるし、

異なる3方向以上で発射することも可能である。

本実施形態は、例えば第1、3、または4実施形態と組み合わせることが可能であり、本実施形態での清掃動作を実行後に、組み合わせた各実施形態の清掃動作を実行することにより、清掃用溶液の回収を兼ねることができる。

また、本実施形態では、清掃用溶液に超音波振動を付与したが、超音波振動を付与せずに対物レンズOBに清掃用溶液を吹き付けることとすることも可能である。この場合にも、例えば第1、3、または4実施形態と組み合わせることが可能であり、本実施形態での清掃動作を実行後に、組み合わせた各実施形態の清掃動作を実行することにより、清掃用溶液の回収を兼ねることができる。

《第6実施形態》

以下、本発明の第6実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第14図及び第15図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、第1図に示した第1実施形態の投影露光装置における清掃部材8に代えて、第14図にその概略構成が断面で示される超音波洗浄器40及び汚れ測定装置84を採用した点に特徴を有する。そして、転写時以外の時に投影光学系PLを構成する対物レンズOBの汚れを汚れ測定装置84測定し、必要に応じて超音波洗浄器40によって清掃する。

汚れ測定装置84は、主制御装置20から出力された発光指示PSDに応じて測定光を発光する光源86と、ハーフミラー88及びレンズ90、92を有する光学系と、対物レンズOBの基板対向面で反射された測定光を検出する光検出器94と、光検出器94から出力された検出結果DDTから汚れを測定する汚れ測定処理部96とを備える。そして、光源86から出射された測定光は、ハーフミラー88及びレンズ90を順次経由して対物レンズOBの基板対向面に照射され、また、対物レンズOBの基板対向面で反射された測定光は、レンズ90、ハーフミラー88、及びレンズ92を順次経由して、光検出器94の受光面で結像される。すなわち、本実施形態では、ハーフミラー88及びレンズ90が照射光学系を構成し、光源86及び照明光学系が照明系を構成し、また、レンズ90、ハーフミラー88、及びレンズ92が結像光学系を構成している。

ここで、光検出器 9 4 としては、2 次元配列された光電変換単位を有する光検出器、例えば2次元電荷結合デバイス（C C D）を好適に採用できる。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、ウエハWへのパターン転写に先立って、投影光学系 P L の対物レンズ O B の露出した基板対向面の汚れを測定し、必要に応じて清掃を行う。第 1 5 図には、本実施形態での対物レンズ O B の清掃作業の工程が示されている。

まず、主制御装置 2 0 の指令に応じ、ステージ制御系 1 9 が、ウエハステージ駆動部 2 4 を介してウエハステージ W S T を投影光学系 P L の下方から退避させる。引き続き、清掃用ステージ C S T の位置情報（あるいは速度情報） S P 2 に基づいて清掃用ステージ C S T の位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示 M S 2 を出力し、清掃用ステージ駆動部 5 8 を介して、清掃用ステージ C S T を X Y 方向に移動して汚れ測定装置 8 4 の光学系を投影光学系 P L の下方であって、測定光を対物レンズ O B の基板対向面に照射できる位置に移動させる。

次に、主制御装置 2 0 が発光指示 P S D を出力し、光源 8 6 を発光させて測定光を発生させる。光源 8 6 から出射された測定光は、照射光学系を経由して対物レンズ O B の基板対向面に照射される。そして、対物レンズ O B の基板対向面で反射された測定光は、結像光学系を経由して光検出器 9 4 の受光面に入射し、光検出器 9 4 で検出される。光検出器 9 4 での検出結果は汚れ測定処理部 9 6 に通知され、汚れが測定される（第 1 5 図（a）参照）。

次いで、測定された汚れに基づいて、主制御装置 2 0 が清掃の必要の有無を判定する。この判定は、次回の露光が、汚れが所定の許容限界値以下の状態でなされ得るか否かの観点からなされる。なされ得る場合には、清掃の必要無の判定がなされ、なされ得ない場合には、清掃の必要有の判定がなされる。

清掃の必要無と判定された場合には、ステージ制御系 1 9 が清掃器駆動部 5 8 を介して清掃用ステージ C S T を投影光学系 P L の下方から退避する。そして、第 1 実施形態と同様に、ウエハWをウエハホルダ 9 で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクル R を照明し、レチクル R に描画されたパターンを、投影光学系 P L でウエハW上に投影し、ウエハWを露光する。

清掃の必要有と判定された場合には、主制御装置 2 0 の指令に応じ、ステージ

制御系 19 が、清掃用ステージ C S T の位置情報（あるいは速度情報）S P 2 に基づいて清掃用ステージの位置を確認しつつ清掃用ステージ駆動指示M S 2 を出力し、清掃用ステージ駆動部 58 を介して、清掃用ステージC S T を X Y 方向に移動して超音波洗浄器 40 を投影光学系 P L の下方に移動させる（第 15 図（b）参照）。以後、第 2 実施形態と同様にして、対物レンズ O B の清掃が実行される。

次に、主制御装置 20 の指令に応じ、ステージ制御系 19 が、清掃用ステージ C S T の位置情報（あるいは速度情報）S P 2 に基づいて清掃用ステージ駆動指示M S 2 を出力し、清掃用ステージ駆動部 58 を介して、清掃用ステージC S T を X Y 方向に移動して汚れ測定装置 84 の光学系を投影光学系 P L の下方であって、測定光を対物レンズ O B の基板対向面に照射できる位置に移動させる。そして、汚れ測定装置 84 によって、上述の汚れ測定と同様にして、対物レンズ O B の基板対向面の汚れを測定し、清掃の効果を確認する。

清掃の効果が十分であると確認された場合には、ステージ制御系 19 が清掃用ステージ駆動部 58 を介して清掃用ステージC S T を投影光学系 P L の下方から退避する。そして、第 1 実施形態と同様に、ウェハ W をウェハホルダ 9 で保持し、位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクル R を照明し、レチクル R に描画されたパターンを投影光学系 P L でウェハ W 上に投影し、ウェハ W を露光して、パターン転写を実行する。清掃の効果が不十分であった場合には、清掃作業及び清掃効果の確認を繰り返す。

本実施形態によれば、転写に先立ち、前回までの転写によって、ウェハ W の被露光面の最も近くに配置された投影光学系 P L の光学部材（対物レンズ O B）の基板対向面に付着した感光剤等の汚れを測定し、必要に応じて清掃するので、光学部材の基板対向面の汚れが少なく、投影光学系 P L とウェハ W との間に雰囲気以外の介在物が無い状態で、投影光学系 P L とウェハ W とを近付けて好適な転写を確実に実行することができる。

なお、本実施形態では、汚れ測定装置を第 2 実施形態と組み合わせたが、本実施形態の汚れ測定装置と第 1、3～5 実施形態と組み合わせることも可能である。

また、汚れ測定にあたって、測定光として露光用照明光を使用し、対物レンズ O B の透過光を検出することにより、汚れを測定することも可能であるが、測定

用の光学系を構成する光学部材として紫外光を透過する部材を選択する必要があり、光学部材の選択の余地が狭くなることに注意する必要がある。

《第 7 実施形態》

以下、本発明の第 7 実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第 16 図及び第 17 図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって、上記の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

本実施形態の投影露光装置は、ウエハ W の投影露光を行うとともに、転写時に、ウエハ W の最も近くに配設される投影光学系の光学部材への汚れ原因物質の到達を防止するものである。第 16 図には、本実施形態の投影露光装置の概略的な構成が示されている。

本実施形態の投影露光装置は、第 16 図に示されるように、第 1 図に示した第 1 実施形態の投影露光装置における清掃部材 8 を、第 17 図にその概略構成が示される汚れ防止装置 98 で置き換えた点に特徴を有する。

汚れ防止装置 98 は、第 17 図に示されるように、雰囲気気体の流動経路を設定する流動経路設定部材 102a、102b、104a、及び 104b と、流動経路設定部材 102b の開放端から雰囲気を取り込み流動経路設定部材 102b を経由して流動経路設定部材 102a へ取り込んだ雰囲気を供給する吸入ポンプ 106 と、流動経路設定部材 104a を経由した雰囲気を流動経路設定部材 104b の開放端から排出させる排出ポンプ 108 とを備える。そして、流動経路設定部材 102a の開放端と流動経路設定部材 104a の開放端とは、雰囲気流動の点では結合しているが、少なくとも対物レンズ OB の付近では物理的に分離しており、露光用照明光の進行経路にまでは延伸していない。したがって、投影光学系 PL から出射された露光用照明光は、雰囲気中のみを経由してウエハ W に到達する。

吸入ポンプ 106 は、主制御装置 20 から出力された吸入指示 PD1 に応じて吸入動作を実行し、排出ポンプ 108 は、主制御装置 20 から出力された排出指示 PD2 に応じて排出動作を実行する。

本実施形態の投影露光装置では、以下のようにしてパターン転写を行う。

まず、主制御装置 20 が、吸入指示 PD1 及び排出指示 PD2 を出力し、流動経

路102b、102a、104a、及び104bを順次経由する雰囲気気体の流動を発生させる。次に、ウェハWをウェハホルダ9で保持し、露光用の位置合わせを行った後、照明系で発生した露光用照明光でレチクルRを照明し、レチクルRに描画されたパターンを投影光学系PLでウェハW上に投影し、ウェハWを露光して、パターン転写を行う。

本実施形態の投影露光装置によれば、まず、投影光学系PLの対物レンズOBという、ウェハWの近くに配置される光学部材の基板対向面付近の雰囲気気体を流動させながら、転写を実行する。したがって、雰囲気気体の流動によって、基板としてのウェハWで発生した汚れ原因物質の対物レンズOBへの到達を防止しながら、投影光学系とウェハWとの間における露光用照明光の進行経路には雰囲気気体以外の介在物が無い状態で転写を行う。この結果、対物レンズOBの基板対向面の汚れが少なく、投影光学系とウェハWとの間に雰囲気気体以外の介在物が無い状態で、投影光学系とウェハWとを近付けて、好適な転写を実行することができる。

なお、本実施形態では雰囲気気体を流動させたが、他の種類の気体を流動させることとしてもよい。

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、上記の各実施形態では、転写時における露光用照明光の光路上、ウェハWの最も近くに配置された光学部材を対物レンズとしたが、対物レンズよりも露光用照明光の光路の下流に、例えば光路補正用の光学部材が配設される場合には、この光路補正用の光学部材を清掃対象あるいは汚れ防止対象として、各実施形態を適用することができる。

また、清掃の対象となる光学部材は、投影光学系の先端部の光学部材に限定されない。例えば、ウェハWの位置を検出するためのフォーカス検出光学系やアライメント光学系の先端部の光学部材を清掃対象とすることも可能である。

また、第6実施形態における汚れ検出装置が、清掃装置と共に配設されるのではなく、単独で配設され、汚れ測定装置による測定結果が許容限界値を超える前に、測定対象の光学部材を交換することとすることが可能である。

なお、上記の各実施形態において、ウェハステージ又はウェハステージとは別の

清掃用ステージを、2次元平面モータ上で浮上して駆動されるガイドレスタイプのステージとすることもできるし、また、機械的なガイドを持ったステージとすることもできる。

《第8実施形態》

以下、本発明の第8実施形態の投影露光装置及び投影露光方法を、第18図、第19図に基づいて説明する。なお、本実施形態の説明にあたって前述した各実施形態の説明における要素と同等の要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、第18図に示すように、本実施形態では、投影光学系PLの光軸AXに平行な方向にZ軸を取り、光軸AXに直交する平面内で第18図の紙面に平行な方向にX軸を、また、同様に第18図の紙面に垂直な方向にY軸を取って説明する。

本実施形態の投影露光装置は、露光時においてX軸方向及びY軸方向へステッピング移動してウェハW上の各ショット領域に回路パターンを投影露光するものであるが、第18図は投影光学系PLの汚染度測定時の状態を示すため、同図においてウェハWは露光位置に位置していない。なお、本実施形態のウェハステージWSTには、第1実施形態で説明したセンターアップ12の機構を特に必要とするものではない。

次に、本実施形態における光洗浄装置について説明する。

第18図、第19図に示すように、ウェハステージWST上においてZステージ109の近傍には、筐体110がその上部を僅かに露出するようにして埋設固定されている。筐体110の上部には合成石英等からなる紫外光を効率よく透過可能な窓材111が着脱交換可能に嵌合され、筐体110内にはミラー112が斜状に配置されている。また、筐体110の側壁にはビームエキスパンダー光学系113が設けられ、同光学系113の近傍にはウェハステージWSTの外部から導入された光ファイバ114の射出端が配置されている。そして、ウェハステージWSTの外部において光ファイバ114の射入端には集光レンズ115が設けられ、同レンズ115に対し露光用光源1とは別のArFエキシマレーザからなる照射用光源116から紫外光が照射されるようになっている。即ち、本実施形態では、ミラー112と光ファイバ114及び照射用光源116等により光洗

浄装置 117 が構成されている。

次に、本実施形態における投影光学系検査装置について説明する。

第 18 図、第 19 図に示すように、ウェハステージ WST 上における筐体 110 の露出部位近傍には発光部 118 が設けられている。この発光部 118 は対物レンズ OB の表面に対し斜め下方から所定の照射光を照射するものであり、同レンズ OB 表面と発光部 118 とを結ぶ光路上には分岐ミラー 119 が配置されている。なお、本実施形態では、対物レンズ OB として平行平板光学素子を示しているが、凹レンズ、凸レンズであってもよい。また、ウェハステージ WST 上には発光部 118 からの照射に基づくレンズ OB 表面からの反射光を受光するための第 1 の受光部 120 が配置されるとともに、ウェハステージ WST の上方位置には発光部 118 からの照射に基づく分岐ミラー 119 からの分岐光を受光するための第 2 の受光部 121 が配置されている。そして、第 1 及び第 2 の受光部 120, 121 の出力は光電信号として測定手段を構成する測定制御系 122 へ供給されるようになっている。

第 19 図に示すように、測定制御系 122 には演算部 123 と記憶部 124 とが設けられている。演算部 123 は、両受光部 120, 121 から出力された光電信号に基づき対物レンズ OB 表面の光反射率を実反射率として演算し、演算した実反射率と記憶部 124 が記憶している所定反射率との対比結果に基づき対物レンズ OB 表面の汚染度を測定するように構成されている。また、記憶部 124 は、対物レンズ OB の表面が光学特性に影響を与えるほど汚染されていないと想定される本装置完成時に測定された対物レンズ OB 表面の光反射率を所定反射率として予め記憶している。そして、本実施形態では、発光部 118 と第 1 及び第 2 の受光部 120, 121 並びに測定制御系 122 により投影光学系検査装置 125 が構成されている。なお、投影光学系検査装置 125 による表面汚染度の測定結果は表示手段 126 により表示され、その表示内容から投影光学系 PL における対物レンズ OB 表面の汚染度を客観的に把握できるようになっている。

