

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-166961

(P2005-166961A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.Cl.⁷H O 1 L 21/027
G O 3 F 7/20

F I

H O 1 L 21/30 5 1 6 F
G O 3 F 7/20 5 2 1

テーマコード (参考)

5 F O 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-403918 (P2003-403918)
(22) 出願日 平成15年12月3日 (2003. 12. 3)(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100110412
弁理士 藤元 亮輔
(72) 発明者 富永 泰輝
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内
Fターム(参考) 5F046 AA22 BA03 CA04 CB23 CB24
DA27 DB03

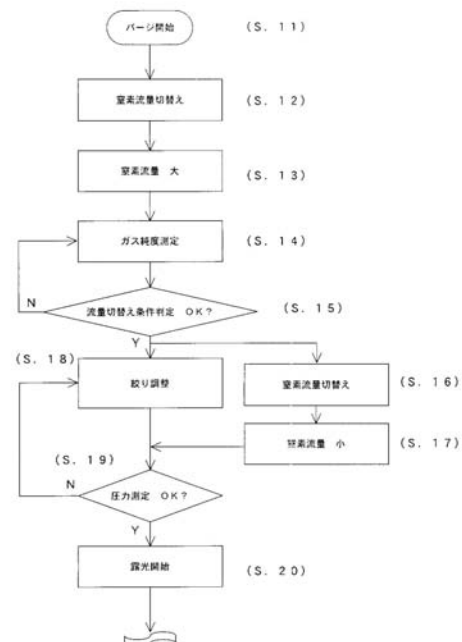
(54) 【発明の名称】 不活性ガスパージ方法、露光装置、デバイス製造方法、及びデバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】露光装置内における光学系の周囲雰囲気中の不純物の濃度を低コストに安定して低減することができ、かつダウンタイムを短縮することができる不活性ガスパージ方法を提供すること。

【解決手段】露光装置Sにおけるチャンバー2a, 3a内を窒素ガス6aによりパージする方法であって、チャンバー2a, 3a内に窒素ガス6aを供給する不活性ガス供給ステップと、チャンバー2a, 3a内雰囲気を第1の排気流量でチャンバー2a, 3a外に排気する第1排気ステップと、チャンバー2a, 3a内の酸素濃度を検出する濃度検出ステップと、検出された酸素濃度が所定濃度以下となった場合に窒素ガス6aの供給流量を低減させる供給流量低減ステップと、窒素ガス6aの供給流量の低減と同時に又はそれ以前にチャンバー2a, 3a内雰囲気を第1の排気流量よりも低い第2の排気流量でチャンバー2a, 3a外に排気する第2排気ステップとを有する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置であって、

前記チャンバー内に不活性ガスを供給するガス供給部と、

前記チャンバー内の雰囲気気を該チャンバー外に排気するガス排気部とを有し、

前記ガス供給部による前記チャンバーへの不活性ガスの供給速度を 0 ではない供給速度に下げるとき、前記供給速度を下げると同時、又はそれ以前に、前記ガス排気部による前記チャンバー内の雰囲気気の排気速度を 0 ではない排気速度に下げることの特徴とする露光装置。

10

【請求項 2】

前記ガス供給部による前記チャンバーへの不活性ガスの供給速度を不連続に下げるとき、前記供給速度を下げると同時、又はそれ以前に、前記ガス排気部による前記チャンバー内の雰囲気気の排気速度を不連続に下げることの特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】

前記チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出手段を有し、

前記濃度検出手段によって検出された前記不純物濃度が所定濃度以下となった場合に前記ガス供給部による不活性ガスの供給速度を低減させることの特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記不純物とは、酸素又は水分のうち少なくともいずれか一方であることを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

20

【請求項 5】

チャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置であって、

前記チャンバー内に不活性ガスを供給するガス供給部と、

前記チャンバー内の雰囲気気を該チャンバー外に排気するガス排気部とを有し、

前記ガス供給部による不活性ガスの前記チャンバーへの供給パワーを 0 ではない供給パワーに下げるとき、前記供給パワーを下げると同時、又はそれ以前に、前記ガス排気部による雰囲気気を前記チャンバー内から排気する排気パワーを 0 ではない排気パワーに下げることの特徴とする露光装置。

30

【請求項 6】

前記チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出手段を有し、

前記濃度検出手段によって検出された前記不純物濃度が所定濃度以下となった場合に、前記ガス供給部の供給パワーを下げることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

【請求項 7】

前記不純物とは、酸素又は水分のうち少なくともいずれか一方であることを特徴とする請求項 6 記載の露光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 いずれかに記載の露光装置によって被処理体を投影露光する工程と、前記投影露光された被処理体に所定のプロセスを行う工程とを有するデバイスの製造方法。

40

【請求項 9】

排気口を有するチャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより、原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置における前記チャンバー内を不活性ガスによりバージする方法であって、

前記チャンバー内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップと、

該チャンバー内雰囲気気を第 1 の排気流量で該チャンバー外に排気する第 1 排気ステップと、

前記不活性ガス供給流量を低減させる供給流量低減ステップと、

前記不活性ガス供給流量の低減と同時又はそれ以前に前記チャンバー内雰囲気気を前記第

50

１の排気流量よりも低い第２の排気流量で該チャンバー外に排気する第２排気ステップとを有することを特徴とする不活性ガスパージ方法。

【請求項１０】

排気口を有するチャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより、原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置における前記チャンバー内を不活性ガスによりパージする方法であって、

前記チャンバー内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップと、

該チャンバー内雰囲気を実第１の排気流量で該チャンバー外に排気する第１排気ステップと、

該チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出ステップと、

検出された前記不純物濃度が所定濃度以下となった場合に前記不活性ガス供給流量を低減させる供給流量低減ステップと、

前記不活性ガス供給流量の低減と同時に又はそれ以前に前記チャンバー内雰囲気を前記第１の排気流量よりも低い第２の排気流量で該チャンバー外に排気する第２排気ステップとを有することを特徴とする不活性ガスパージ方法。

【請求項１１】

前記チャンバー内圧力が大気圧以上に維持された状態で前記第１排気ステップ及び前記第２排気ステップが行われることを特徴とする請求項１０に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１２】

前記第２排気ステップが、前記第１排気ステップと同一の排気経路を用いて行われることを特徴とする請求項１０に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１３】

前記排気経路に排気流量を調整する調整弁が設けられ、該調整弁を調整することにより前記第２排気ステップが行われることを特徴とする請求項１２に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１４】

前記第２排気ステップが、前記第１排気ステップと異なる排気経路を用いて行われることを特徴とする請求項１０に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１５】

前記第２ステップが、前記チャンバー内の圧力が予め設定された設定圧力以上になったときに自動的に開成する圧力開放弁を用いて行われることを特徴とする請求項１４に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１６】

前記第２ステップが、前記第１ステップにおいて用いられる排気口よりも狭窄とされた狭窄排気口を用いて行われることを特徴とする請求項１４に記載の不活性ガスパージ方法。

【請求項１７】

前記チャンバーには、その内部の圧力を検出する圧力検出部がさらに設けられ、該圧力検出部からの検出結果に基づいて前記第２の排気流量を決定する排気流量決定ステップをさらに有することを特徴とする請求項１０から請求項１６のうちいずれか１項に記載の不活性ガスパージ方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般には不活性ガスパージ方法に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）用のガラス基板などの基板（被処理体）を露光する露光装置内の光学系周囲雰囲気を不活性ガスによりパージする方法に関する。本発明はまた、その不活性ガスパージ方法が適用される露光装置、露光装置によるデバイス制御方法、及びデバイスに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィー（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル又はマスク（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する。）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。近年では、半導体集積回路はますます集積度を高めており、現在ではナノオーダーの微細加工が要求されるようになっている。そのため露光装置においては、微細加工の手段として露光光源であるレーザーの短波長化が行われている。さらに、安定した露光性能を維持するために高いクリーン度を保つように設計され、クリーンルーム等の不純物の極めて少ない環境で使用されている。 10

【0003】

しかし、露光光源レーザーの短波長化に伴って露光光が露光装置内部の残留物質を酸素（ O_2 ）と光化学反応させるようになり、硫酸アンモニウム（ NH_4 ） $_2SO_4$ に代表されるような反応生成物が光学素子（レンズやミラー等）に付着して曇らせ、照度劣化を引き起こすことが問題視された。

【0004】

そのため、これまでのKrF、ArFエキシマレーザを光源にもつ露光装置では、不純物の光学素子への付着による照度劣化や、光路上雰囲気に含まれる酸素等の光吸収作用による透過率の減少を防ぐために、レーザー光路上に配置された光学素子の周囲環境を不活性ガスでパージする方法が採られてきた。 20

【0005】

例えば、図11にその概略内部構成を示す露光装置500は、一般的にレーザー光源100と、レーザー光源100から発せられた照明光であるレーザー光100aを所定の形状の光束に成形する照明光学系102と、照明光学系102によって所定の形状に形成されてレチクル（原版）100Rを経たレーザー光100aをウェハ（基板）100Wに結像させる投影光学系103とを有して構成される。