次に、以上のように構成された本実施形態における投影露光装置の作用について説明する。

まず、図示しない主制御系の駆動制御によりウェハステージ WST が第 18 図

の汚染度測定位置へ移動させられる。すると、投影光学系PLにおいて最下端に位置する対物レンズOBの直下に筐体110上部の窓材111が対向して位置する。そして、この状態において、主制御系は発光部118による照射光の照射タイミングを一定間隔で制御する。そして、この主制御系の発光制御に基づき発光部118から所定の照射光が照射されると、その照射光のうち分岐ミラー119を透過した照射光は対物レンズOBの表面に至り同表面で反射され、その反射光は第1の受光部120により受光される。一方、分岐ミラー119により分岐された照射光（分岐光）は対物レンズOBの表面に至ることなく第2の受光部121により受光される。そして、両受光部120, 121により光電変換された光電信号がそれぞれ測定制御系122に入力される。

すると、測定制御系122の演算部123では、第1の受光部120からの光電信号と第2の受光部121からの光電信号とにに基づき、対物レンズOB表面の反射率を演算する。即ち、一般に、2つの媒質の境界面に対してある入射角で光が入射するとき、その反射率Rは、入射光束のエネルギーの強さを I_0 とし、反射光束のエネルギーの強さを I_r としたとき、 $R = I_r / I_0$ で表される。従って、演算部123では、第1の受光部120からの光電信号に基づくエネルギーの強さを I_r とし、第2の受光部121からの光電信号に基づくエネルギーの強さを I_0 として、対物レンズOB表面の実反射率 R_r を求める。

次に、測定制御系122では、演算部123が記憶部124から所定反射率 R_0 を読み出し、この所定反射率 R_0 と実反射率 R_r との差 $\Delta R (= R_0 - R_r)$ を演算する。そして、求められた両反射率 R_0, R_r の差 ΔR に基づく表示信号を表示手段126に出力する。すると、表示手段126は当該表示信号に基づき対物レンズOB表面の汚染度を数値表示する。

一方、両反射率 R_0, R_r の差 ΔR に基づく表示信号は、主制御系にも出力され、主制御系では当該表示信号に基づく汚染度の数値が予め設定された許容範囲内にあるか否かを判別する。そして、その数値が許容範囲外であると判別した場合には、照射用光源116を発光させる。すると、同光源116からの照射光が集光レンズ115、光ファイバ114及びビームエキスパンダー光学系113を介して筐体110内に導光される。そして、筐体110内へ導光された照射光はミラ

—112により方向を変更され、窓材111を透過して対物レンズOBの表面全体を照射する。

すると、この照射に基づき対物レンズOBの表面近傍では、空気中の酸素が照射光（紫外光）を吸収して励起状態となり、酸化力を増したオゾンに化学変化する。即ち、この酸素による照射光（紫外光）の吸収はシューマン・ルンゲ吸収として知られ、その場合には、酸素による吸収の大きい200nm以下の波長の光を発するものが照射用光源として使用される。本実施形態においては、この照射用光源116として波長193nmの紫外光を発するArFエキシマレーザを使用しているため、上記したシューマン・ルンゲ吸収が起こる。従って、ウエハW上に塗布された感光性樹脂（ノボラックレジン）からの揮発物質が付着して汚染されている対物レンズOBの表面は、シューマン・ルンゲ吸収に基づく酸化力の強化された雰囲気下で、その付着物が照射光により酸化分解される。本実施形態では、このようにして、投影光学系PLにおける対物レンズOBの表面が光洗浄される。

そして、前述したように、一定間隔をおいて主制御系により発光部118が繰り返し発光制御されると、測定制御系122は、前記と同様の手順で所定反射率 R_0 と実反射率 R_r との差 ΔR を、その都度新たに演算し、その演算結果に基づく新たな表示信号を表示手段126に出力する。すると、表示手段126は当該新たな表示信号に基づき対物レンズOB表面の汚染度を数値表示する。

また、主制御系では当該新たな表示信号に基づく汚染度の数値が予め設定された許容範囲内にあるか否かを判別する。そして、その数値が依然として許容範囲外であると判別した場合には、繰り返し、照射用光源116を発光させる。従って、対物レンズOBの表面は、前記と同様に、照射用光源116からの照射光の照射に基づき光洗浄される。そして、このような主制御系による発光部118の発光制御が繰り返された後、主制御系により表示信号に基づく汚染度の数値が予め設定された許容範囲内にあると判別されると、照射用光源116からの照射光に基づく対物レンズOB表面の光洗浄作業が終了する。

さて、本実施形態では、上記のように投影露光装置を構成したことにより、次のような効果を得ることができる。

(1) 本実施形態では、投影光学系PLにおける対物レンズOBの表面汚染度を測定するための投影光学系検査装置125を備え、同装置125により表面汚染度が測定される。即ち、この投影光学系検査装置125の測定制御系122から出力される測定結果に基づき対物レンズOB表面の汚染度を把握し、洗浄作業の必要性有無が判断される構成となっている。

従って、洗浄作業の必要性があるにも拘わらず、対物レンズOBの表面汚染状態が見過ごされ、洗浄作業の実施タイミングが徒過されるような事態を防止でき、表面汚染状態の放置に起因する露光不良の発生を確実に防止できる。

また、測定制御系122から出力される測定結果に基づけば、メンテナンス上において不必要的洗浄作業が行われるおそれもない。従って、例えば、光洗浄装置117によらない手作業での拭き取り洗浄等を実施する場合においても、装置ケース内が一時的に開放されることにより投影光学系PLが外気に触れる機会を必要最小限にでき、露光条件が悪化するおそれを少なくできる。

(2) また、本実施形態では、対物レンズOBの表面が光学特性に影響を与えるほど汚染されていないと想定される本装置完成時に測定された同レンズOB表面の光反射率を所定反射率 R_0 とし、この所定反射率 R_0 と実際に測定した実反射率 R_r との差 ΔR に基づく汚染度の数値が一定の許容範囲外の場合にのみ洗浄作業が実施される構成となっている。

従って、洗浄作業の必要性有無を判断する際の基準が明確かつ客観的であることから、測定された汚染度の数値に対する信頼性を向上することができる。また、洗浄作業の実施タイミングがばらついたりするおそれを回避できるので、対物レンズOB表面の洗浄作業を必要時にのみ効果的に実施することができる。さらに、対物レンズOB表面の光反射率に基づき汚染度を測定しているため、投影光学系PLの光学特性に変化を与えるおそれのある汚染状態の有無を容易に把握することができる。

(3) また、本実施形態では、照射用光源116に波長193nmの紫外光を発するArFエキシマレーザを使用し、同光源116からの照射光によりシューマン・ルンゲ吸収作用を利用した光洗浄によって対物レンズOBの表面汚染状態を除去する構成としている。そのため、シューマン・ルンゲ吸収により酸化力の強

化された雰囲気下で表面汚染状態を形成している付着物を酸化分解でき、効率良く洗浄作業を実施できるとともに、手作業での拭き取り洗浄の場合とは異なり、洗浄作業をしたことによって却って投影光学系PLの光学特性を悪化させてしまうようなおそれもない。

(4) また、本実施形態では、主制御系により一定間隔タイミングで投影光学系検査装置125の発光部118が繰り返し発光制御され、光洗浄装置117による対物レンズOBの表面洗浄中に、何度も繰り返して対物レンズOBの表面汚染度が測定される構成となっている。従って、対物レンズOB表面の表面汚染状態が未だ不完全除去のまま光洗浄装置117による洗浄作業が終了されるようなどではなく、洗浄作業を実施した場合には、対物レンズOB表面の汚染状態を確実に除去することができる。

(5) また、本実施形態では、投影光学系検査装置125による汚染度測定結果が表示手段126により表示されるようになっている。そのため、洗浄作業を担当する作業者も対物レンズOBの表面汚染度を、その都度、的確に把握することができる。従って、主制御系により照射用光源116の発光制御が行われる構成でなく、作業者の手作業等により洗浄作業が実施される構成の場合にも、表示手段126の表示内容に従って的確に洗浄作業を実施することができる。

(6) また、本実施形態では、光洗浄装置117における筐体110の上部に嵌合された窓材111が筐体110に対して着脱交換可能であるため、当該窓材111が傷付いたり等した場合には簡単に新しい窓材に交換でき、光洗浄作用を良好に維持できる。

《第9実施形態》

次に、本発明の第9実施形態を第20図に基づき説明する。なお、この第9実施形態は、前記第8実施形態において光洗浄装置117にガス供給手段127を付加したものであり、その他の点では第8実施形態と同一の構成になっている。即ち、第20図には、発光部118等からなる投影光学系検査装置125が図示されていないが、本実施形態においても投影光学系検査装置125は設けられている。従って、以下ではガス供給手段127についてのみ説明することとし、第8実施形態と共通する構成部分については図面上に同一符号を付すことにして重

複した説明を省略する。

さて、第20図に示すように、本実施形態では、投影光学系PLにおける対物レンズOBの近傍にガス供給手段127が設けられている。このガス供給手段127は、図示しないオゾンガス発生装置から延設されたガス供給パイプ128と、同パイプ128に連結されて対物レンズOBを包囲するように配置されたガス吹出口129とからなり、主制御系によりオゾンガス等の酸化促進ガスのガス供給が制御されるようになっている。

即ち、主制御系は、光洗净装置117による対物レンズOB表面の光洗净に際し、照射用光源116を発光制御するとともにガス供給手段127によるガス供給を開始させる。すると、ガス吹出口129からオゾンガスが対物レンズOBの表面に向けて吹き出し、同レンズOB表面近傍の雰囲気がオゾンガスで満たされる。そして、その状態において、照射用光源116から照射光が対物レンズOBの表面に向けて照射されると、シューマン・ルンゲ吸収に基づく酸化力の強化された雰囲気下で、対物レンズOB表面に付着した有機物等が照射用光源116からの照射光により酸化分解される。

従って、本実施形態では、ガス供給手段27から供給されるオゾンガスにより対物レンズOBの表面近傍を酸化力の増したオゾンガス雰囲気にできるので、光洗净装置117による光洗净作用を促進することができる。なお、オゾンガスの発生方法には放電方式、紫外線方式など各種の方式があるが、いずれの方式でも本実施形態には適用可能である。また、ガス供給手段127により供給されるガスは対物レンズOBの表面に付着した有機物等の酸化分解促進に好適な酸化性ガスであればよく、特に、オゾンガスに限定されるものではない。

《第10実施形態》

次に、本発明の第10実施形態を第21図に基づき説明する。この第10実施形態は、前記第8実施形態において光洗净装置117にガス供給手段127及びガス回収手段130を付加したものであり、その他の点では第8実施形態と同一の構成になっている。従って、以下ではガス供給手段127及びガス回収手段130についてのみ説明し、その他の共通構成部分については重複した説明を省略する。

さて、第21図に示すように、本実施形態におけるガス供給手段127においては、図示しないオゾンガス発生装置から延設されたガス供給パイプ128がウエハステージWST内に埋設されている。そして、このガス供給パイプ128に連結されたガス吹出口129が前記筐体110の近傍においてウエハステージWST上に配置され、対物レンズOBの表面に向けてオゾンガスを吹き出すようになっている。また、ウエハステージWST上においてガス吹出口129とは筐体110を挟んで反対側となる位置には、図示しないガス回収パイプと共にガス回収手段130を構成するガス吸入口131が配置されている。

従って、本実施形態においては、ガス吹出口129からオゾンガスが吹き出すと、そのオゾンガスは層流となって対物レンズOBの表面全体に接触した後、ガス吸入口131から吸入され、その後、ガス回収パイプを介して回収される。そして、対物レンズOBの表面近傍へオゾンガスが供給されている雰囲気下において照射用光源116からの照射光に基づく光洗浄作業が行われる。そのため、本実施形態では、前記第9実施形態の場合と同様のオゾンガス雰囲気下における光洗浄促進効果に加えて、オゾンガスが層流となって対物レンズOBの表面全体に接触するので、同レンズOB表面のあらゆる箇所に付着した有機物等を万遍なく酸化分解できる。また、ガス供給パイプ128がウエハステージWST内に埋設されているため、ステージ移動時等においてパイプ128が他の部材に干渉したりするおそれも無くすことができる。

《第11実施形態》

次に、本発明の第11実施形態を第22図に基づき説明する。この第11実施形態は、前記第8実施形態において光洗浄装置117にガス供給手段127とガス回収手段130及び遮蔽手段132を付加したものであり、その他の点では第8実施形態と同一の構成になっている。従って、以下ではガス供給手段127とガス回収手段130及び遮蔽手段132についてのみ説明する。

さて、第22図に示すように、本実施形態では、光洗浄装置117による対物レンズOBの光洗浄に際して、同レンズOB表面近傍の雰囲気を外部から遮蔽する遮蔽手段132が投影光学系PLとウエハステージWSTとの間に配置される。即ち、遮蔽手段132は半割状をなす一対の隔壁133、134からなり、一方

の隔壁 133 にはガス供給パイプ 128 が貫通され、他方の隔壁 134 にはガス回収パイプ 135 が貫通されている。そして、一方の隔壁 133 の内周面側に臨むガス供給パイプ 128 の先端開口がガス吹出口 129 とされ、他方の隔壁 134 の内周面側に臨むガス回収パイプ 135 の先端開口がガス吸入口 131 とされている。

従って、本実施形態においては、隔壁 133 側のガス吹出口 129 からオゾンガスが吹き出されると、そのオゾンガスは両隔壁 133, 134 により外部と遮蔽された内部空間 136 内に充満する。そして、その状態において照射用光源 116 からの照射光に基づき対物レンズ OB の表面が光洗浄される。また、光洗浄作業中は、ガス吹出口 129 からのオゾンガス吹き出しが適宜行われる一方、ガス吸入口 131 を介して内部空間 136 に充満したオゾンガス回収が適宜行われる。そのため、本実施形態では、前記第 9、第 10 実施形態の場合と同様のオゾンガス雰囲気下における光洗浄促進効果に加えて、オゾンガス雰囲気を対物レンズ OB の表面近傍へ確実に形成できるので、より一層、光洗浄効果を促進することができる。

《第 12 実施形態》

次に、本発明の第 12 実施形態を第 23 図に基づき説明する。この第 12 実施形態も、前記第 8 実施形態において光洗浄装置 117 にガス供給手段 127 とガス回収手段 130 及び遮蔽手段 132 を付加したものであり、その他の点では第 8 実施形態と同一の構成になっている。従って、以下ではガス供給手段 127 とガス回収手段 130 及び遮蔽手段 132 についてのみ説明する。

さて、第 23 図に示すように、本実施形態では、ウェハステージ WST 内にガス供給手段 127 のガス供給パイプ 128 及びガス回収手段 130 のガス回収パイプ 135 が埋設されている。そして、ガス供給パイプ 128 の先端開口がガス吹出口 129 として筐体 110 の近傍においてウェハステージ WST 上に露出し、このガス吹出口 129 とは筐体 110 を挟んで反対側となる位置にガス回収パイプ 135 の先端開口がガス吸入口 131 として露出している。また、投影光学系 PL とウェハステージ WSTとの間には、ガス吹出口 129 及びガス吸入口 131 よりも外側に位置して対物レンズ OB 表面近傍の雰囲気を外部から遮蔽する遮

蔽手段 132 が設けられている。なお、本実施形態においても、遮蔽手段 132 は半割状をなす一対の隔壁 133, 134 により構成されている。

従って、本実施形態においても、前記第 11 実施形態の場合と同様の効果を発揮できるとともに、ガス供給パイプ 128 及びガス回収パイプ 135 がウエハステージ WST 内に埋設されているため、ステージ移動時等において各パイプ 128, 135 が他の部材に干渉したりするおそれも無くすことができる。

なお、前記第 8～第 12 の各実施形態は、以下のように変更して具体化してもよい。

前記第 8～第 12 実施形態では、光洗浄時における照射用光源 116 からの照射光の照射領域を対物レンズ OB のウエハステージ WST 側表面全体としたが、これを投影露光時における露光光の照射領域のみとしてもよい。この場合には、ウエハステージ WST 上に埋設される筐体 110 の大きさを小型化できるため、アライメント用マーク等が形成されるウエハステージ WST 上のスペースに裕度を持たせることができる。

前記第 8～第 12 実施形態では、投影光学系 PL の対物レンズ OB 直下に筐体 110 の窓材 111 が対応する位置でウエハステージ WST を停止状態とし、その停止状態において対物レンズ OB の表面を光洗浄する構成としたが、光洗浄装置 117 による光洗浄中に投影光学系 PL に対してウエハステージ WST を相対移動させる構成としてもよい。この場合には、光洗浄時における照射用光源 116 からの照射光の照射領域を更に狭くすることができるので、より一層、ウエハステージ WST 上のスペースに裕度を持たせることができる。

前記第 8～第 12 実施形態では、主制御系の制御に基づき投影光学系検査装置 125 は光洗浄装置 117 による光洗浄作業中に一定間隔タイミングで繰り返し汚染度測定を行う構成としたが、投影光学系検査装置 125 による汚染度測定は洗浄作業実施前に一回だけ行われる構成としてもよい。この場合には、洗浄による汚染状態の除去具合の良否判断をできないことになるが、主制御系による投影光学系検査装置 125 の制御内容を簡略化することができる。

前記第 8～第 12 実施形態では、光洗浄装置 117 の照射用光源 116 として ArF エキシマレーザを用いたが、シューマン・ルング吸収を引き起こす波長 2

0 0 nm以下の紫外光を発するものであれば、例えば波長 1 7 2 nmの光を発するキセノン系ランプ、波長 1 5 7 nmの光を発する F₂ レーザ、軟X線等の E U V L 等でもよい。即ち、このようにすれば、装置設計の自由度が拡がる。

前記第 8 ~ 第 1 2 実施形態では、光洗净装置 1 1 7 の照射用光源 1 1 6 をウエハステージ W S T とは別の位置に設けたが、第 2 4 図に示すように、照射用光源 1 1 6 をウエハステージ W S T 上の筐体 1 1 0 内に設置してもよい。この場合には、光ファイバ等の導光部材が不要となるため、その分、装置構成が簡略化でき、コスト低減を図ることができる。

前記第 8 ~ 第 1 2 実施形態では、実反射率 R_r と対比される所定反射率 R_o として、本装置完成時に測定された対物レンズ O B 表面の光反射率を用いているが、装置組立前における対物レンズ O B 単体の規格上の光反射率を所定反射率 R_o としてもよい。即ち、対物レンズ O B の表面が、その光学特性に影響を与えるほど汚染されていないと想定される状態時の光反射率ならば、前記所定反射率 R_o として使用可能である。

前記第 8 ~ 第 1 2 実施形態では、光洗净装置 1 1 7 の照射用光源 1 1 6 から照射される照射光を使用して投影光学系 P L の対物レンズ O B 表面を光洗净しているが、作業者がレンズ O B 表面を払拭洗净するなど手作業により洗净作業を実施してもよい。また、前記第 1 1 、第 1 2 実施形態においては、遮蔽手段 1 3 2 を構成する隔壁 1 3 3 、 1 3 4 を光洗净作業を実施する度毎に作業者が組み付け設置する構成としてもよく、図示しない駆動手段の駆動により投影光学系 P L の鏡筒内又はウエハステージ W S T 内から出没するように構成してもよい。

前記第 8 ~ 第 1 2 実施形態では、露光用光源 1 とは別に光洗净装置 1 1 7 の照射用光源 1 1 6 を設けているが、露光用光源 1 がシューマン・ルンゲ吸収を引き起こす波長 2 0 0 nm以下の紫外光を発するものであれば、これを光洗净に使用する照射用光源として兼用してもよい。即ち、露光用光源 1 からの照明光 I L を光ファイバ等の導光部材によりウエハステージ W S T 上の筐体 1 1 0 内まで導き、前記各実施形態の場合と同様に、ミラー 1 1 2 によって対物レンズ O B の表面に向け照射するように構成すればよい。この場合には、投影露光装置全体として具備する光源の数が節約できるので、その分、装置コストを低減することができる。

また、露光用光源1を光洗浄の照射用光源として兼用する場合には、第25図に示すように、ウェハステージWST上に反射鏡137を載置固定し、この反射鏡137を露光用光源1からの照射光により投影光学系PLを介して照射するようにもよい。即ち、反射鏡137が投影光学系PLにおける対物レンズOB直下に位置するようにウェハステージWSTを移動させ、その状態において露光用光源1を発光させる。すると、対物レンズOBの表面は、投影光学系PL内を透過した露光用光源1からの照明光ILと反射鏡137からの反射光との双方の光によって光洗浄されることになる。

従って、この場合には、直接的な照射光ばかりでなく間接的な反射光も利用するため、光洗浄の効率をより一層高めることができる。また、ウェハステージWST上には反射鏡137を載置固定するだけでよく、筐体110等の部材構成も不要とできるため、より一層、装置コストを低減することができる。

なお、露光用光源1からの照明光ILを光ファイバ等の導光部材を用いて発光部118まで導き、この照明光ILが対物レンズOB表面により反射された反射光に基づき光反射率を求めるようにもよい。このようにすれば、投影露光装置全体として具備する光源の数がより一層節約できるので、その分、装置コストを低減することができる。

前記第8～第12実施形態では、投影光学系検査装置125の発光部118からの照射光を対物レンズOBの表面に向けて照射し、その反射光に基づいて得た実反射率R_rから同レンズOB表面の汚染度を測定しているが、同レンズOBを透過する透過光に基づき汚染度を測定するようにもよい。

即ち、この場合には、発光部118をその照射光が対物レンズOBを透過するように配置する一方、同レンズOBを透過した透過光を受光する位置に第1の受光部120を配置する。また、発光部118と対物レンズOBとの間ににおいて、発光部118からの照射光の光路上には分岐ミラー119を配置し、このミラー119からの分岐光を受光する位置に第2の受光部121を配置する。そして、両受光部120、121から出力された光電信号に基づき対物レンズOBの光透過率を測定制御系122の演算部123により実透過率として演算し、この実透過率と予め記憶部124が記憶している所定透過率との対比結果から汚染度を測

定する。このようにしても、前記各実施形態と同様の効果を得ることができる。

前記第8～第12実施形態では、マスクと基板とを静止した状態でマスクのパターンを露光し、基板を順次移動させるステップアンドリピート型の投影露光装置に具体化したが、投影露光装置としては、マスクと基板とを同期移動してマスクのパターンを露光する走査型の投影露光装置にも適用可能である。また、露光装置の種類としては、半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも適用可能である。

なお、第8実施形態から第12実施形態で説明した、汚れ測定装置、清掃装置（光洗浄装置）は、第1実施形態から第7実施形態と組み合わせることも可能であり、また、各装置を組み替えることも可能である。即ち、第14図の汚れ測定装置を第19図の汚れ測定装置に置き換えたり、第14図の清掃装置を第19図の光洗浄装置に置換えることができる。

本発明の露光装置として、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。また、光源としては、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）のみならず、F₂レーザ（157nm）を用いることができる。投影光学系の倍率は縮小系のみならず等倍及び拡大系のいずれでもよい。投影光学系としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や萤石などの遠紫外線を透過する材料を用いることが望ましい。光源としてF₂レーザやX線を用いる場合は反射屈折系の光学系にすればよい（レチクルも反射型タイプのものを用いる。）

複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウェハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより本実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及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。

半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステ

ップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

産業上の利用可能性

以上、詳細に説明したように、請求項1～16の投影露光装置によれば、転写に先立ち、前回までの転写によって、基板の被露光面の近くに配置された光学部材に付着した感光剤等の汚れを清掃することにより、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるという従来にない優れた効果がある。

請求項8の発明によれば、洗浄内容にバラツキが生じるおそれを回避できる。

請求項9の発明によれば、請求項8の発明の効果に加えて、酸化促進ガスが満たされた雰囲気下で光学部材表面の光洗浄を実施できるので、光洗浄作用を促進することができる。

請求項10の発明によれば、請求項9の発明の効果に加えて、前記光学部材表面の近傍に酸化促進ガスの雰囲気を確実に形成できるので、より一層、光洗浄作用を促進することができる。

請求項11の発明によれば、請求項8～10のうちいずれか一項の発明の効果に加えて、窓材により光洗浄装置を保護することができるとともに、窓材が不良となった場合には簡単に当該窓材を交換できるので、光洗浄効果を良好に維持することができる。

請求項16の発明によれば、測定手段の測定結果に基づき、洗浄前にあっては、投影光学系の洗浄タイミングを把握できるとともに、洗浄後にあっては、当該洗浄に基づく汚れ除去具合を把握して不完全洗浄を防止することができる。

また、請求項17～25の投影露光装置によれば、転写に先立ち、前回までの転写によって、基板の被露光面の近くに配置された光学部材に付着した感光剤等の汚れを測定し、必要に応じて光学部材の清掃あるいは交換をすることができるので、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるとともに、生産性を向上できるという従来にない優れた効果がある。

請求項 2 1 の発明によれば、請求項 1 6 の発明の効果に加えて、光学部材表面の光反射率又は光透過率に基づき汚染度を測定しているので、その測定結果から投影光学系の光学特性に変化を与えるおそれのある汚染状態の有無を容易に把握することができる。

請求項 2 2 の発明によれば、請求項 2 1 の発明の効果に加えて、汚染度測定に際しての判断基準が明確かつ客観的であるので、測定結果に対する信頼性を向上することができる。

請求項 2 3 の発明によれば、請求項 2 2 の発明の効果に加えて、例えば、光学部材表面の洗浄作業実施中に前記汚染度測定を繰り返し行うことにより、当該洗浄作業に基づく汚れ除去具合の進行変化を把握することができる。

また、請求項 2 6 ~ 2 9 の投影露光装置によれば、基板の近くに配置された光学部材と基板との間の気体を流動させることにより、汚れ原因物質の光学部材への到達を防止するので、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるとともに、生産性を向上できるという従来にない優れた効果がある。

また、請求項 1 2 , 1 9 , 2 8 に記載の投影露光装置によれば、転写時における汚れ原因物質の付着による、露光用の照明光の光路上であって基板の最も近くに配置される投影光学系を構成する光学部材の汚れを心配する必要がなくなるとともに、投影光学系を基板の近づけた投影光学系の設計が可能となるので、より高開口数の投影光学系の実現が簡単にできるという従来にない優れた効果がある。

また、請求項 1 4 , 2 0 , 2 9 の投影露光装置によれば、感光剤等が付着しやすい、基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材を清掃、汚れ測定、又は汚れ防止の対象とするので、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるという従来にない優れた効果がある。

また、請求項 3 0 ~ 3 2 , 3 4 の投影露光方法によれば、まず、清掃工程を実行し、前回までの転写によって基板の被露光面の近くに配置された光学部材に付着した感光剤等の汚れを清掃して、基板対向面を清浄とした後、転写ステップを実行するので、光学部材の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるという従来にない優れた効果がある。

また、請求項 3 3 , 3 5 の投影露光方法によれば、転写の実行に先立って、ま

ず、汚れ測定工程を実行して光学部品の汚れを測定し、判断工程で、測定結果に基づいて転写を実行するか否かを判断するので、光学部材の基板対向面の汚れが少なくなり、露光精度を向上できるとともに、生産性を向上できるという従来にない優れた効果がある。

また、請求項 3 6～3 8 の投影露光装置を組み立てる方法によれば、光学部材清掃装置や汚れ測定装置を組み込んだ前述の投影露光装置を組み立てることができる。

請求の範囲

1. マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置において、所定位置に配置された光学部材を清掃する清掃装置を設けたことを特徴とする投影露光装置。
2. 請求項1に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記基板を保持するステージ上に設置されることを特徴とする投影露光装置。
3. 請求項2に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記ステージ上に設けられた上下動駆動装置に載置されることを特徴とする投影露光装置。
4. 請求項1に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記基板を保持するステージとは異なる移動機構に搭載されることを特徴とする投影露光装置。
5. 請求項4に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記光学部材の清掃対象部分を洗浄用溶液に浸して超音波洗浄する超音波洗浄器を備えることを特徴とする投影露光装置。
6. 請求項4に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記光学部材の基板対向面と接触して前記基板対向面を清掃する清掃用部材を備えることを特徴とする投影露光装置。
7. 請求項4に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記光学部材の基板対向面に清掃用溶液を吹き付ける溶液発射器を備えることを特徴とする投影露光装置。
8. 請求項1に記載の投影露光装置において、
前記清掃装置は、前記光学部材表面に対して光洗浄効果を有する照射光を照射する光洗浄装置を備えることを特徴とする投影露光装置。
9. 請求項8に記載の投影露光装置において、
前記光洗浄装置は前記光学部材表面の近傍に酸化促進ガスを供給するガス供給装置を備えることを特徴とする投影露光装置。

10. 請求項 9 に記載の投影露光装置において、

前記光洗净装置は、前記照射光の光路を含んで前記光学部材表面近傍の雰囲気を外部から遮蔽する遮蔽部材とを備えることを特徴とする投影露光装置。

11. 請求項 8 に記載の投影露光装置において、

前記光洗净装置は、前記光学部材に対して交換可能な窓材を通して前記照射光を照射するものであることを特徴とする投影露光装置。

12. 請求項 1 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、露光用の照明光の光路上であって、前記基板の最も近くに配置された光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

13. 請求項 1 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、前記投影光学系を構成する複数の光学素子のうち、前記基板に最も近い光学素子であることを特徴とする投影露光装置。

14. 請求項 1 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、前記基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

15. 請求項 1 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を有することを特徴とする投影露光装置。

16. 請求項 15 に記載の投影露光装置において、

前記清掃装置は、前記汚れ測定装置の測定結果に基づいて、前記光学部材の清掃の要否を判別する判別器を有することを特徴とする投影露光装置。

17. マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置において、

所定位置に配置された光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を設けたことを特徴とする投影露光装置。

18. 請求項 17 に記載の投影露光装置において、

前記汚れ測定装置は、

前記光学部材に光を照射する照射光学系と；

前記光学部材からの光を検出する光検出器と；

前記光検出器の検出結果に基づいて前記光学部材の汚れを測定する汚れ測定処理器とを備えることを特徴とする投影露光装置。

19. 請求項 17 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、露光用の照明光の光路上であって、前記基板の最も近くに配置された光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

20. 請求項 17 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、前記基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

21. 請求項 18 に記載の投影露光装置において、

前記測定装置は、前記光学部材表面で反射する反射光の反射率又は前記光学部材表面を透過した透過光の透過率を測定し、その測定結果に基づき前記光学部材表面の汚染度を測定することを特徴とする投影露光装置。