【0006】

照明光学系102は、数種のレンズ群104a、104b、104c及びミラー105a、105b等の光学素子を含んで構成され、レーザー光100aをレチクル100R上の照明領域に均一な照度で照明する機能を有している。照明光学系102、投影光学系103はそれぞれチャンバー102a、103aにより密閉されており、そのチャンバー102a、103aには窒素ガス（不活性ガス）106aを供給する窒素供給装置106が、窒素ガス供給ライン109a、109b及び流量コントローラ110a、110bを介して接続されている。 30

【0007】

ガス排気ライン111a、111bはそれぞれバルブ112a、112bを介して排気口と連通している。照明光学系のチャンバー102a内部、投影光学系のチャンバー103a内部を窒素ガスでパージする際にこのガス排気ライン111a、111bを通じて内部の不純物が排気され、チャンバー102a、103a内部は常にクリーンに保たれるようになっている。なお、ここにおいて「不純物」とは、パージガスとしての窒素ガス（不活性ガス）以外のチャンバー内残存物質、例えば酸素、有機物質、酸素と有機物質とによる反応生成物、アウトガス、水分等を含む概念である。また、アウトガスとは、チャンバー内に収容された各部品（例えば光学素子や鏡筒）表面から徐々に放出される放出ガスのことをいう。 40

【0008】

露光装置500の設備停止時にはバルブ112a、112bを閉成してチャンバー102a、103a内部を大気雰囲気から保護する。また、チャンバー102aには酸素濃度測定器113a、113b、113cが設けられ、チャンバー103aには酸素濃度測定器113dが設けられており、露光に際して各チャンバー102a、103a内部の酸素 50

濃度を測定し、レーザー光 100 a の通過雰囲気 が十分に窒素ガスに置換されて露光性能に影響がないかどうかを確認するように構成されている。

【0009】

照明光学系 102 では、光化学反応に起因する汚染や長期使用によって光学素子の性能劣化が生じた時にその部品交換を行う場合がある。また、ユーザーが露光計画に基づいてレーザー光 100 a (露光光) の出力を調整するために、照明光学系 102 に設けられた不図示の調光フィルターを様々な種類のものへと変更する場合がある。そのため、照明光学系のチャンバー 102 a 内部はしばしば大気に開放され、不純物濃度が頻繁に高くなる。

【0010】

また、露光装置 500 においては露光光路上の空間に酸素を注入することによってオゾンが発生させ、そのオゾンによって光学素子に付着した汚れを除去する光洗浄というメンテナンスが行われている。このメンテナンスの後、各光学系のチャンバー 102 a , 103 a 内部の酸素濃度が高くなり、露光条件に適さない環境になってしまう。このような場合、酸素濃度が低下して露光可能な状態になるまで窒素ガスパージを行いつつ一定時間の間露光を待機しなければならず(この待機時間をダウンタイムという。)、露光工程が非効率なものとなっている。

【0011】

ダウンタイムを効率よく短縮する考案もすでになされている(例えば特許文献 1 を参照。) このものによれば、露光装置内部の酸素濃度に基づいてパージガスの流量を増減させることにより、大量のパージガスを消費することなく露光装置内部を不活性なガスによって迅速に置換することができる。なお、この特許文献 1 に開示のものの窒素ガスパージ工程を説明するフローチャートを図 12 に示した。

【特許文献 1】特開平 6 - 216000 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上記特許文献 1 に開示のものによれば、(S . 8) に示すようにパージガスの流量を減少させた後に待ち時間が生じてしまう。これは、パージガスの流量を減少させると露光装置の光学系を収容するチャンバー内部の排気能力が低下するために、チャンバー外部の空気が内部に逆流して酸素濃度や有機物質の濃度が急激に上昇してしまい、露光可能条件を一時的に満たさなくなってしまうためであると考えられる。

【0013】

特に、次世代の露光装置において使用される F_2 レーザーでは、酸素による光の吸収率が ArF レーザーの 100 倍以上に増大する。このため、 F_2 レーザーによって ArF レーザーと同等の照度を得るためには、酸素濃度、水分濃度をともに 10 ppm 未満程度にすることが必要である。また、 F_2 レーザーでは ArF レーザーに比べて有機物質による曇りの影響も大きくなることが懸念されているため、酸素や有機物質の微量の増加が露光性能に影響を与えてしまい、さらにダウンタイムが長くなると予測されている。

【0014】

本発明は上記の事情に鑑みて為されたもので、露光装置内における光学系の周囲雰囲気中の不純物の濃度を低コストに安定して低減することができ、かつダウンタイムを短縮することができる不活性ガスパージ方法を提供することを例示的目的とする。また本発明は、その不活性ガスパージ方法を適用することにより、露光性能及び効率を向上させ、高精度、高スループットを実現することができる露光装置、その露光装置によるデバイスの製造方法、及び製造されたデバイスを提供することを別の例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記の目的を達成するために、本発明の例示的側面としての露光装置は、チャンバー内

10

20

30

40

50

に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置であって、チャンバー内に不活性ガスを供給するガス供給部と、チャンバー内の雰囲気チャンバー外に排気するガス排気部とを有し、ガス供給部によるチャンバーへの不活性ガスの供給速度を0ではない供給速度に下げるとき、供給速度を下げる同時、又はそれ以前に、ガス排気部によるチャンバー内の雰囲気の排気速度を0ではない排気速度に下げることとを特徴とする。

【0016】

ガス供給部によるチャンバーへの不活性ガスの供給速度を不連続に下げるとき、供給速度を下げる同時、又はそれ以前に、ガス排気部によるチャンバー内の雰囲気の排気速度を不連続に下げよう構成してもよい。

10

【0017】

露光装置が、チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出手段を有し、濃度検出手段によって検出された不純物濃度が所定濃度以下となった場合にガス供給部による不活性ガスの供給速度を低減させるよう構成してもよい。不純物とは、酸素又は水分のうち少なくともいずれか一方であってもよい。

【0018】

本発明の別の側面としての露光装置は、チャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置であって、チャンバー内に不活性ガスを供給するガス供給部と、チャンバー内の雰囲気チャンバー外に排気するガス排気部とを有し、ガス供給部による不活性ガスのチャンバーへの供給パワーを0ではない供給パワーに下げるとき、供給パワーを下げる同時、又はそれ以前に、ガス排気部による雰囲気チャンバー内から排気する排気パワーを0ではない排気パワーに下げることとを特徴とする。

20

【0019】

その露光装置を、チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出手段を有し、濃度検出手段によって検出された前記不純物濃度が所定濃度以下となった場合に、前記ガス供給部の供給パワーを下げるよう構成してもよい。不純物とは、酸素又は水分のうち少なくともいずれか一方であってもよいのは上記と同様である。

【0020】

本発明の他の側面としてのデバイスの製造方法は、上記の露光装置によって被処理体を投影露光する工程と、投影露光された被処理体に所定のプロセスを行う工程とを有することとを特徴とする。

30

【0021】

本発明の別の側面としての不活性ガスパージ方法は、排気口を有するチャンバー内に收容された光学系を用いて照明光を導くことにより、原版に形成されたパターンを基板に投影露光する露光装置におけるチャンバー内を不活性ガスによりパージする方法であって、チャンバー内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給ステップと、チャンバー内雰囲気を第1の排気流量でチャンバー外に排気する第1排気ステップと、チャンバー内の不純物濃度を検出する濃度検出ステップと、検出された不純物濃度が所定濃度以下となった場合に不活性ガス供給流量を低減させる供給流量低減ステップと、不活性ガス供給流量の低減と同時又はそれ以前にチャンバー内雰囲気を第1の排気流量よりも低い第2の排気流量でチャンバー外に排気する第2排気ステップとを有することとを特徴とする。

40

【0022】

かかる不活性ガスパージ方法によれば、チャンバー内の不純物濃度が高い場合はチャンバー内に大きい流量の不活性ガスを供給することができるので、素早くチャンバー内の不純物を不活性ガスと置換してチャンバー内不純物の濃度を低減でき、パージの時間を短縮することができる。短時間に不活性ガスパージが行われるので、アウトガスのガス源を早期に枯渇させることができる。また、不純物濃度が所定濃度以下となった場合、すなわちパージが充分行われた後に不活性ガス供給流量を低減させるので、過剰な不活性ガスの供給を防止して、コストを低減することができる。さらに、不活性ガス供給流量の低減と同

50

時又はそれ以前にチャンバー内雰囲気の排気流量を低減するので、ガス供給流量の低減に起因してチャンバー内圧が低下するのを防止することができ、チャンバー外部の空気が例えば排気口やチャンバーを構成する部材の継ぎ目部分からチャンバー内部に侵入するのを防止することができる。したがって、露光装置における露光条件の安定化・ダウンタイムの低減に寄与することができ、ウエハ露光の露光精度の向上・スループットの向上が可能となる。

【0023】

チャンバー内圧力が大気圧以上に維持された状態で第1排気ステップ及び第2排気ステップが行われるように構成した場合には、チャンバー外部が大気圧である場合にチャンバー外部の空気が排気口や継ぎ目部分からチャンバー内部に侵入するのを防止することができる。

10

【0024】

第2排気ステップが、第1排気ステップと同一の排気経路を用いて行われるように構成すれば、排気流量を低減するためにわざわざ別途排気経路を設ける必要がない。

【0025】

排気経路に排気流量を調整する調整弁が設けられ、調整弁を調整することにより第2排気ステップが行われるように構成すれば、調整弁を絞るだけで排気流量を低減することができ、別途排気経路を設ける必要もなく、簡便かつ低コストに露光条件の安定化・ダウンタイムの低減を実現することができる。

【0026】

20

第2排気ステップが、第1排気ステップと異なる排気経路を用いて行われるように構成すれば、排気経路を切り替えるだけで排気流量の低減を行うことができ、排気流量を調整する必要がなく制御が容易となる。

【0027】

第2ステップが、チャンバー内の圧力が予め設定された設定圧力以上になったときに自動的に開成する圧力開放弁を用いて行われるように構成すれば、圧力開放弁によって自動的にチャンバー内圧を設定圧力に制御することができる。例えば、不活性ガスの供給流量低減と同時又はそれ以前に第1の排気ステップに用いられる排気口を閉成すると、チャンバー内圧が上昇する。チャンバー内圧が設定圧力以上になれば圧力開放弁が自動的に開成して排気し、チャンバー内圧を低下させる。しかし、チャンバー内圧が設定圧力よりも低くなった場合には、圧力開放弁が再び自動的に閉成してチャンバー内圧を上昇させる。このようにしてチャンバー内を陽圧状態に維持することができるので、露光装置における露光条件の安定化・ダウンタイムの低減に寄与することができ、ウエハ露光の露光精度の向上・スループットの向上が可能となる。設定圧力を大気圧以上に設定しておけば、チャンバー外部の空気が例えば排気口やチャンバーを構成する部材の継ぎ目部分からチャンバー内部に侵入するのを防止することができる。

30

【0028】

第2ステップが、第1ステップにおいて用いられる排気口よりも狭窄とされた狭窄排気口を用いて行われるように構成することも可能である。狭窄排気口は、第1ステップにおいて用いられる排気口よりも圧力損失が大きく、排気しにくいように構成されている。したがって、排気経路を狭窄排気口に切り替えるだけで排気流量を低減することができ、排気流量を調整する必要がなく、排気流量の制御が容易となる。

40

【0029】

チャンバーには、その内部の圧力を検出する圧力検出部がさらに設けられ、圧力検出部からの検出結果に基づいて第2の排気流量を決定する排気流量決定ステップをさらに有するように構成することも可能である。

【0030】

かかる構成によれば、検出結果に基づいて排気流量を低減するので、より確実な排気流量の制御が可能となる。ひいてはチャンバー内圧の制御が確実となり、チャンバー内を常に確実に陽圧状態に維持することができ、簡便かつ低コストに露光条件の安定化・ダウン

50

タイムの低減を実現することができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、露光装置内における光学系の周囲雰囲気中の不純物の濃度を低コストに安定して低減することができ、かつダウンタイムを短縮することができる。また、露光装置の露光性能及び効率を向上させ、高精度、高スループットを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

[実施の形態1]

以下、本発明の実施の形態1に係る露光装置及び不活性ガスパージ方法について図面を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係る露光装置Sの概略内部構成を示す図である。露光装置Sは一般的にレーザー光源1と、レーザー光源1から発せられた照明光であるレーザー光1aを所定の形状の光束に成形する照明光学系2と、照明光学系2によって所定の形状に形成されてレチクル(原版)1Rを経たレーザー光1aをウエハ(基板)1Wに結像させる投影光学系3とを有して構成される。レーザー光1aが各光学系2, 3によってレチクル1Rを経てウエハ1Wへと導かれることにより、レチクル1Rに形成されたパターンがウエハ1W上に投影露光されるようになっている。

【0033】

照明光学系2は、数種のレンズ群4a, 4b, 4c及びミラー5a, 5b等の光学素子を含んで構成され、レーザー光1aをレチクル1R上の照明領域に均一な照度で照明する機能を有している。照明光学系2、投影光学系3はそれぞれチャンバー2a, 3aに収容され密閉されており、そのチャンバー2a, 3aには窒素ガス(不活性ガス)6aを供給する窒素供給装置(ガス供給部)6が、窒素ガス供給ライン9a, 9b及び流量コントローラ10a, 10bを介して接続されている。

【0034】

流量コントローラ(ガス供給路制御部)10a, 10bは、窒素ガス6aの供給流量を可変制御することができるもので、所定の流量に設定するとチャンバー2a, 3aの内部圧力の変化に影響されずに一定流量で窒素ガス6aを供給することができる。また、チャンバー2a, 3a内の不純物濃度が一定濃度以下となった場合は、この流量コントローラ10a, 10bによって窒素供給装置6による窒素の供給が低減されるように構成されている。

【0035】

ガス排気ライン11a, 11bはそれぞれバルブ12a, 12bを介して排気口12c, 12dと連通している。照明光学系のチャンバー2a内部、投影光学系のチャンバー3a内部を窒素ガス6aでパージする際にこのガス排気ライン11a, 11bを通じて内部の不純物が排気され、チャンバー2a, 3a内部は常にクリーンに保たれるようになっている。

【0036】

露光装置500の設備停止時にはバルブ12a, 12b(排気流量制御部の一部)を閉成してチャンバー2a, 3a内部を大気雰囲気から保護する。また、チャンバー2aには酸素濃度測定器(濃度検出部)13a, 13b, 13cが設けられ、チャンバー3aには酸素濃度測定器13dが設けられており、露光に際して各チャンバー2a, 3a内部の不純物としての酸素の濃度を測定し、レーザー光1aの通過雰囲気が十分に窒素ガスに置換されて露光性能に影響がないかどうかを確認できるように構成されている。

【0037】

排気流量制御部は、バルブ12a, 12b及び図示しないバルブコントローラを有して構成される。この排気流量制御部は、窒素ガス窒素供給装置6による窒素ガス6aの供給流量に応じてチャンバー2a, 3a内の圧力を制御する機能を有している。具体的には、窒素供給装置6による窒素ガス6aの供給流量が低減した場合に、バルブコントローラによって排気口12c, 12dのバルブ12a, 12bが絞られて排気流量が第1の排気流

量から第2の排気流量へと低減されるようになっている。

【0038】

圧力計（圧力検出部）14a, 14b, 14cはチャンバー2aに設けられ、圧力計14dは、チャンバー3aに設けられている。これらの圧力計14a～14dは、チャンバー2a, 3a内の圧力を検出するためのものである。この圧力計14a～14dの圧力検出結果に基づいて、チャンバー2a, 3a内の圧力が大気圧（チャンバー2a, 3a外部の圧力）に対して負圧とならないようにバルブコントローラによってバルブ12a, 12bが絞られる。

【0039】

次に、この露光装置Sにおける窒素ガスパージ方法について、図2に示すフローチャートに基づいて説明する。 10

【0040】

例えば、照明光学系2を構成するレンズ群4a～4cのいずれかをメンテナンスするために、チャンバー2aを大気開放した場合、大気開放直後のチャンバー2a内部雰囲気は酸素や有機物質等の不純物濃度が大気と同等にまで悪化する。また、レンズ群4a～4c内部には大気に含まれる不純物が付着するため、部品表面からのアウトガスも増加する。

【0041】

そのような場合に、この照明光学系2のチャンバー2a及び投影光学系3のチャンバー3aを不活性ガスパージする。まず窒素供給装置6から窒素ガス6aをチャンバー2a, 3aに供給してパージを開始する（S. 11）。その際、流量コントローラ10a, 10bが制御され、窒素ガス6aの流量が切り替えられて（S. 12）大流量の窒素ガス6aがチャンバー2a, 3aに供給される。（不活性ガス供給ステップ、S. 13）。 20

【0042】

大流量の窒素ガス6aを供給することにより、チャンバー2a, 3a内部の雰囲気が素早く置換され、雰囲気中の酸素等の不純物が排気口12c, 12dより第1の排気流量にて排気される（第1排気ステップ）。それとともに、レンズ群4a～4cに付着した付着物も除去され、アウトガスのガス源を早期に枯渇させることができる。窒素ガス6aが大流量でチャンバー2a, 3a内に供給されているので、チャンバー2a, 3a内の内圧は上昇しており、大気圧（チャンバー外部の圧力）よりも高い。

【0043】

パージ開始から酸素濃度測定器13a～13dによりチャンバー2a, 3a内の酸素濃度が検出される（濃度検出ステップ、S. 14）。それにより、チャンバー2a, 3a内の不活性ガスへの置換の程度やアウトガス源の枯渇の程度を判断することができる。チャンバー2a, 3a内の酸素濃度が予め設定された所定濃度より大きい場合には、不活性ガスの置換がまだ充分でないと判断され、窒素ガス6aの供給が大流量のまま行われる。しかし酸素濃度が所定濃度以下となった場合には（S. 15）、流量コントローラ10a, 10bにより流量が切り替えられ（S. 16）、窒素ガス6aの供給流量が低減される（供給流量低減ステップ、S. 17）。それにより、窒素ガス6aの過剰な供給を防止してその使用量を削減するとともに、チャンバー2a, 3a内の残留不純物が光路上に巻き上げられるのを防止する。例えばチャンバー2a, 3a内圧が上昇した場合に 40
自然に窒素ガス6aの供給量が低減する場合も考えられるが、本実施の形態1においては、流量コントローラ10a, 10bの切替えにより、意図的に供給量低減を行う。その場合、例えば段階的に、すなわち不連続に供給量低減を行ってももちろんよい。