22. 請求項 21 に記載の投影露光装置において、

前記測定装置は、予め設定した所定反射率又は所定透過率と実際に測定した実反射率又は実透過率との対比結果に基づいて前記光学部材表面の汚染度を測定するものであることを特徴とする投影光学系検査装置。

23. 請求項 22 に記載の投影露光装置において、

前記測定装置は、前記光学部材表面で反射する反射光の反射率又は前記光学部材表面を透過した透過光の透過率を測定し、所定タイミングで照射された照射光に基づいて、当該照射光が前記光学部材表面により反射された後又は当該光学部材表面を透過した後に受光された光電信号と、当該照射光が前記光学部材表面を介すことなく受光された光電信号との対比結果から前記実反射率又は実透過率を測定するものである投影光学系検査装置。

24. 請求項 17 に記載の投影露光装置において、

前記光学部材を清掃する清掃装置を備えることを特徴とする投影露光装置。

25. 請求項 24 に記載の投影露光装置において、

前記清掃装置は、前記光学部材の表面に光洗浄効果を有する照射光を照射する光洗浄装置を備えることを特徴とする投影露光装置。

26. マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投

影露光装置であって、前記基板の露光面の近くに配置された光学部材と前記基板との間で気体を流動させて、前記基板から発生する異物が前記光学部材に到達するのを防止する汚れ防止装置を設けたことを特徴とする投影露光装置。

27. 請求項26に記載の投影露光装置において、

前記汚れ防止装置は、

前記基板対向面付近に前記気体の流動経路を設定する流動経路設定部材と；

前記流動経路設定部材によって設定された流動経路へ前記気体を供給する気体供給器とを備えることを特徴とする投影露光装置。

28. 請求項27に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、露光用の照明光の光路上であって、前記基板の最も近くに配置された光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

29. 請求項27に記載の投影露光装置において、

前記光学部材は、前記基板を位置合わせするための光学系の先端部の光学部材であることを特徴とする投影露光装置。

30. マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投影露光方法であって、

所定位置に配置された光学部材の汚れを清掃する清掃工程と；

前記光学部材の清掃後に、前記マスクに形成されたパターンを、前記投影光学系を介して前記基板上に転写する転写工程とを含むことを特徴とする投影露光方法。

31. 請求項30に記載の投影露光方法において、

前記光学部材は、露光用の照明光の光路上であって、前記基板の最も近くに配置された光学部材であることを特徴とする投影露光方法。

32. 請求項30に記載の投影露光方法において、

前記清掃工程に先立って実行される、前記光学部材の汚れと転写回数との関係を測定し、前記光学部材の基板対向面が清浄な状態から所定の許容できない汚れに達するまでの露光回数である限界転写回数を評価する汚れ評価工程を更に含み、

前回の前記清掃工程の実行以後における転写の回数が前記限界転写回数に達する前に、前記清掃工程を実行することを特徴とする投影露光方法。

33. マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投

影露光方法であつて、

所定位置に配置された光学部材の汚れを測定する汚れ測定工程と；
前記測定工程で得られた測定結果に基づいて、転写を実行するか否かを判断する
判断工程とを含む投影露光方法。

3 4．請求項 3 0 に記載の投影露光方法において、

前記清掃工程は、前記光学部材に付着した汚れに対して、光洗净効果を有する
照射光を照射することを特徴とする投影露光方法。

3 5．請求項 3 3 に記載の投影露光方法において、

前記測定工程で得られた測定結果に基づいて、前記光学部材の汚れを清掃する
工程をさらに含むことを特徴とする投影露光方法。

3 6．マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して基板上に転写する投
影露光装置を組み立てる方法において、

所定位置に配置された光学部材を清掃する清掃装置を、前記投影露光装置に供
給することを特徴とする組立て方法。

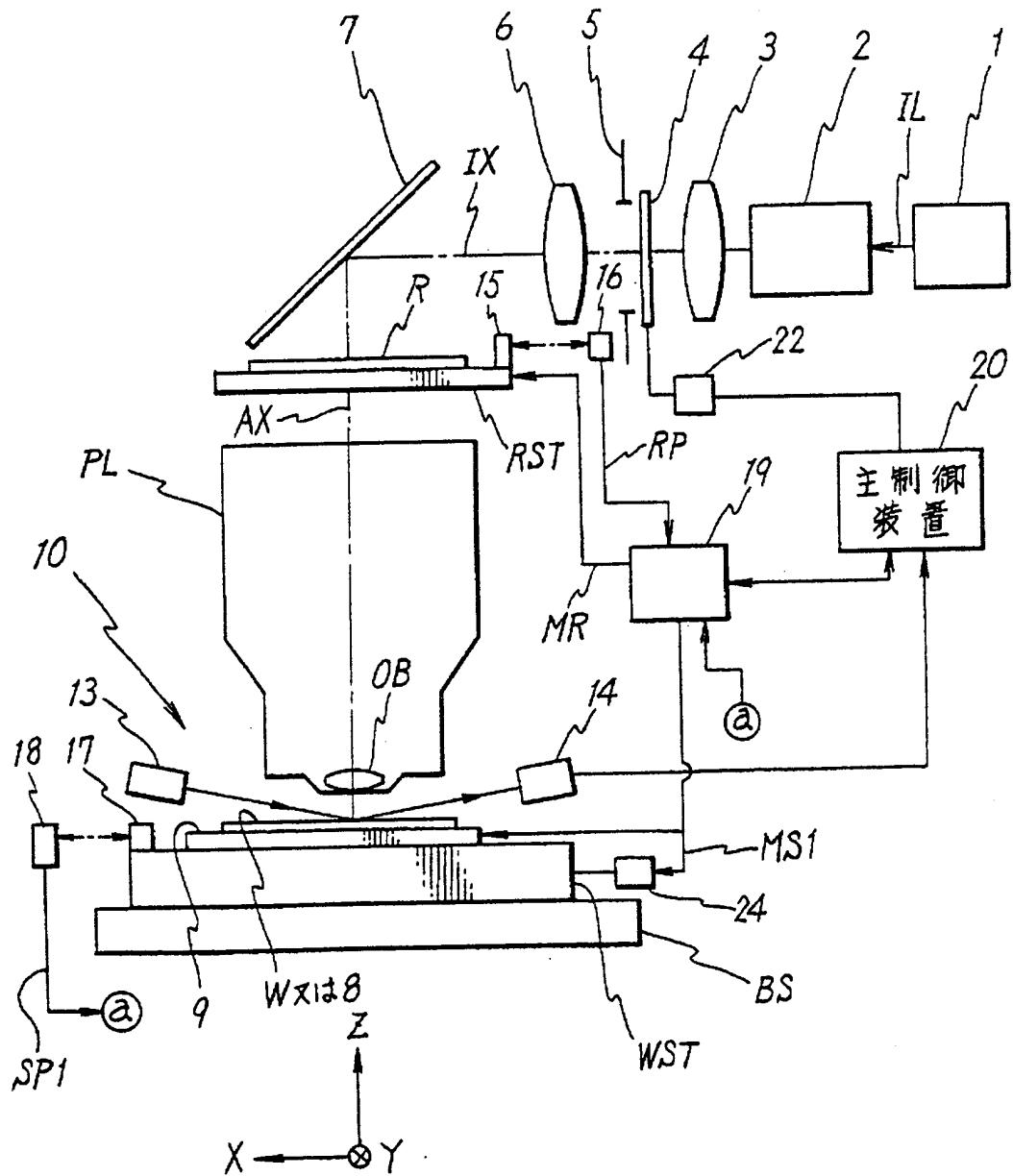
3 7．請求項 3 6 に記載の方法において、

前記清掃装置は、前記光学部材に付着した汚れに対して、光洗净効果を有する
照射光を照射する光洗净装置であることを特徴とする組立て方法。

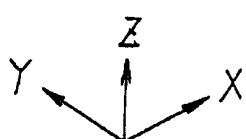
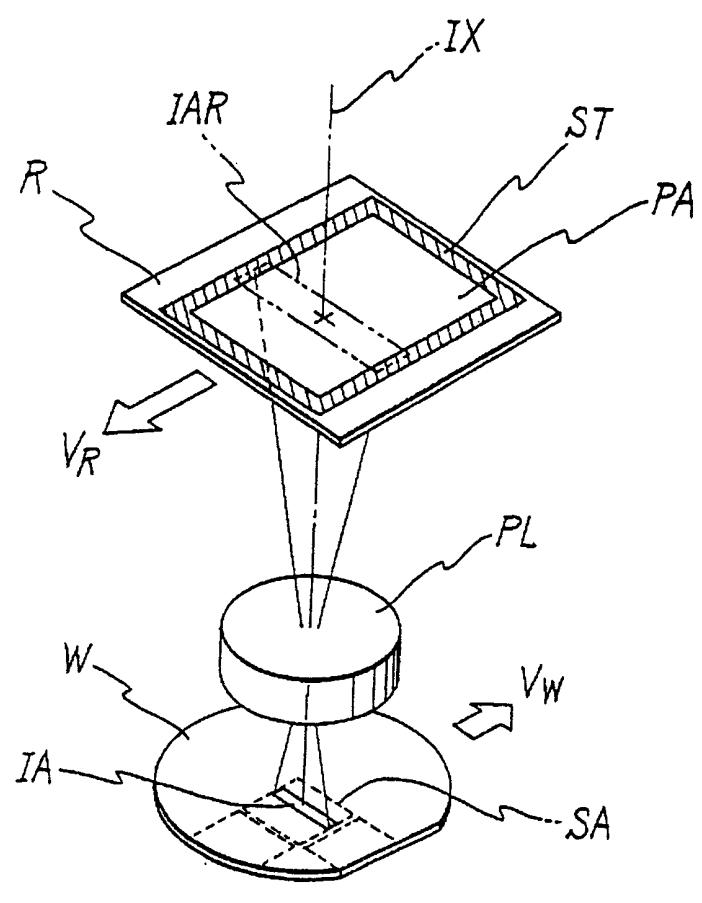
3 8．請求項 3 7 に記載の方法において、

前記光学部材の汚れを測定する汚れ測定装置を、前記投影露光装置にさらに供
給することを特徴とする組立て方法。

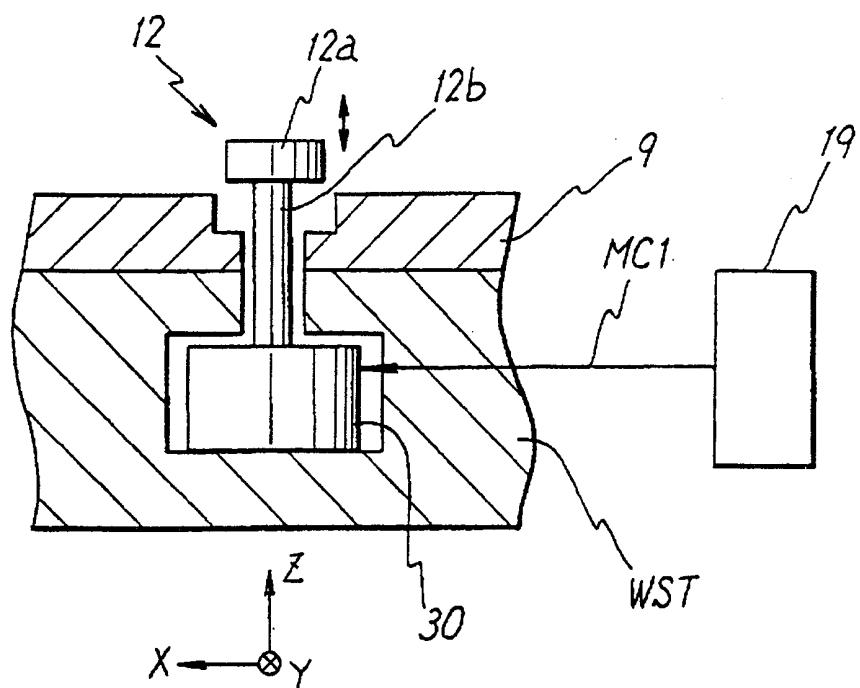
第1図



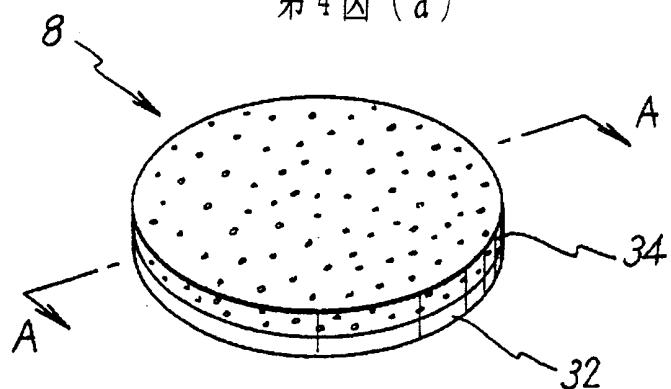
第2図



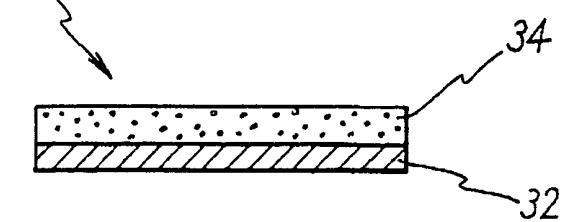
第3図



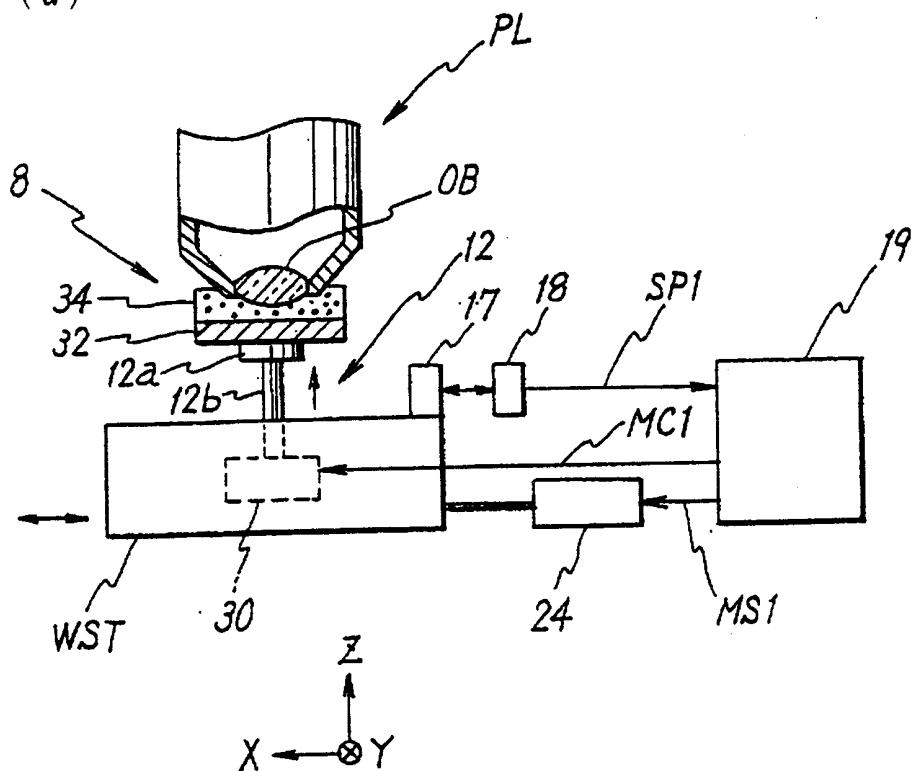
第4図(a)



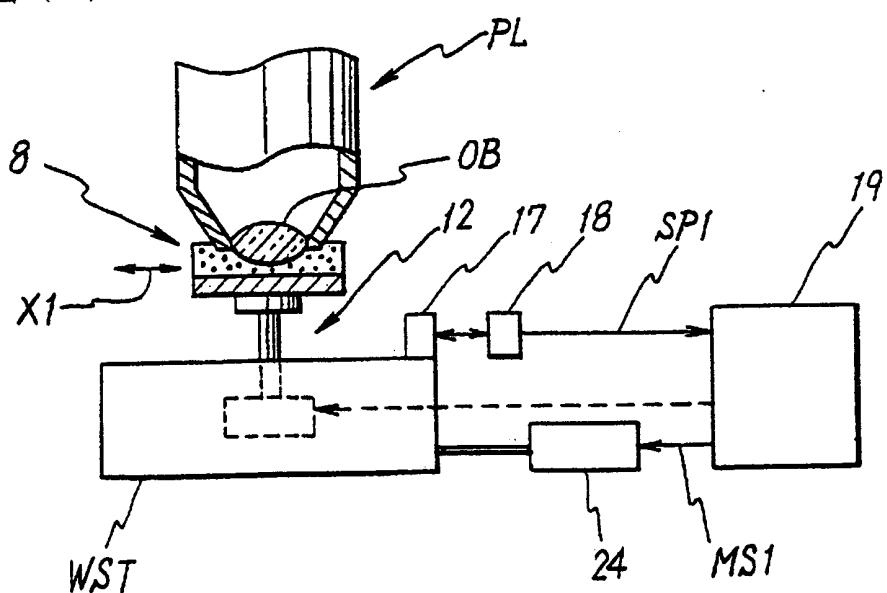
第4図(b)



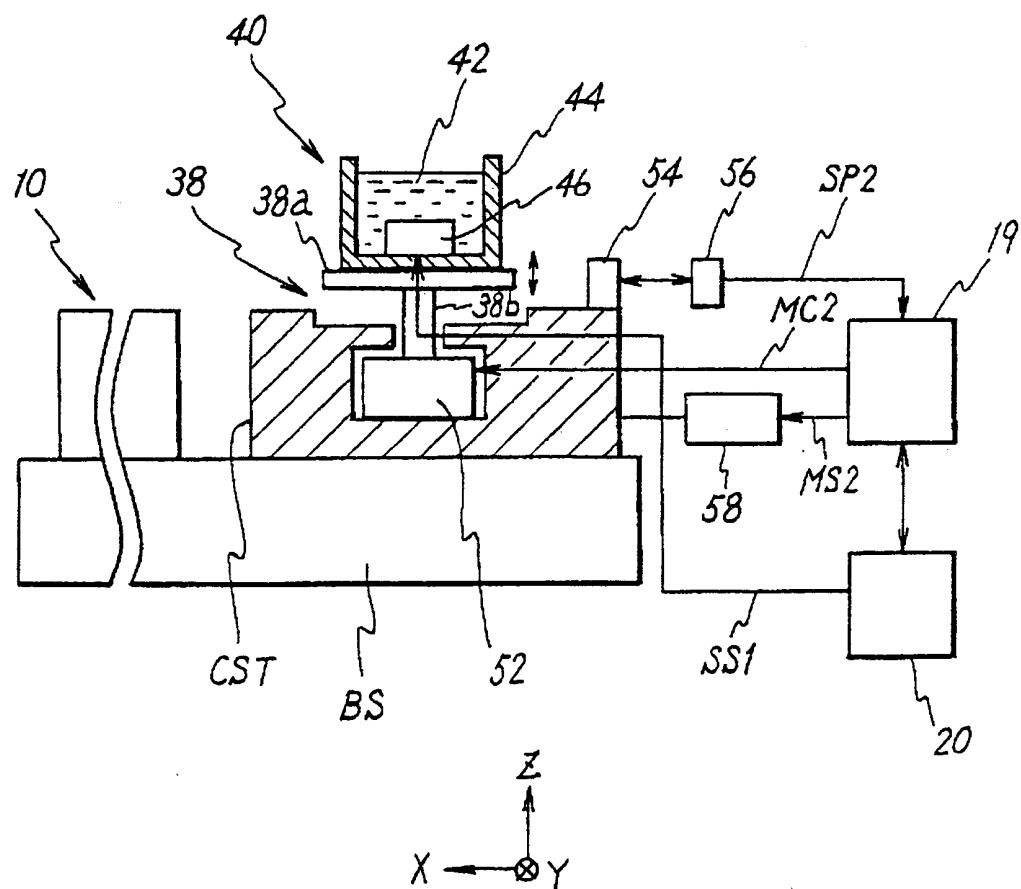
第5図 (a)



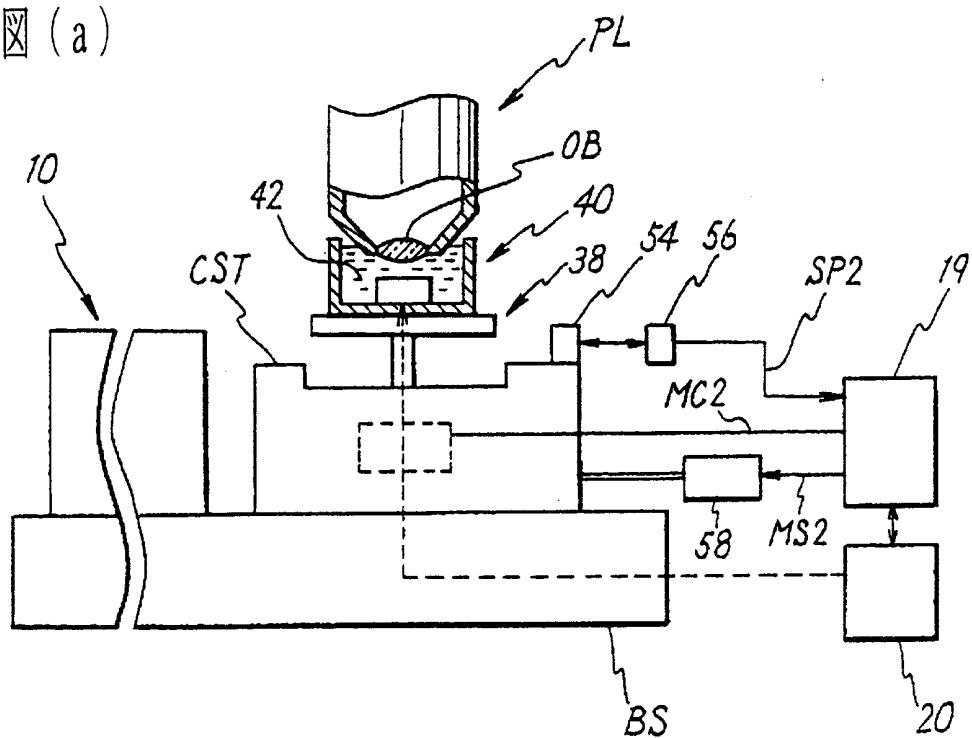
第5図 (b)



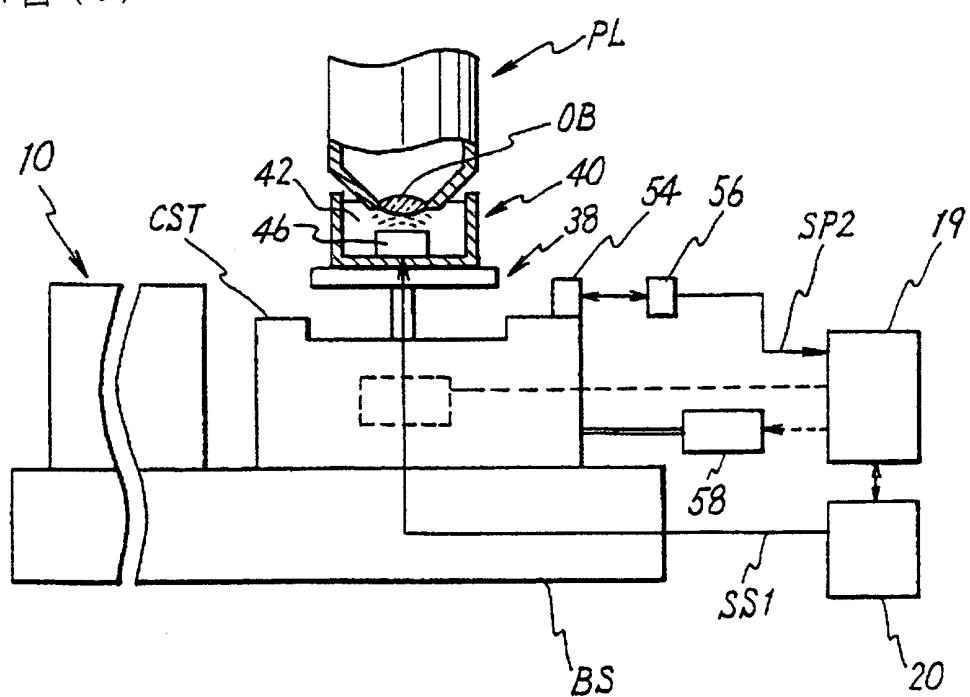
第6図



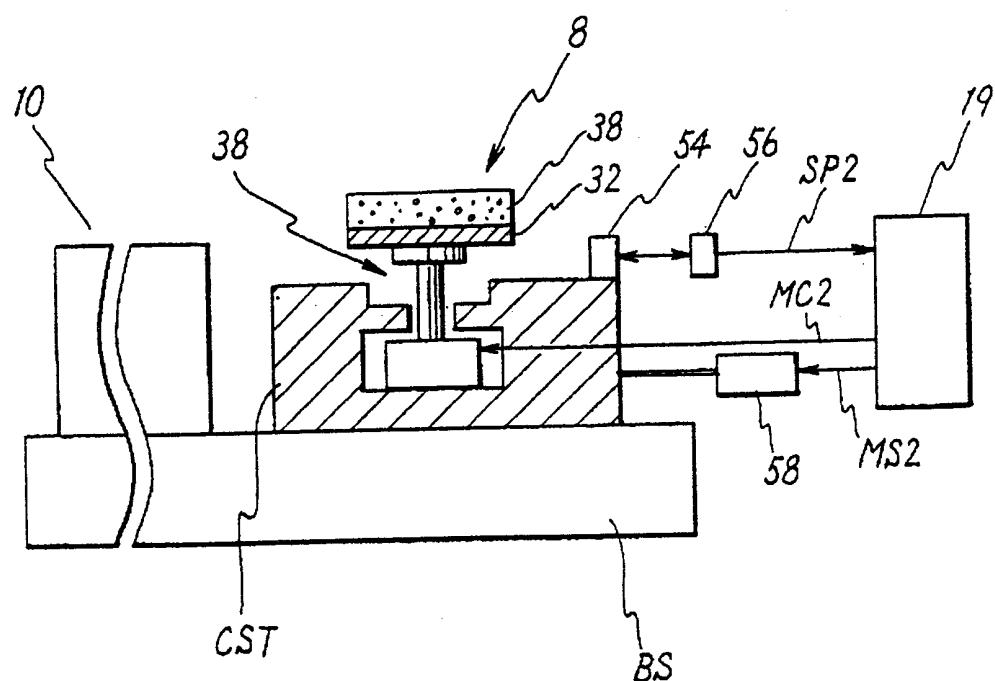
第7図 (a)



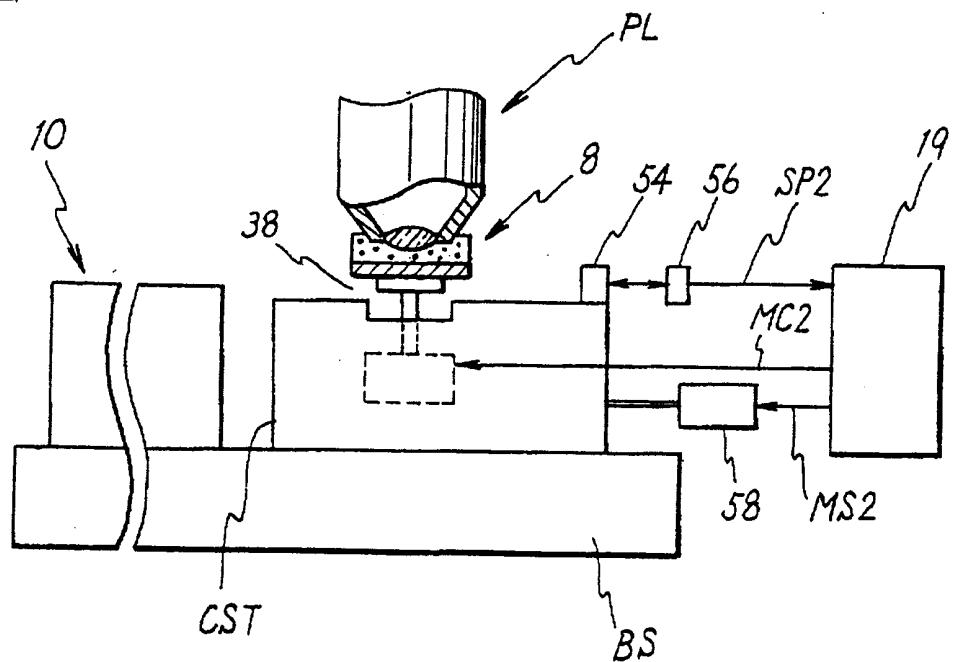
第7図 (b)