【0044】

この窒素ガス6aの供給流量低減と同時又はそれ以前にバルブコントローラが排気ライン11a, 11b上のバルブ12a, 12bを絞って第1の排気流量よりも低い第2の排気流量とする（第2排気ステップ、S. 18）。このとき、圧力計14a～14dによってチャンバー2a, 3a内部の圧力を検出しつつ（S. 19）、チャンバー内が、所定圧力（例えば、大気圧）以上の圧力を維持するように第2の排気流量が決定されバルブ12a, 12bが絞られる（排気流量決定ステップ）。それにより、窒素ガス6aの供給流量 50

が低減しているにも拘わらず、チャンバー 2 a , 3 a 内を常に陽圧状態とすることができるので、チャンバー 2 a , 3 a の構成部材どうしの継ぎ目部分や排気口 1 2 c , 1 2 d から外部空気がチャンバー 2 a , 3 a 内に逆流して侵入するのを防止することができる。したがって、外部空気の逆流による一時的な酸素濃度の上昇もなく、ダウンタイムなしに露光を開始することができる (S . 2 0) 。本実施の形態 1 においては、第 1 排気ステップと第 2 排気ステップとは同一の排気経路としての排気口 (チャンバー 2 a においては排気口 1 2 c 、チャンバー 3 a においては排気口 1 2 d) を用いて実現されている。

【 0 0 4 5 】

バルブ 1 2 a , 1 2 b の絞り動作は、窒素ガス 6 a の供給流量低減以前に行われてももちろん問題はない。また、チャンバー 2 a , 3 a 内を陽圧状態に維持することができる第 2 の排気流量を予め決定しておき、窒素ガス供給流量低減と同時に自動的に第 2 の排気流量となるようにバルブコントローラがバルブ 1 2 a , 1 2 b を絞るように構成することも可能である。そのように構成することにより、圧力計 1 4 a ~ 1 4 d を必要とせず本発明の目的を達成することができる。このように窒素ガスパージを行うことにより、迅速にかつ消費ガス量を低減して十分なパージを行うことができる。

【 0 0 4 6 】

[実験結果]

上記の不活性ガスパージ方法により光学系を収容するチャンバー内をパージした場合と、従来の不活性ガスパージ方法により光学系を収容するチャンバー内をパージした場合の、チャンバー内酸素濃度を測定した測定結果を図 3 に示した。なお、従来の方法においては、窒素ガス供給流量の低減は行うが排気流量の低減によるチャンバー内圧の制御は行っていない。また、図 3 において横軸は時間、縦軸は酸素濃度、線 B は露光可能条件としての酸素濃度を示し、酸素濃度が線 B 以下の時に露光可能となる。

【 0 0 4 7 】

従来例を示すグラフ P では、パージ開始後酸素濃度は減少し、時間 t 1 において線 B を下回って露光可能となる。しかしその後、時間 t 2 において窒素ガス供給流量を低減すると再び酸素濃度は上昇して時間 t 3 となるまで露光不可となる。これは、窒素ガス供給流量の低減により部品から放出されるアウトガスを排出しきれなくなることや、チャンバー内圧の低下により排気口やチャンバーの継ぎ目から外部空気がチャンバー内に逆流することが原因と考えられる。また、チャンバー内圧の低下により、部品からのアウトガスが放出されやすい状態と成ってしまうことも原因の一つと考えられる。この場合、結果的にパージ開始から時間 t 3 を経過しないと安定した露光を行うことができず、長時間のダウンタイムが発生する。

【 0 0 4 8 】

しかしながら、本発明に係るパージ方法を示すグラフ Q では、パージ開始後グラフ P と同様に時間 t 1 において線 B を下回って露光可能となる。その後、時間 t 2 において窒素ガス供給流量を低減するとグラフ P と同様に再び酸素濃度は上昇を開始する。しかし、排気流量を低減することによりチャンバー内圧を上昇させて陽圧状態を維持しているので、チャンバー外部の空気が排気口や継ぎ目から逆流することが殆どなく、酸素濃度の上昇値もグラフ P の場合に比べ約半分以下に低減されている。したがって、グラフ Q が線 B を再び上回ることはなく、安定して露光可能条件を維持している。

【 0 0 4 9 】

それにより、本発明の不活性ガスパージ方法によれば、パージ開始後時間 t 1 から安定して露光を行うことができ、ダウンタイムが殆どない。また、チャンバー内圧を陽圧状態に維持するので、チャンバー内の部品からのアウトガスが放出されにくい状態となるという効果も得られる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 4 及び図 5 を参照して、上述の露光装置 S を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。図 4 は、デバイス (I C や L S I などの半導体チップ、L C D 、C C D 等) の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例

10

20

30

40

50

に説明する。ステップ１０１（回路設計）ではデバイスの回路設計を行う。ステップ１０２（レチクル製作）では、設計した回路パターンを形成したレチクルを製作する。ステップ１０３（ウェハ製造）ではシリコンなどの材料を用いてウェハ（被処理体）を製造する。ステップ１０４（ウェハプロセス）は前工程と呼ばれ、レチクルとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ１０５（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ１０４によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ１０６（検査）では、ステップ１０５で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ１０７）される。

10

【００５１】

図５は、ステップ１０４のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ１１１（酸化）ではウェハの表面を酸化させる。ステップ１１２（ＣＶＤ）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ１１３（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ１１４（イオン打ち込み）ではウェハにイオンを打ち込む。ステップ１１５（レジスト処理）ではウェハに感光剤を塗布する。ステップ１１６（露光）では、露光装置Ｓによってレチクルの回路パターンをウェハに露光する。ステップ１１７（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ１１８（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ１１９（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。この製造方法によれば従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。

20

【００５２】

この実施の形態１において、窒素の供給流量（排気流量）の低減や窒素の供給速度（排気速度）の低減を、窒素の供給パワーの低減と置き換えても構わない。勿論、供給パワーは供給流量や供給速度とは異なる意味を持つが、本実施例においては供給流量や供給速度を供給パワーに置き換えてもその効果はあまり変わらない。

ここで、供給パワーや排気パワーは、供給しようとするパワー、排気しようとするパワーのことであり、具体的には、供給（排気）する側の圧力や、供給（排気）する側と供給（排気）される側の間にある管のガスの流れ易さ（断面積の広さ、管の長さ等）に依存する。例えば供給する側の圧力を高い値で一定に保つようにした場合、供給される側の圧力が一定なら、供給速度（供給量）は供給する側と供給される側との圧力差に依存するため、供給速度は一定のまま保たれる。しかしながら、供給される側（この場合はチャンバ）の圧力が変化した場合、供給する側と供給される側との圧力差が変化するため、供給速度（供給量）が変化する可能性がある。このような場合においては、供給パワーは変わらないにもかかわらず、供給速度（供給量）が変化するということになる。つまり、供給パワーとは、供給しようとするパワーであって、結果的な供給速度や供給量とは異なるものである。勿論排気パワーもこれと同じである。 [実施の形態２]

30

図６及び図７を用いて本発明の実施の形態２に係る露光装置及びその不活性ガスパージ方法について説明する。なお、本実施の形態２において、上記実施の形態１と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

40

【００５３】

この実施の形態２においては圧力計の代わりに圧力開放弁２０，２１が用いられる。圧力開放弁２０，２１は、チャンバ２ａ，３ａにそれぞれ設けられ、チャンバ内圧が予め設定された設定圧力以上となったときに自動的に開成して、チャンバ２ａ，３ａ内の雰囲気を外へ排気するように構成されている。また、チャンバ内圧が設定圧力より小さくなった場合（例えば設定圧力の半分の圧力となった場合）には再び圧力開放弁２０，２１は閉成されて排気を停止するように構成されている。

【００５４】

この実施の形態２に係る露光装置Ｓ２における窒素ガスパージ方法について、図７に示

50

すフローチャートに基づいて説明する。なお、このフローチャートにおいても、上記実施の形態 1 の窒素ガスパージ方法と同様の手順及び動作については説明を省略する。

【0055】

ステップ (S. 21) ~ (S. 24) までは、上記ステップ (S. 11) ~ (S. 14) までと同様である。酸素濃度が所定濃度以下となった場合には (S. 25)、排気口 12c, 12d のバルブ 12a, 12b がバルブコントローラによって閉成される (S. 26)。これにより排気口 12c, 12d からの排気は停止し、チャンバー 2a, 3a 内の内圧は上昇する。それとともに、流量コントローラ 10a, 10b により流量が切り替えられて、窒素ガス 6a の供給流量が低減される (供給流量低減ステップ、S. 27)。