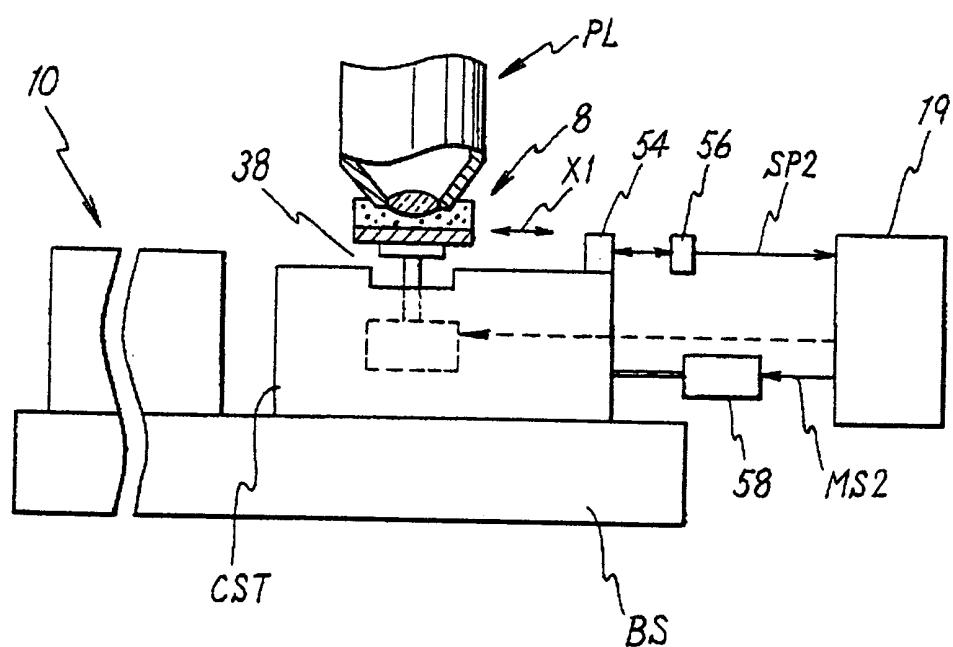
第8図



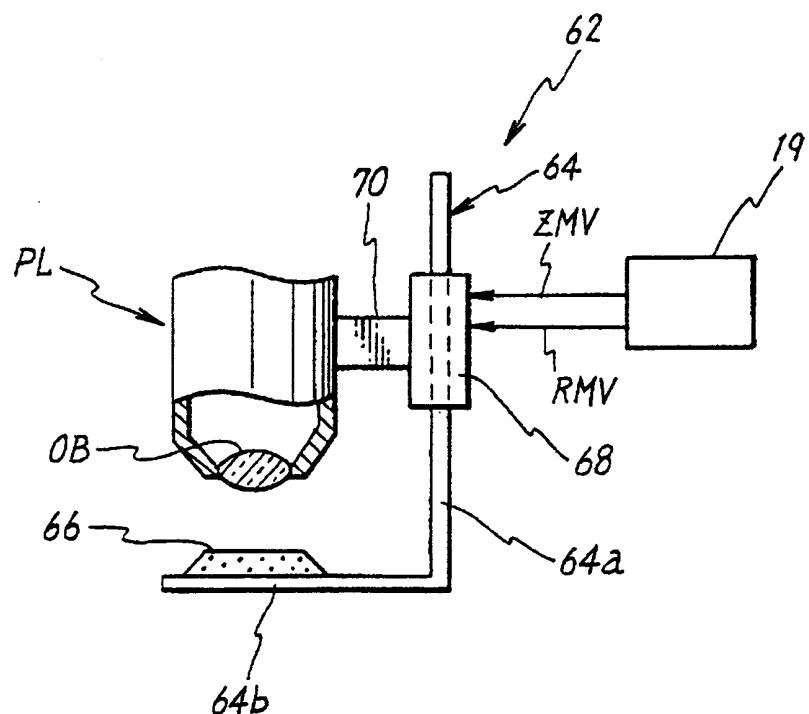
第9図 (a)



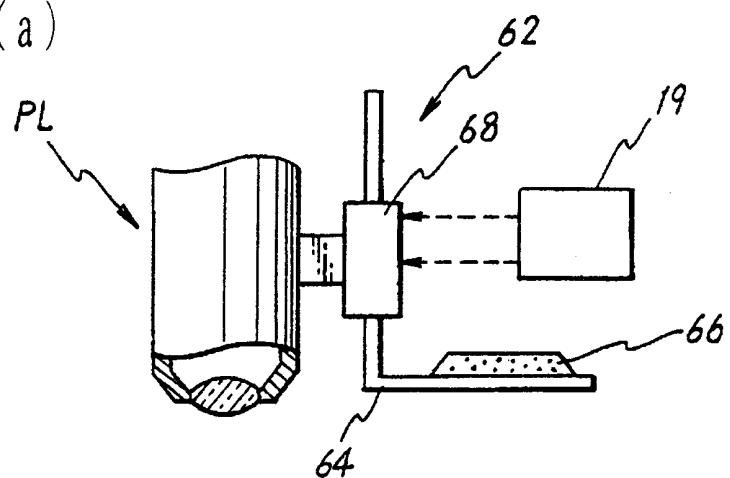
第9図 (b)



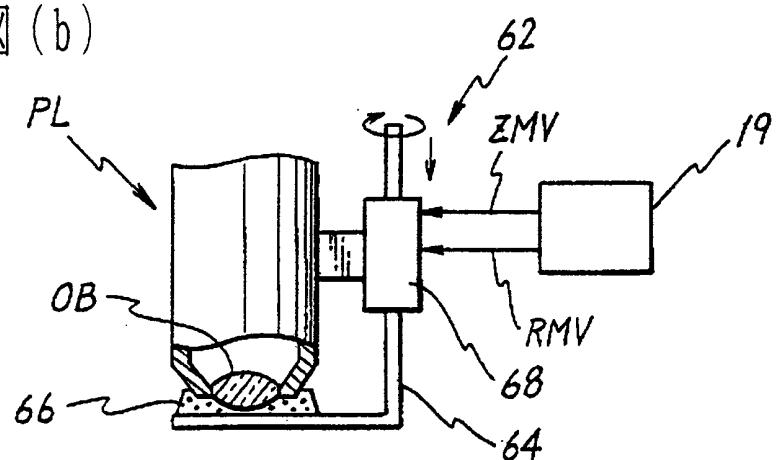
第10図



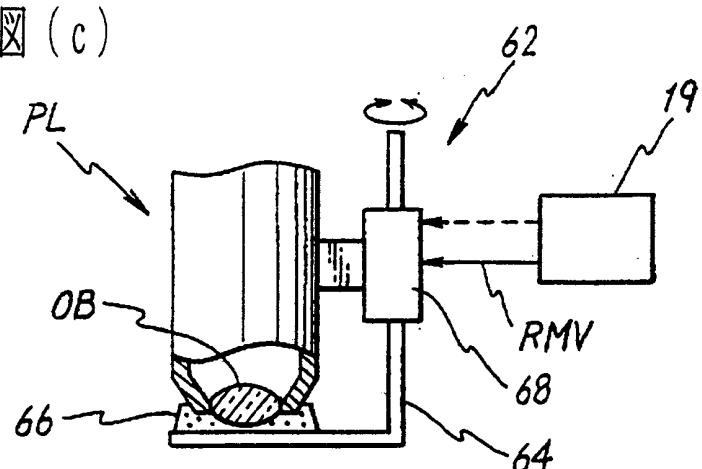
第11図(a)



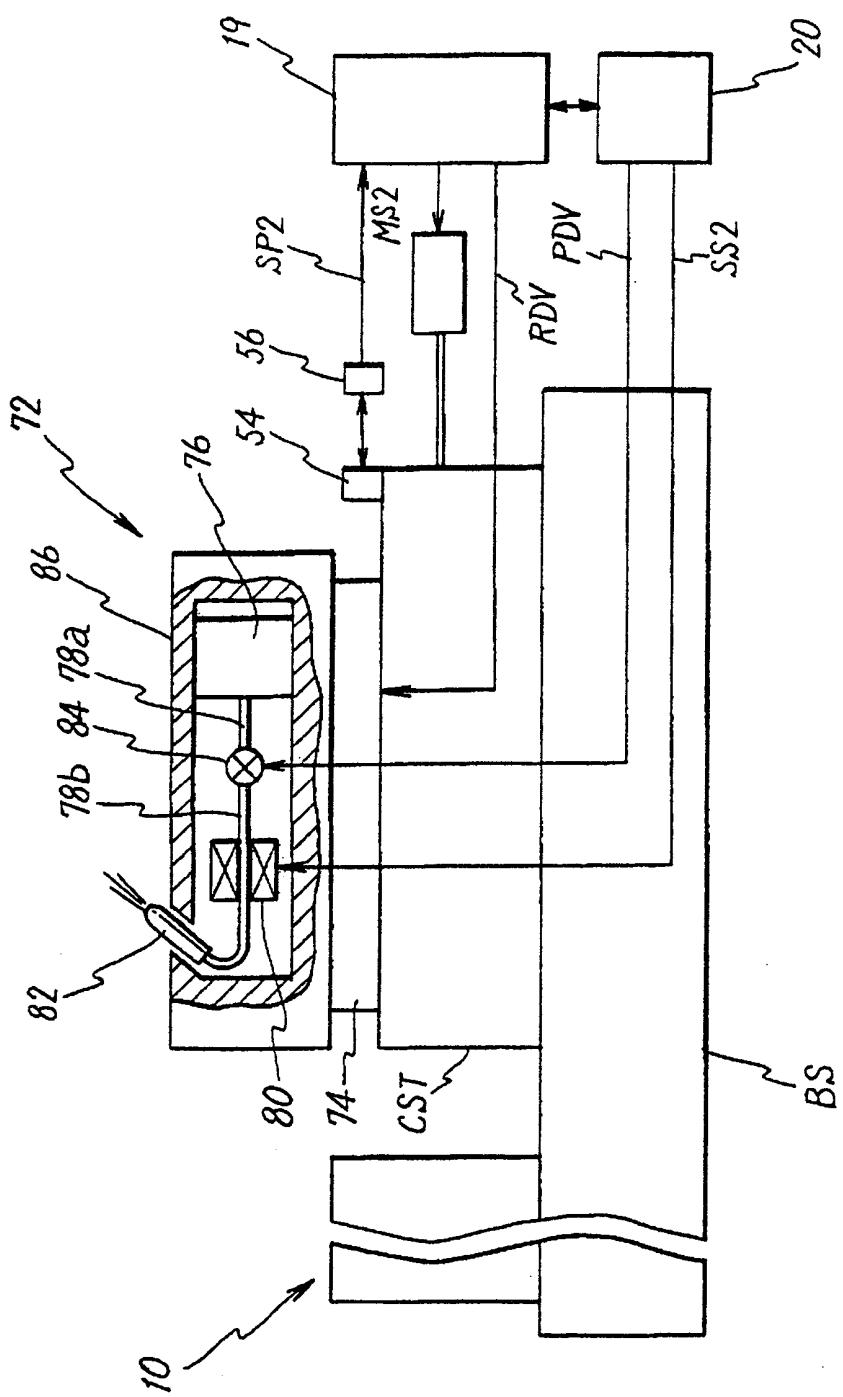
第11図(b)



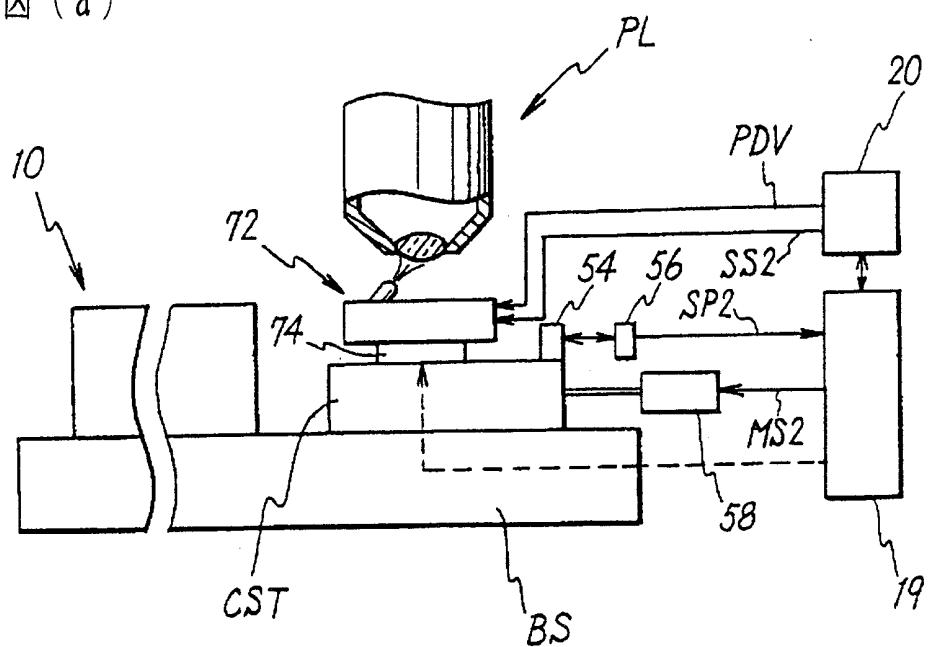
第11図(c)