【0056】

チャンバー 2a, 3a 内の内圧が上昇し設定圧力以上となったときに、圧力開放弁 20, 21 が自動的に開成され、第 2 の排気流量でチャンバー内雰囲気排気される (第 2 排気ステップ、S. 28)。この設定圧力は、例えば大気圧よりも高い圧力に設定される。それにより、窒素ガス 6a の供給流量が低減しているにも拘わらず、チャンバー 2a, 3a 内を常に陽圧状態とすることができるので、チャンバー 2a, 3a の構成部材どうしの継ぎ目部分や排気口 12c, 12d から外部空気がチャンバー 2a, 3a 内に逆流して侵入するのを防止することができる。このように、本実施の形態 2 においては、第 1 の排気ステップは排気口 (チャンバー 2a においては排気口 12c、チャンバー 3a においては排気口 12d) を用いて行われ、第 2 の排気ステップは圧力開放弁 (チャンバー 2a においては圧力開放弁 20、チャンバー 3a においては圧力開放弁 21) を用いて行われる。

【0057】

圧力開放弁 20, 21 が開成したら、バルブコントローラによりバルブ 12a, 12b の絞り調整が行われ (S. 29)、排気口 12c, 12d が開成されて排気を開始される (S. 30)。圧力開放弁 20, 21 及び絞り調整されたバルブ 12a, 12b によってチャンバー 2a, 3a 内の圧力は陽圧状態に維持される。したがって、外部空気の逆流による一時的な酸素濃度の上昇もなく、ダウンタイムなしに露光を開始することができる (S. 31)。

【0058】

[実施の形態 3]

図 8 及び図 9 を用いて本発明の実施の形態 3 に係る露光装置及びその不活性ガスパージ方法について説明する。なお、本実施の形態 3 において、上記実施の形態 1 と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0059】

この実施の形態 3 においては各チャンバー 2a, 3a が各々 2 種類の排気口を有している。すなわち、実施の形態 1 と同様に第 1 の排気ステップを実現する排気口 12c, 12d の他に、それぞれのチャンバー 2a, 3a が第 2 の排気ステップを実現する狭窄排気口 12e, 12f を有している。

【0060】

この狭窄排気口 12e, 12f は、排気口 12c, 12d よりも狭窄となっており、排気抵抗が大きい。したがって、狭窄排気口 12e, 12f からは排気口 12c, 12d からよりもチャンバー内雰囲気が排気しにくくなっており、排気流量が低減されるようになっている。照明光学系 2 を収容するチャンバー 2a においては、ガス排気ライン 11a から排気口 12c と狭窄排気口 12e とが分岐している。その分岐点には排気経路を排気口 12c と狭窄排気口 12e とに切替え可能な三方弁 15a が設けられている。投影光学系 3 を収容するチャンバー 3a においても同様の構成であり、排気口 12d と狭窄排気口 12f との分岐点に三方弁 15b が設けられている。これら三方弁 15a, 15b の切替えは、例えば排気流量制御部の一部としてのバルブコントローラによって行われる。

【0061】

この実施の形態 3 に係る露光装置 S3 における窒素ガスパージ方法について、図 9 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、このフローチャートにおいても、上記実施

10

20

30

40

50

の形態１の窒素ガスパージ方法と同様の手順及び動作については説明を省略する。

【００６２】

ステップ（Ｓ．４１）～（Ｓ．４３）までは、上記ステップ（Ｓ．１１）～（Ｓ．１３）までと同様である。窒素ガス６ａを大流量でチャンバー２ａ，３ａ内に供給する際には、バルブコントローラにより三方弁１５ａ，１５ｂが切り替えられて排気口１２ｃ，１２ｄよりチャンバー２ａ，３ａ内雰囲気（第１の排気流量にて排気される（第１排気ステップ、Ｓ．４４））。それにより、チャンバー２ａ，３ａ内部の雰囲気が素早く置換され、雰囲気中の酸素等の不純物が排気口１２ｃ，１２ｄより排気される。それとともに、レンズ群４ａ～４ｃに付着した付着物も除去され、アウトガスのガス源を早期に枯渇させることができる。窒素ガス６ａが大流量でチャンバー２ａ，３ａ内に供給されているので、チャンバー２ａ，３ａ内の内圧は上昇しており、大気圧（チャンバー外部の圧力）よりも高い。

10

【００６３】

パージ開始から酸素濃度測定器１３ａ～１３ｄによりチャンバー２ａ，３ａ内の酸素濃度が検出される（濃度検出ステップ、Ｓ．４５）。それにより、チャンバー２ａ，３ａ内の不活性ガスへの置換の程度やアウトガス源の枯渇の程度を判断することができる。チャンバー２ａ，３ａ内の酸素濃度が予め設定された所定濃度より大きい場合には、不活性ガスの置換がまだ充分でないと判断され、窒素ガス６ａの供給が大流量（第１の排気流量）のまま行われる。しかし酸素濃度が所定濃度以下となった場合には（Ｓ．４６）、バルブコントローラにより三方弁１５ａ，１５ｂが切り替えられて排気口１２ｃ，１２ｄとは異なる排気経路としての狭窄排気口１２ｅ，１２ｆよりチャンバー２ａ，３ａ内の雰囲気が第２の排気流量にて排気される（第２排気ステップ、Ｓ．４７）。これにより、チャンバー２ａ，３ａからの排気流量を低減することができ、チャンバー２ａ，３ａ内部の圧力を上昇させることができる。それとともに、流量コントローラ１０ａ，１０ｂにより流量が切り替えられて、窒素ガス６ａの供給流量が低減される（供給流量低減ステップ、Ｓ．４８）。

20

【００６４】

排気流路が狭窄排気口１２ｅ，１２ｆへと切り替えられているので、窒素ガス６ａの供給流量が低減しているにも拘わらず、チャンバー２ａ，３ａ内を常に陽圧状態とすることができる。したがって、チャンバー２ａ，３ａの構成部材どうしの継ぎ目部分や狭窄排気口１２ｅ，１２ｆから外部空気がチャンバー２ａ，３ａ内に逆流して侵入するのを防止することができる。外部空気の逆流による一時的な酸素濃度の上昇もなく、ダウンタイムなしに露光を開始することができる（Ｓ．４９）。

30

【００６５】

[変形例]

なお、狭窄排気口１２ｅ，１２ｆに切り替えた後にチャンバー２ａ，３ａ内の圧力が上昇しすぎるような場合は、例えば図１０にチャンバー２ａの排気部分の部分拡大図を示すように、狭窄排気口１２ｅの排気ライン上に圧力開放弁２２を設けてもよい。それにより、チャンバー２ａ内の内圧が一定圧力以上となった場合に圧力開放弁２２が自動的に開成され、チャンバー内圧の過剰上昇を防止することができるうえに、チャンバー２ａ，３ａ内の圧力制御をさらに正確に行うことができる。

40

【００６６】

以上、本発明の好ましい実施の形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、その要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００６７】

【図１】本発明の実施の形態１に係る露光装置の概略内部構成を示すブロック図である。

【図２】図１に示す露光装置において不活性ガスパージを行う手順を示すフローチャートである。

【図３】本発明の不活性ガスパージ方法によりチャンバー内をパージした場合と、従来の

50

不活性ガスパージ方法によりチャンバー内をパージした場合のチャンバー内酸素濃度を測定した測定結果である。

【図４】図１に示す露光装置によるデバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図５】図４に示すステップ１０４の詳細なフローチャートである。

【図６】本発明の実施の形態２に係る露光装置の概略内部構成を示すブロック図である。

【図７】図６に示す露光装置において不活性ガスパージを行う手順を示すフローチャートである。

【図８】本発明の実施の形態３に係る露光装置の概略内部構成を示すブロック図である。

【図９】図８に示す露光装置において不活性ガスパージを行う手順を示すフローチャートである。 10

【図１０】本発明の変形例に係る露光装置の照明光学系を収容するチャンバーの排気部分の部分拡大図である。

【図１１】従来の露光装置の概略内部構成を示すブロック図である。

【図１２】図１１に示す露光装置において不活性ガスパージを行う手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【００６８】