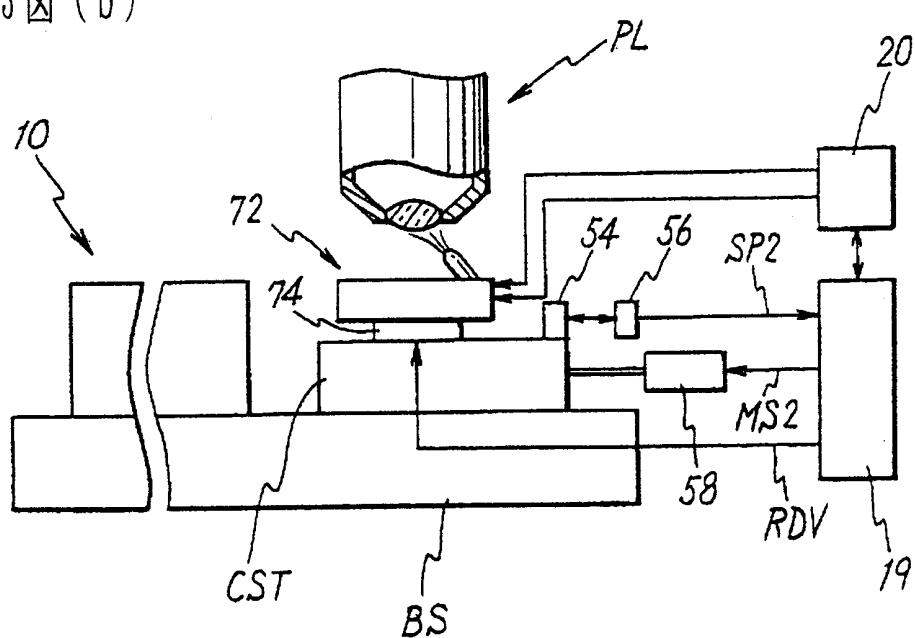
第12図



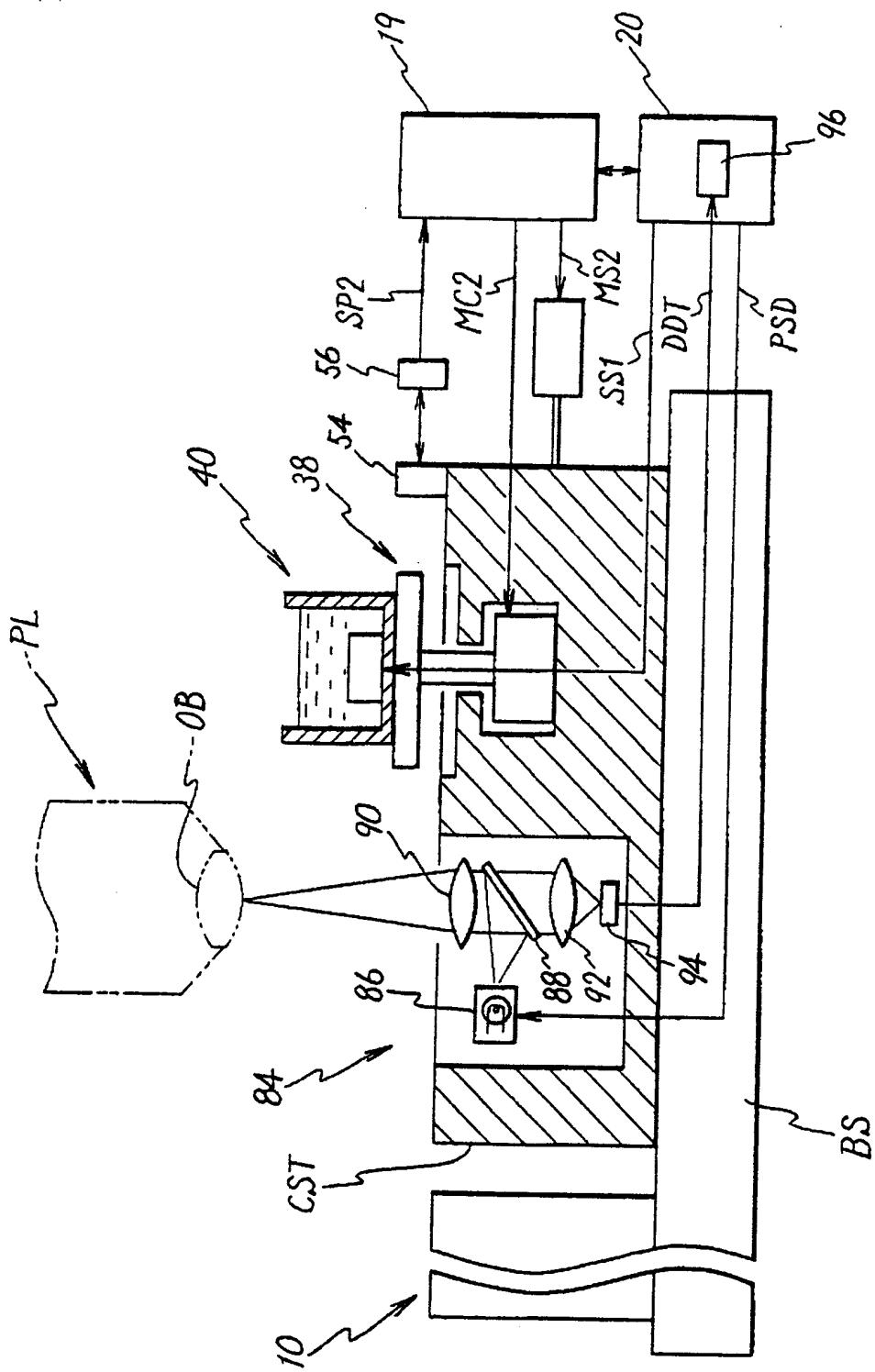
第13図 (a)



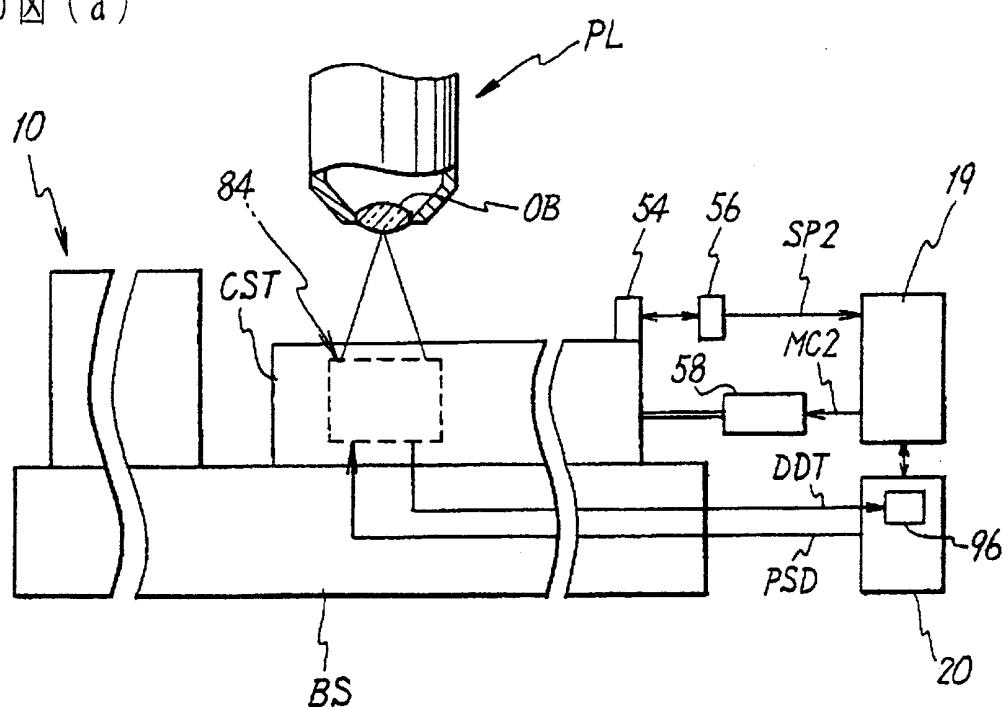
第13図 (b)



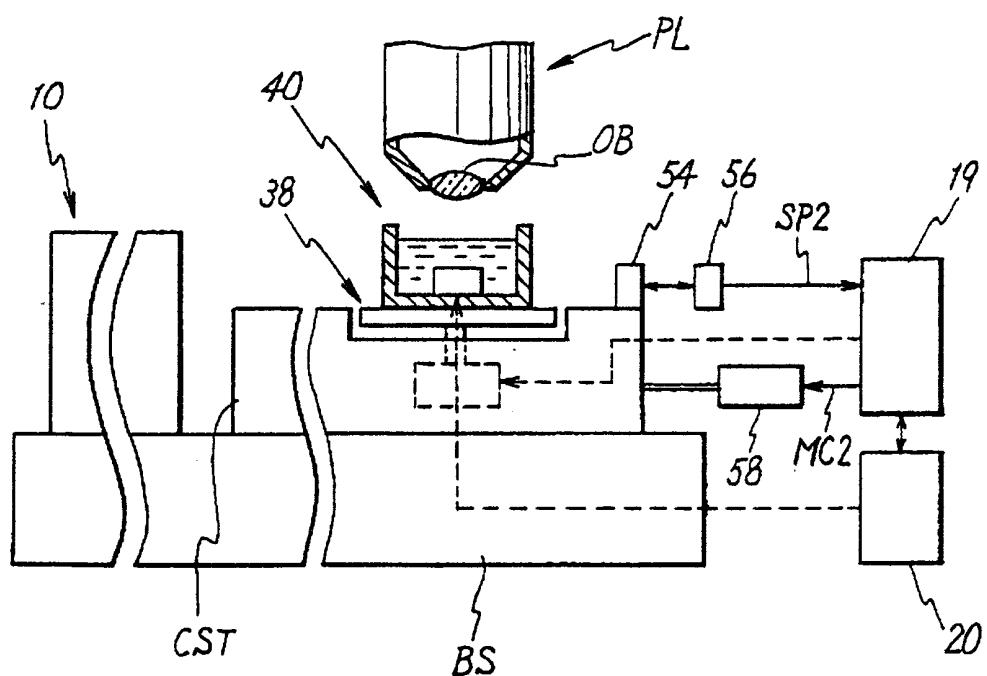
第14回



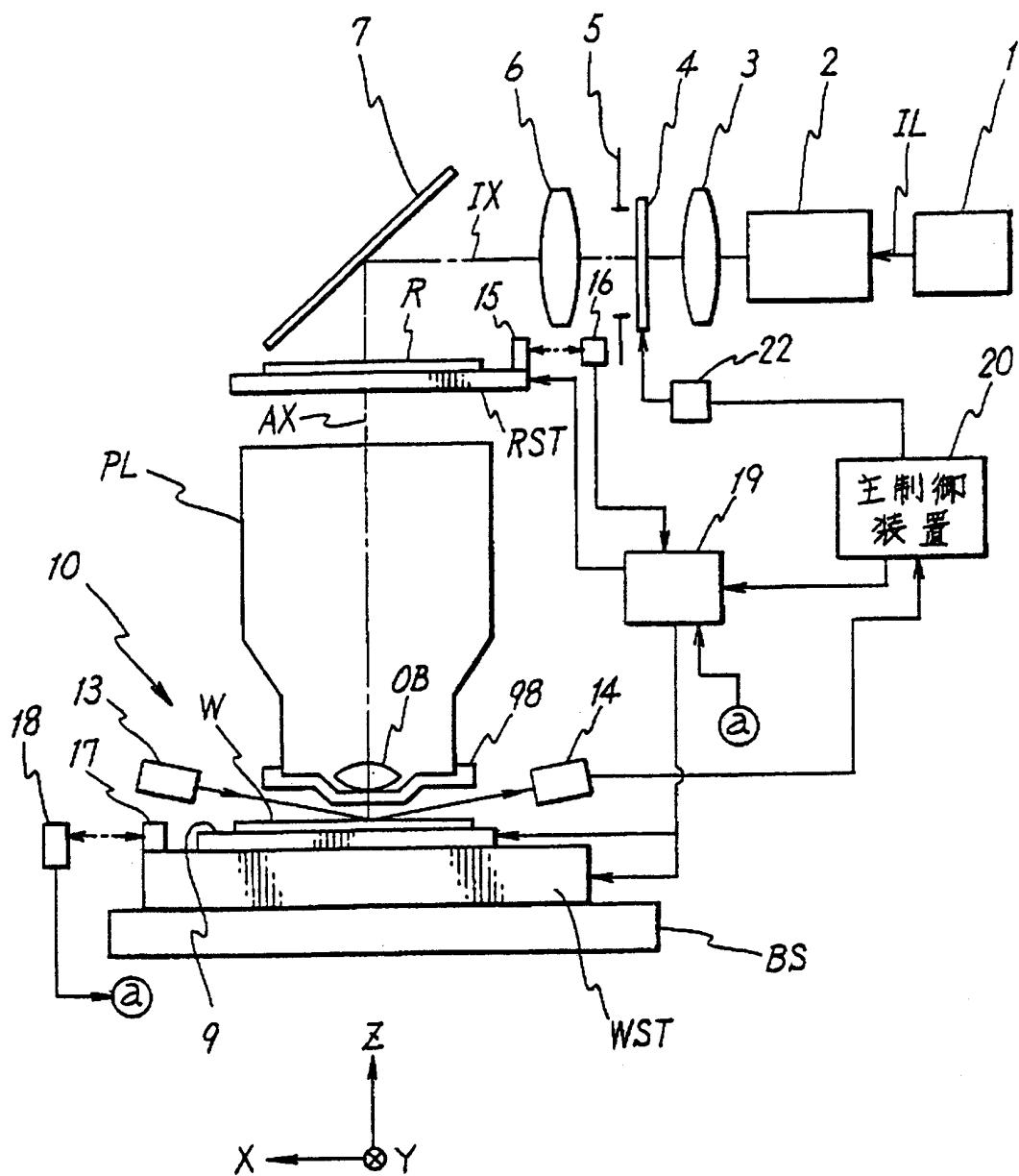
第15図 (a)



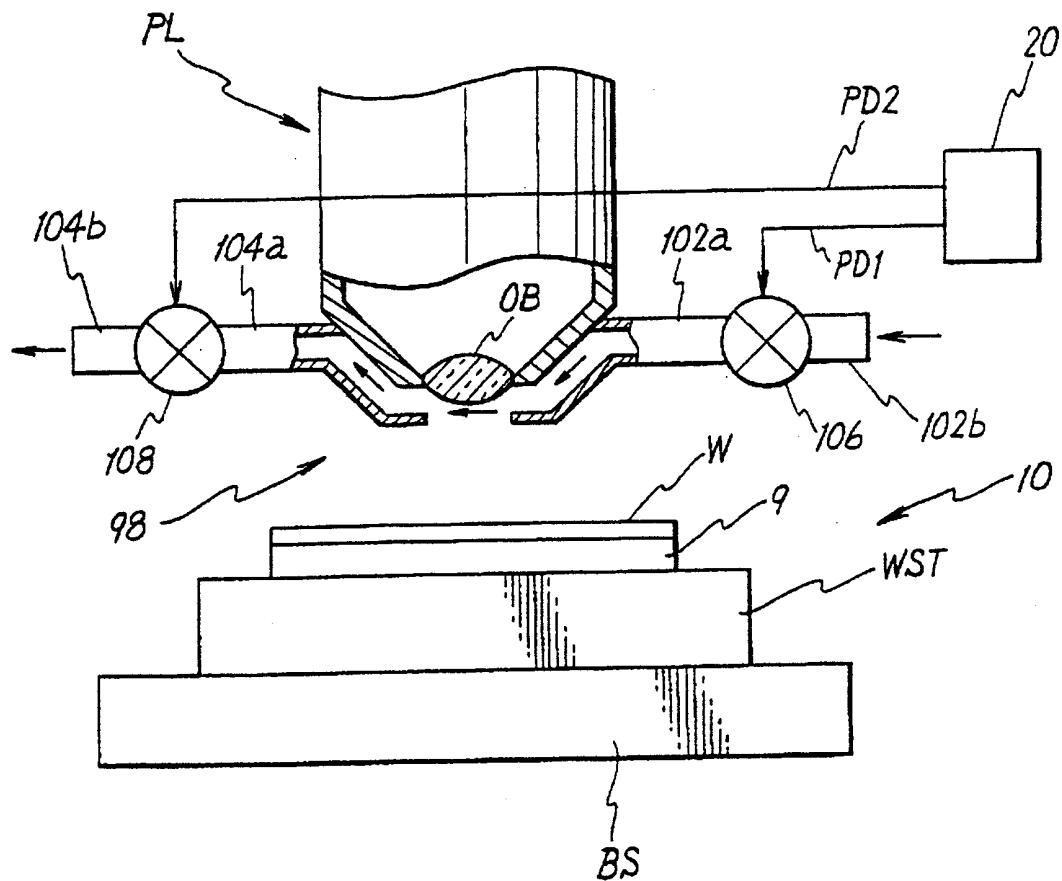
第15図 (b)