１ａ，１００ａ：レーザー光（照明光）

１Ｒ，１００Ｒ：レチクル（原版） 20

１Ｗ，１００Ｗ：ウエハ（基板）

２，１０２：照明光学系

２ａ，３ａ，１０２ａ，１０３ａ：チャンバー

３，１０３：投影光学系

６，１０６：窒素供給装置（ガス供給部）

６ａ，１０６ａ：窒素ガス（不活性ガス）

１０ａ，１０ｂ，１１０ａ，１１０ｂ：流量コントローラ（ガス供給路制御部）

１２ｃ，１２ｄ：排気口

１２ｅ，１２ｆ：狭窄排気口

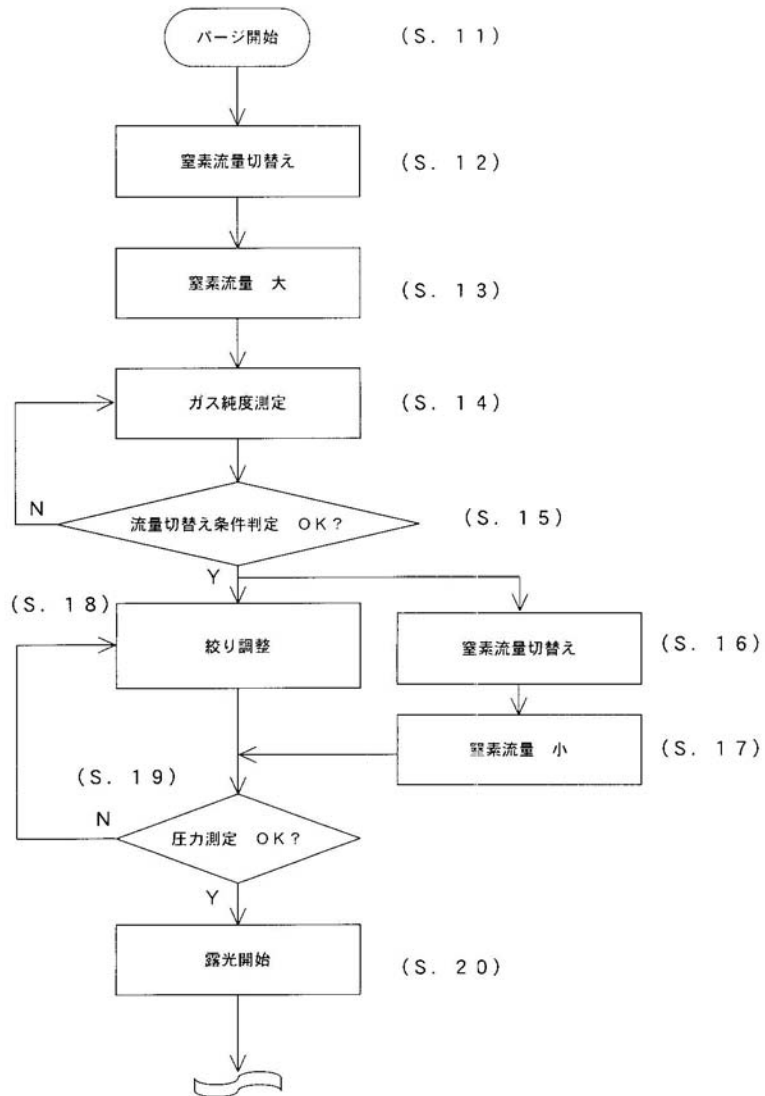
１２ａ，１２ｂ，１１２ａ，１１２ｂ：バルブ（排気流量制御部の一部） 30

１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１１３ａ，１１３ｂ，１１３ｃ：酸素濃度測定器（濃度検出部）

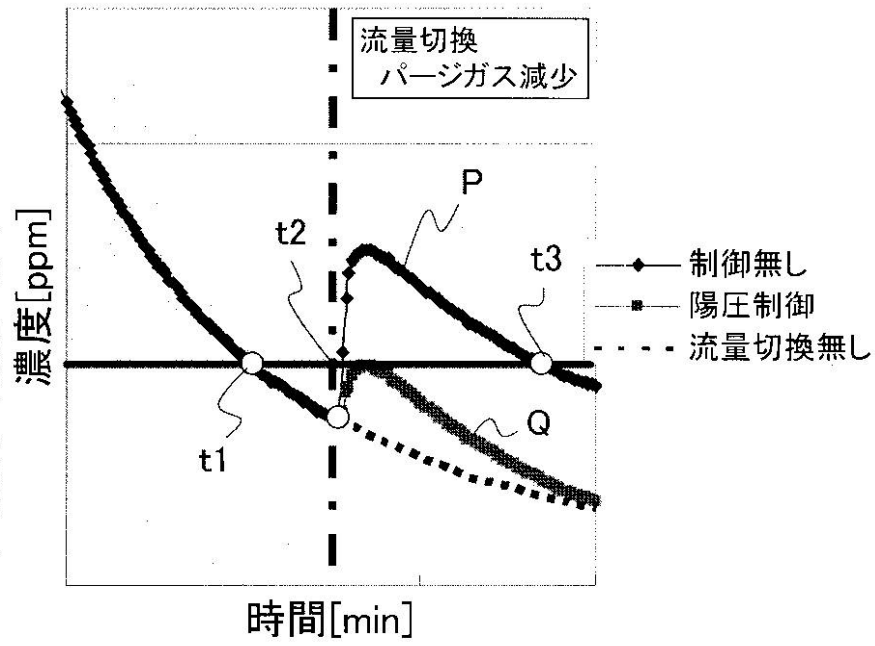
１４ａ，１４ｂ，１４ｃ，１４ｄ：圧力計（圧力検出部）

５００，Ｓ，Ｓ２，Ｓ３：露光装置

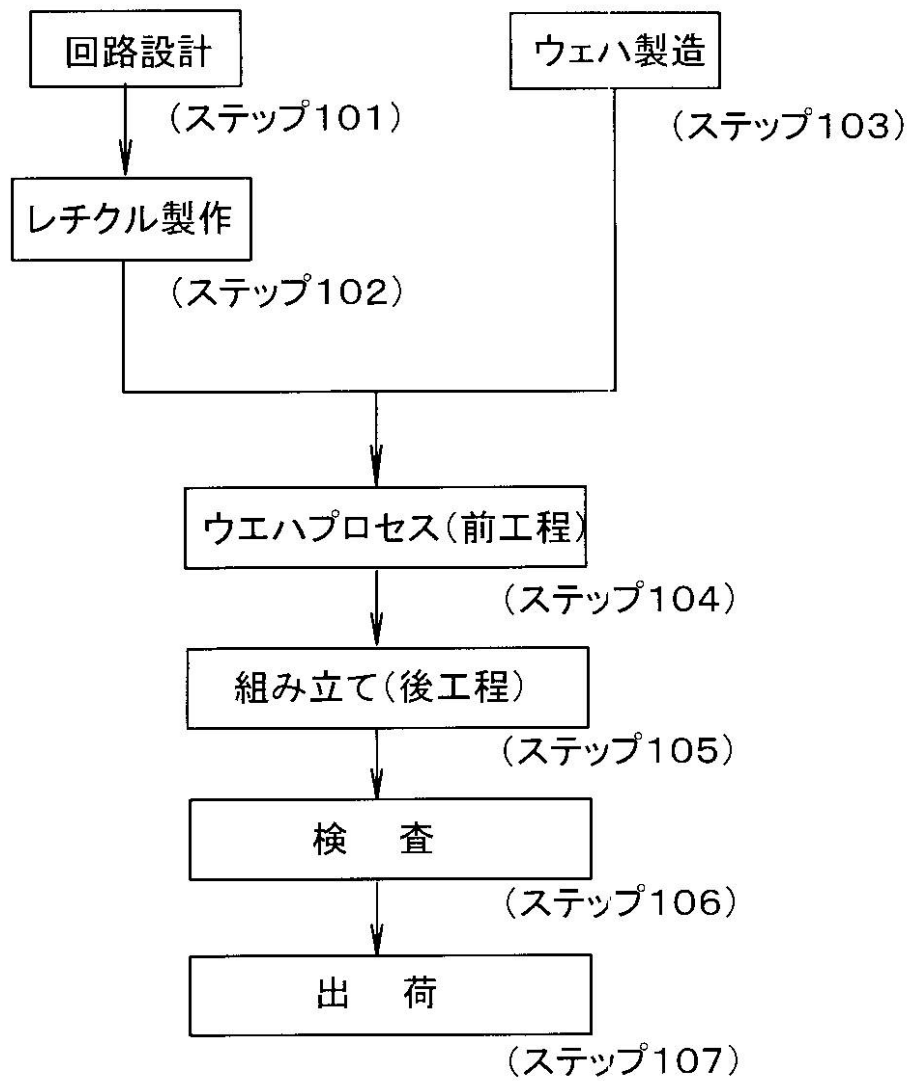
【 図 2 】



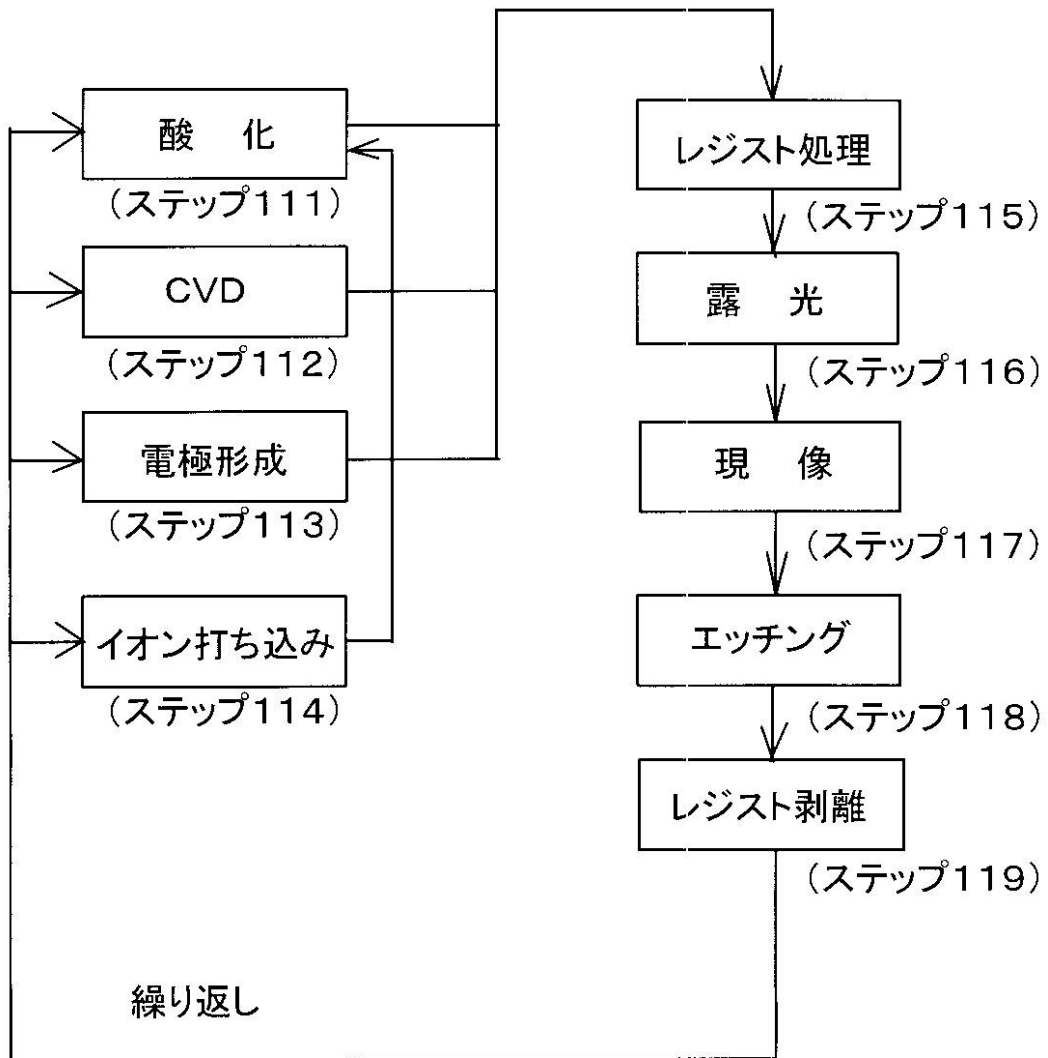
【 図 3 】



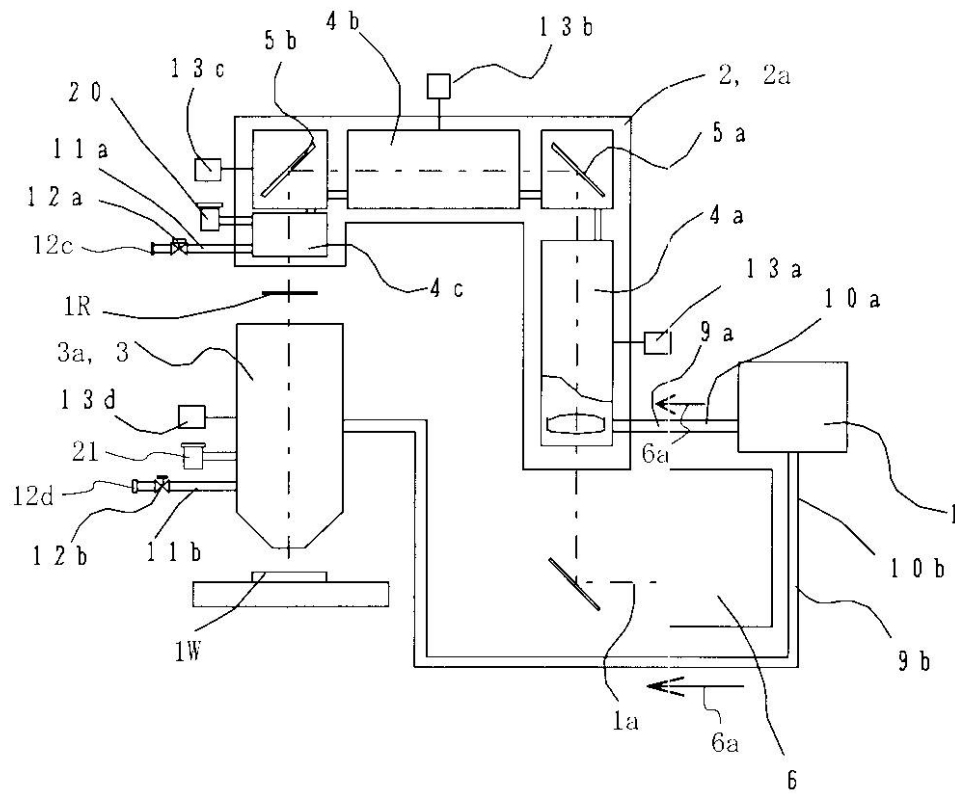
【 図 4 】