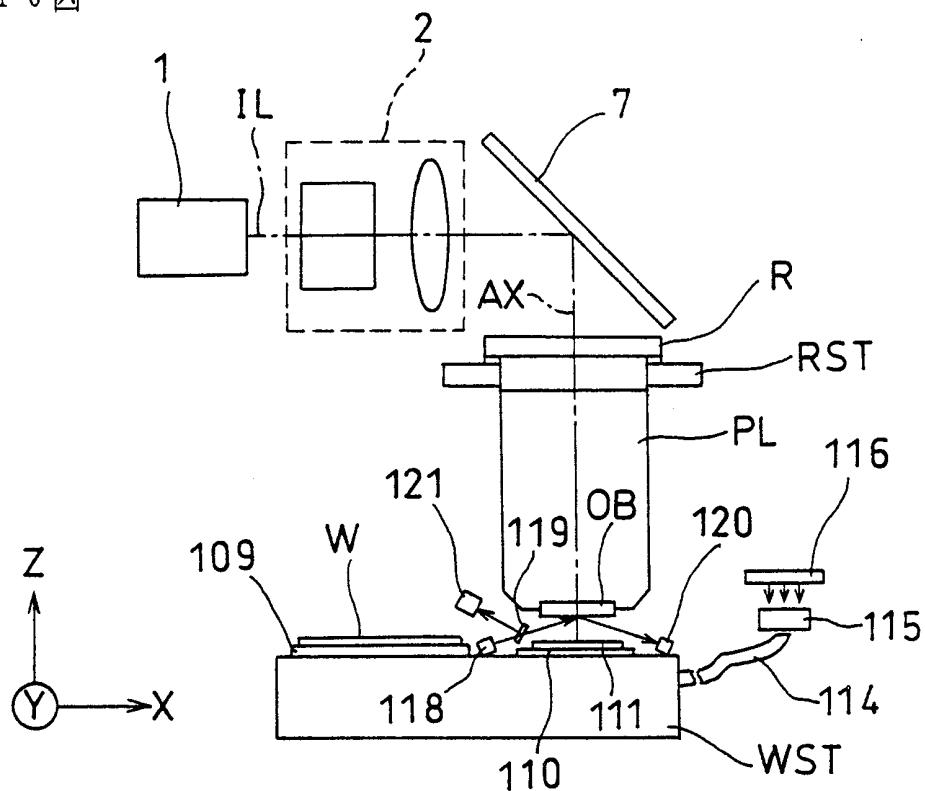
第16図



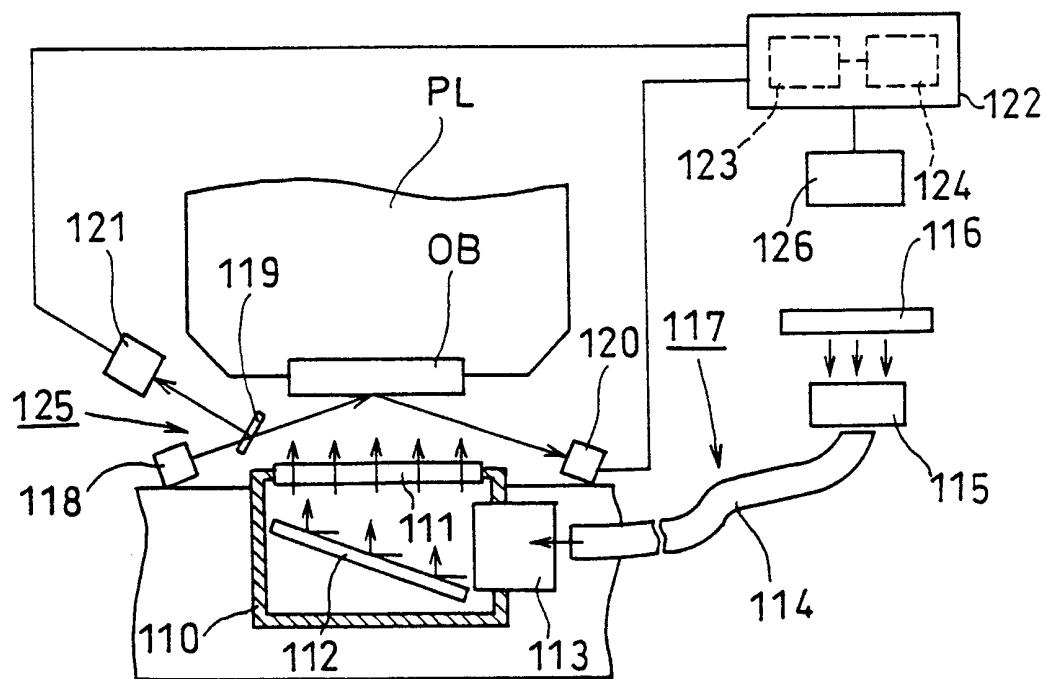
第17図



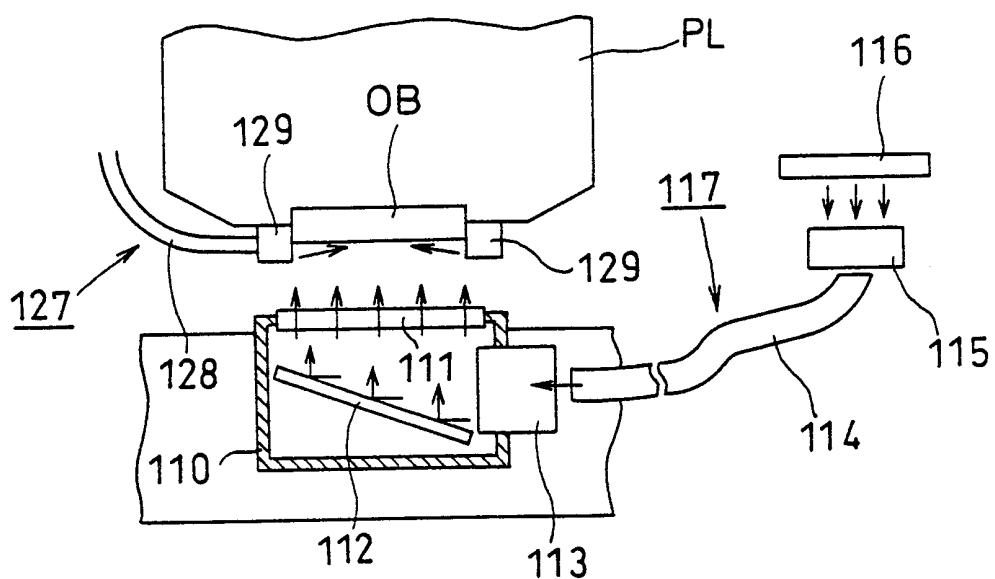
第18図



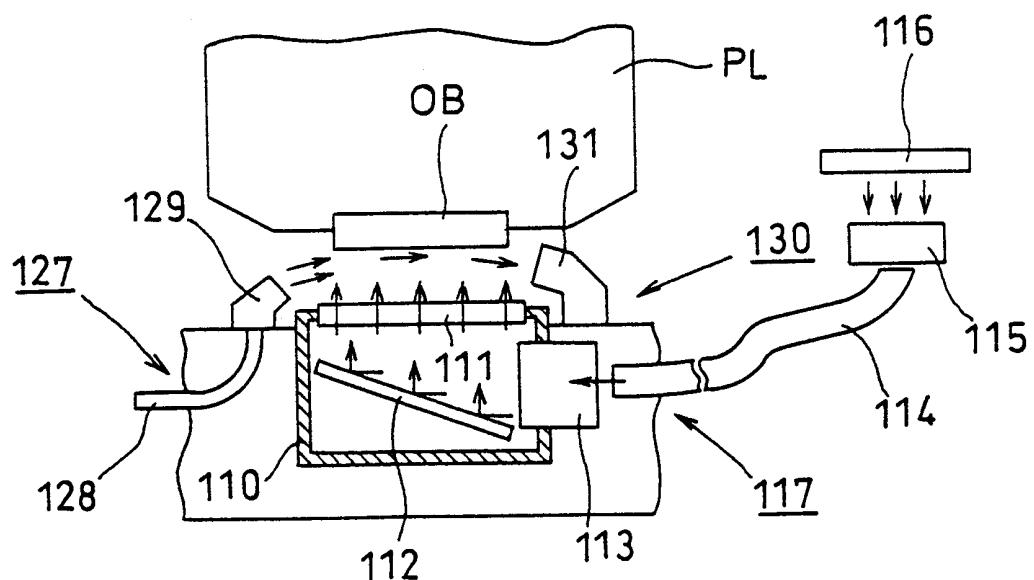
第19図



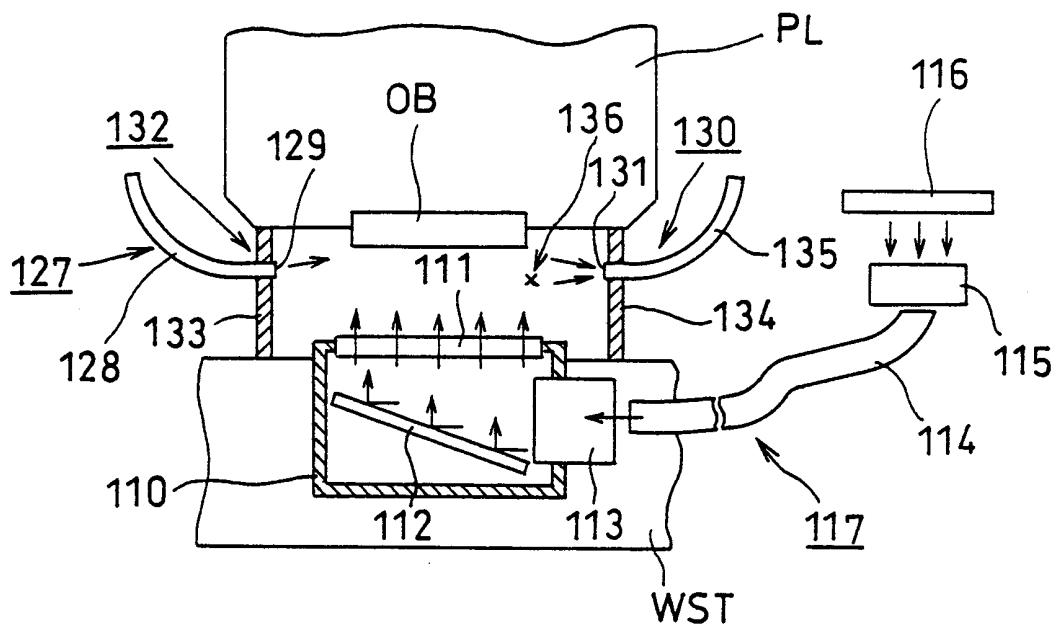
第20図



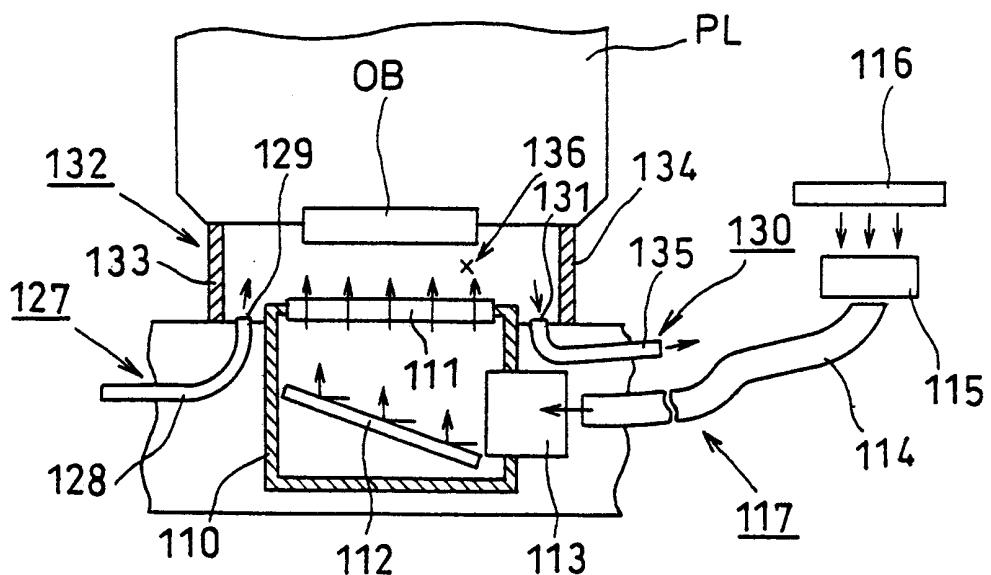
第21図



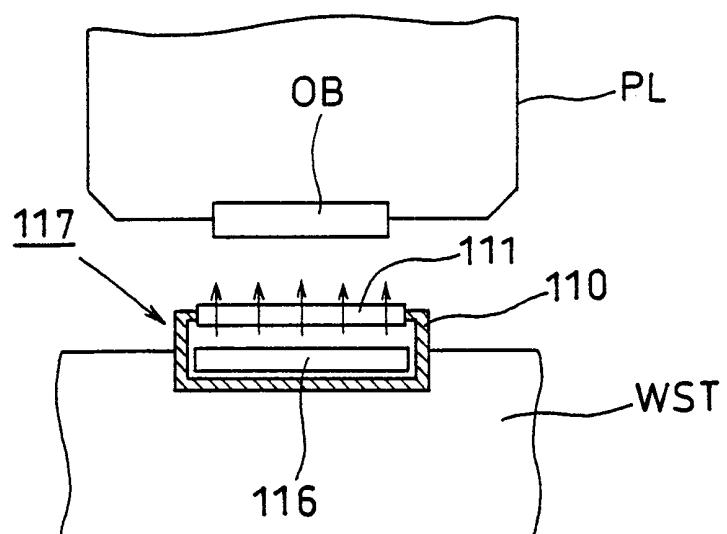
第22図



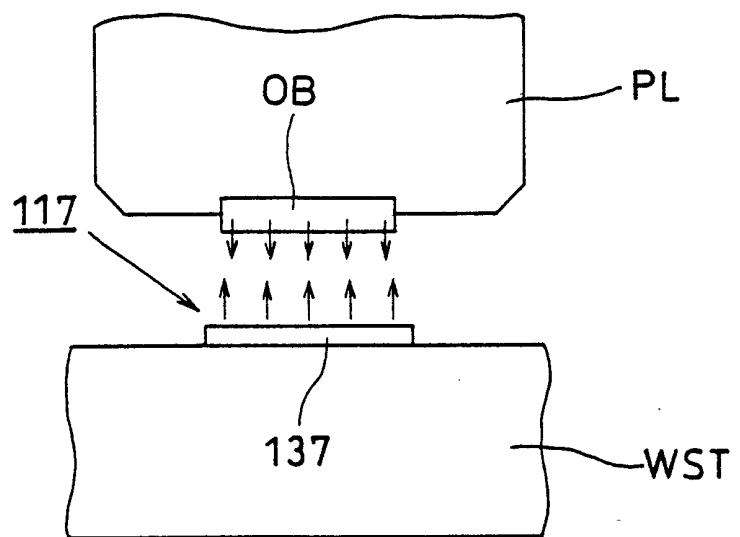
第23図



第24図



第25図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1972-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1972-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-298148, A (Sony Corp.), 18 November, 1997 (18. 11. 97), Page 1, Par. Nos. [0043] to [0059] (Family: none)	1, 15-18, 21, 22, 24, 30, 33, 35, 36, 38
A	JP, 7-142319, A (Hitachi,Ltd.), 2 June, 1995 (02. 06. 95), Page 1 (Family: none)	17, 33

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
16 February, 1999 (16. 02. 99)

Date of mailing of the international search report
23 February, 1999 (23. 02. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP98/05258

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int.Cl⁶ H01L21/027

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.Cl⁶ H01L21/027

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 1972-1998年

日本国公開実用新案公報 1972-1998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, 9-298148, A(ソニー株式会社) 18. 11月. 1997 (18. 11. 97)、 第1頁、[0043]-[0059] (ファミリーなし)	1, 15-18, 21, 22, 24, 30, 33, 35, 36, 38
A	JP, 7-142319, A(株式会社日立製作所) 2. 6月. 1995 (02. 06. 95)、 第1頁 (ファミリーなし)	17, 33

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 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

の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

16.02.99

国際調査報告の発送日

23.02.99

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

印 4M 9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3463