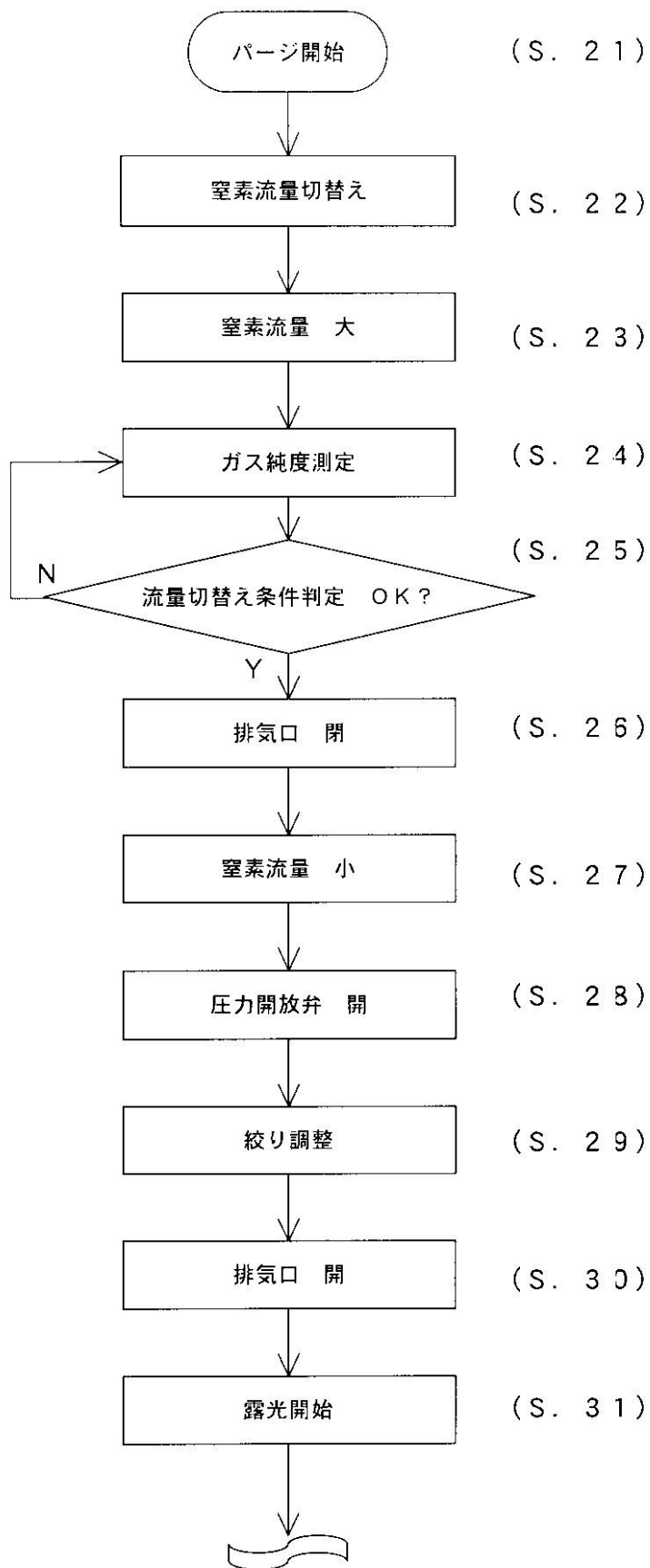
【 図 5 】



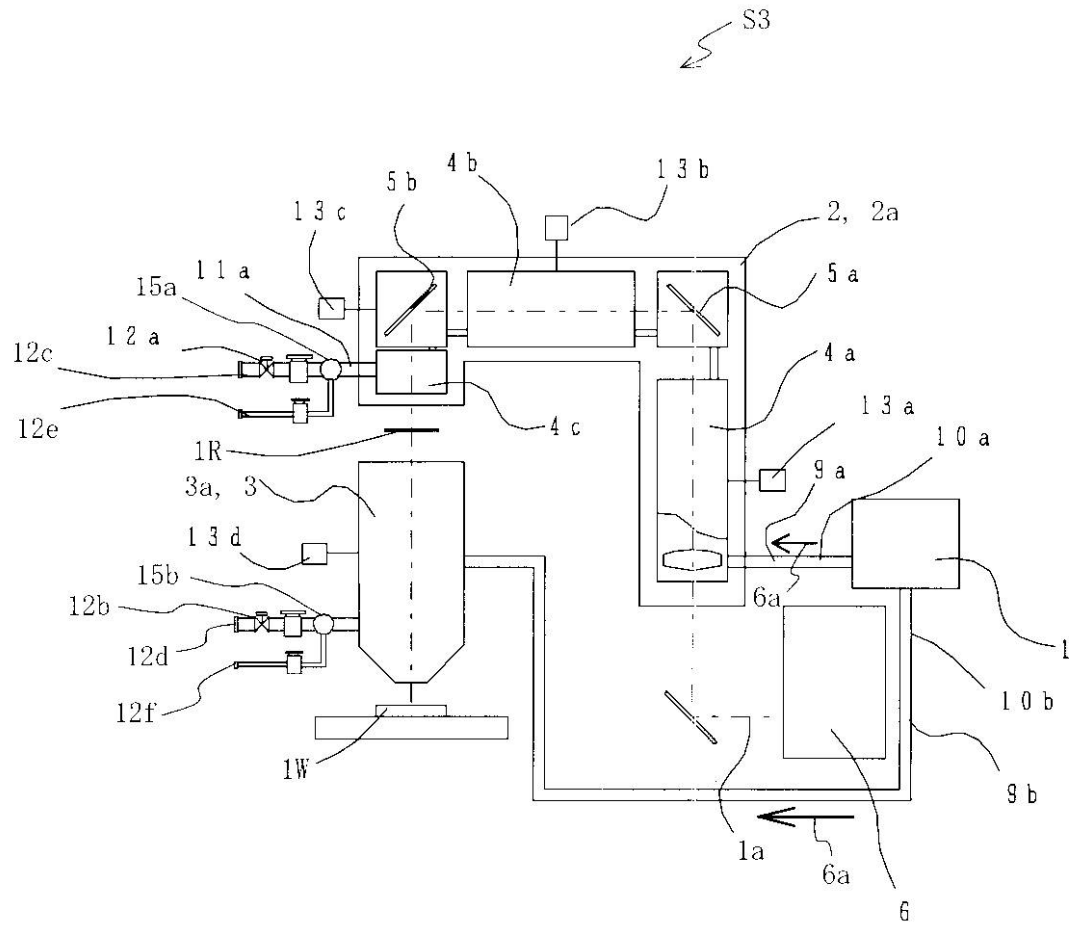
S2



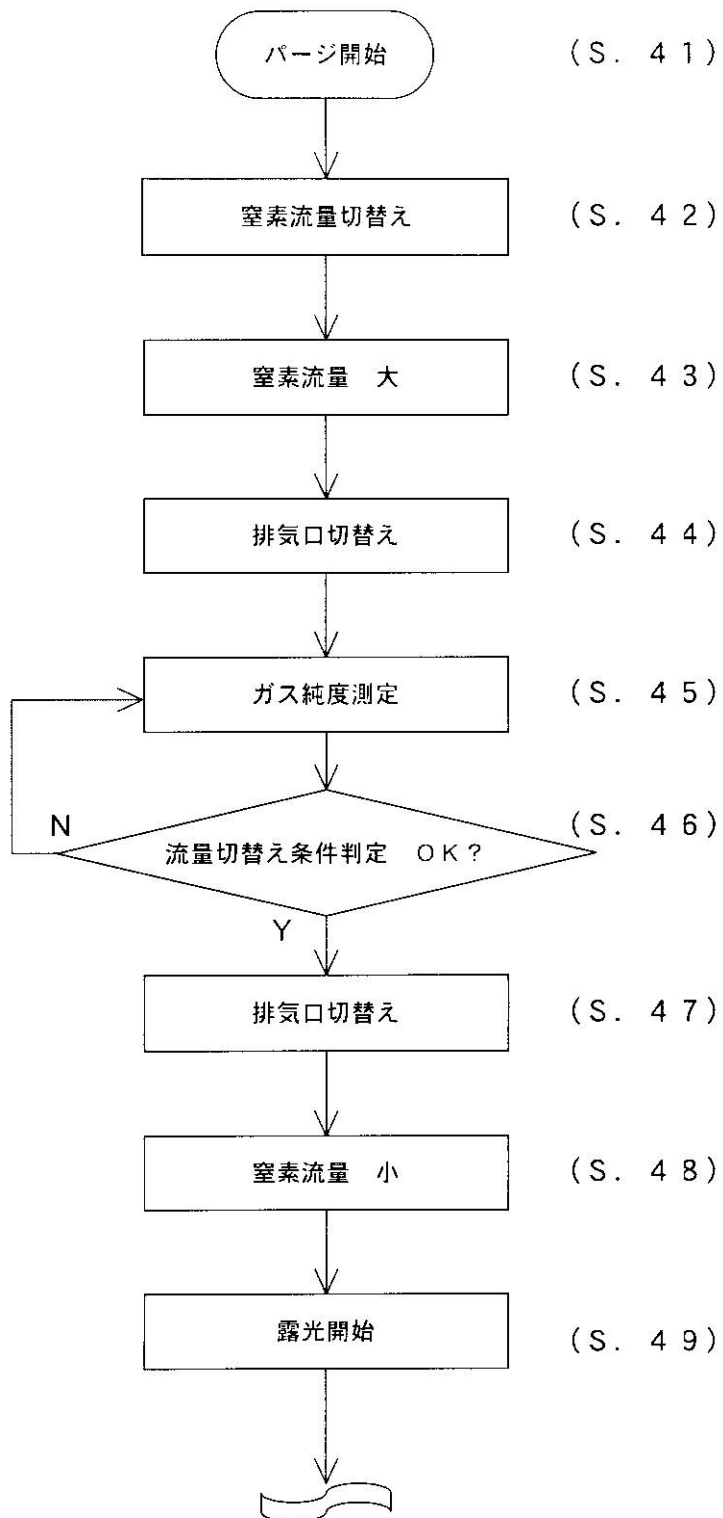
【 図 7 】



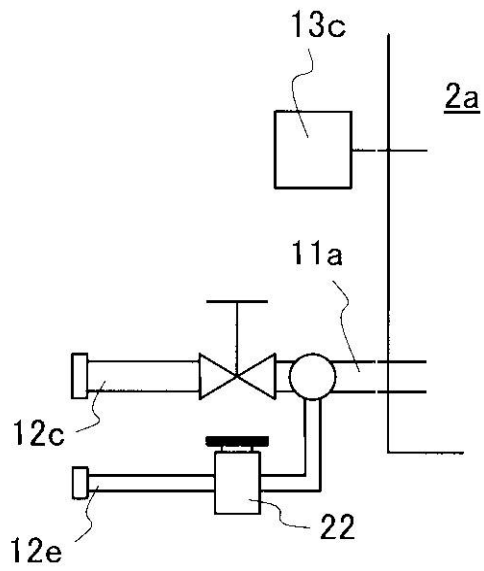
【図 8】



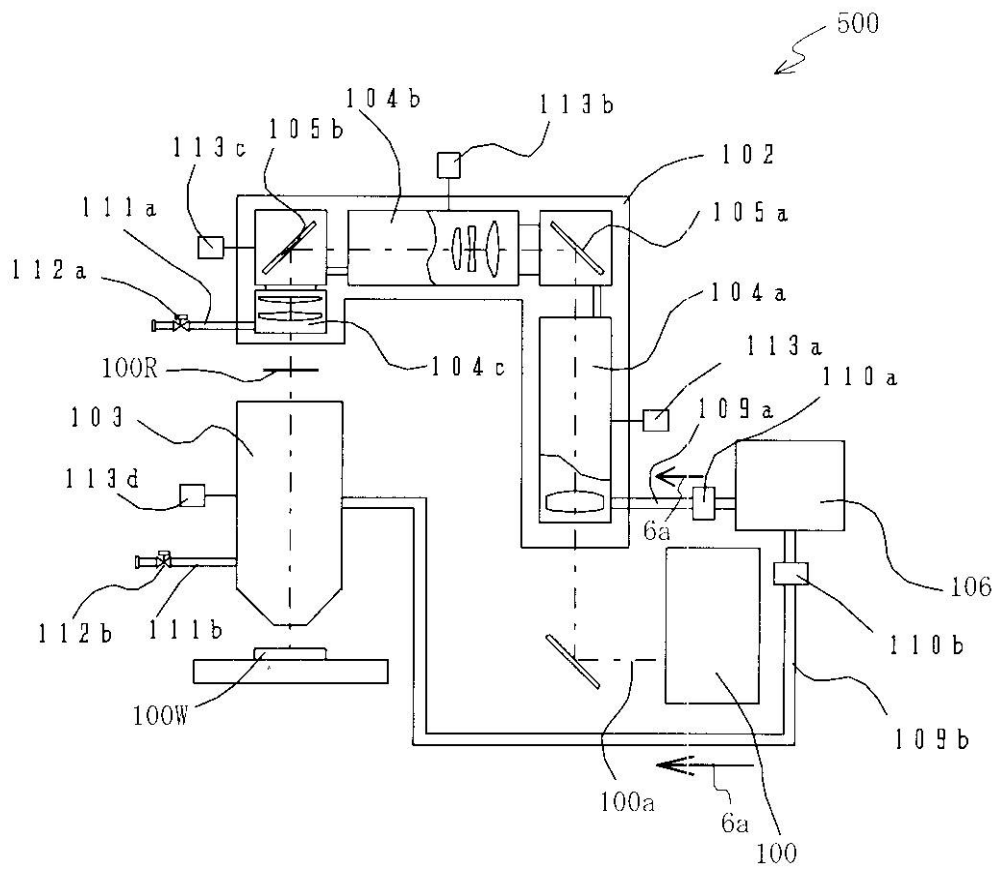
【 図 9 】



【図 10】



【図 11】



【 図 1 2 】

