

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4564742号
(P4564742)

(45) 発行日 平成22年10月20日(2010.10.20)

(24) 登録日 平成22年8月6日(2010.8.6)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/677 (2006.01)	HO 1 L 21/68 A
BO 8 B 7/00 (2006.01)	BO 8 B 7/00
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 0 3 G
	HO 1 L 21/30 5 3 1 Z

請求項の数 5 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2003-404023 (P2003-404023)
 (22) 出願日 平成15年12月3日(2003.12.3)
 (65) 公開番号 特開2005-166970 (P2005-166970A)
 (43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)
 審査請求日 平成18年12月4日(2006.12.4)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (72) 発明者 江渡 良
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 米川 雅見
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 (72) 発明者 原 真一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マスクを介して基板の露光を行う露光装置であって、
 大気圧の雰囲気下で前記マスクを搬送する第1の搬送手段を含むブースと、
 第1の真空度の雰囲気下で前記露光を行う処理チャンバと、
 前記マスクに付着したパーティクルを除去する除去手段と、プラスの帯電とマイナスの
 帯電とを所定の周波数で交互に切り替えられるように構成されて前記除去手段により除去
 されたプラスに帯電しているパーティクルおよびマイナスに帯電しているパーティクルを
 捕集する金網とを含み、前記第1の真空度より低い0.1Paと100Paとの間の第2
 の真空度の雰囲気に保たれ、前記ブースと前記処理チャンバとの間に配置された真空室と

10

、
 前記ブースと前記真空室との間に配置され、前記大気圧の雰囲気と前記第2の真空度の
 雰囲気との置換が可能であり、それを介して前記マスクが搬送される第1のロードロッ
 ク室と、

前記真空室と前記処理チャンバとの間に配置され、前記第2の真空度の雰囲気と前記第
 1の真空度の雰囲気との置換が可能であり、それを介して前記マスクが搬送される第2の
 ロードロック室と、
 を有することを特徴とする露光装置。

【請求項2】

前記真空室は、前記第1のロードロック室と前記第2のロードロック室との間で前記マ

20

スクを搬送する第2の搬送手段を含む、ことを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】

前記除去手段は、パルスレーザー光、赤外線、マイクロ波、またはガスを固体化した粒子を用いて前記パーティクルを除去する、ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の露光装置。

【請求項4】

前記第2の搬送手段は、熱泳動力を用いて前記マスクへのパーティクルの付着を抑止する抑止手段を含む、請求項2に記載の露光装置。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の露光装置を用いて、マスクを介し基板を露光するステップと、

前記ステップで露光された基板を現像するステップと、
を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マスクを介して基板の露光を行う露光装置、及びデバイス製造方法に関する

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ（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、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。

【0003】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（NA）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど、解像度はよくなる。このため、近年の半導体素子の微細化への要求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（i線（波長約365nm））、KrFエキシマレーザー（波長約248nm）、ArFエキシマレーザー（波長約193nm）と用いられる紫外線光の波長は短くなってきた。

【0004】

しかし、半導体素子は急速に微細化しており、紫外線光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで、0.1μm以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外線よりも更に波長が短い極端紫外線（EUV）光（波長10nm乃至15nm程度）を用いた縮小投影露光装置（以下、「EUV露光装置」と称する。）が開発されている。

【0005】

EUV光などの波長の短い露光光は大気中での減衰が激しいため、露光装置の露光部をチャンバに収納し、かかるチャンバ内を露光光の減衰の少ない真空雰囲気とすることが行われている。

【0006】

このような処理システムでは、被処理体である基板を露光部の設けられたチャンバと大気中の基板供給部との間で搬送するためにロードロック室が設けられている（例えば、特許文献1参照）。ここで、被処理体である基板とは、露光の原版である回路パターンが形成されたマスク又はレチクル（本出願では、これらの用語を交換可能に使用する。）であり、露光光を透過する透過型マスクや反射する反射型マスクがある。

【0007】

図18は、従来の処理システム1000の構成を示す概略ブロック図であって、図18(a)は断面図、図18(b)は上視図である。処理システム1000において、露光部を収納する処理チャンバ1100内は、高真空雰囲気となっている。また、処理チャンバ

10

20

30

40

50

1100には、第2の搬送手段1112が設けられたチャンバ予備室1110が接続されている。

【0008】

大気中には、基板供給部であるキャリア載置部1310を有し、かかるキャリア載置部1310とロードロック室1200にアクセス可能に構成された第1の搬送手段1320とを有する。なお、第1の搬送手段1320を取り囲むようにクリーンブース1300が設けられている。

【0009】

ロードロック室1200は、大気中のキャリア載置部1310との間を遮断する第1のゲート弁1210と、チャンバ予備室1110との間を遮断する第2のゲート弁1220とを有する。

10

【0010】

処理システム1000の動作について説明する。第1の搬送手段1320がキャリア載置部1310に載置されたキャリアから1枚のマスクを取り出し、かかるマスクをロードロック室1200まで搬送する。マスクがロードロック室1200まで搬送されて載置台上に載置されると、大気側の間を第1のゲート弁1210を閉じて遮断し、ロードロック室1200の雰囲気との置換が行われる。

【0011】

ここで、ロードロック室1200の雰囲気との置換について説明する。第1のゲート弁1210及び第2のゲート弁1220を閉じてクリーンブース1300及び処理チャンバ1100とが遮断されると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気管を介して図示しない真空排気ポンプによってロードロック室1200のガスが排気される。所定の真空度までロードロック室1200の排気が行われた後、真空排気弁を閉じ真空排気を停止する。

20

【0012】

ロードロック室1200の雰囲気との置換が終了すると、第2のゲート弁1220が開き、処理チャンバ1100内の第2の搬送手段1112によってマスクが取り出され、処理チャンバ1100に収納された露光部へ搬送される。露光部において使用されたマスクは、第1の搬送手段1320及び第2の搬送手段1112によってロードロック室1200を経由してキャリア載置部1310に戻される（例えば、特許文献1乃至4参照。）。

30

【特許文献1】特開10-092724号公報

【特許文献2】特開平10-233423号公報

【特許文献3】特開2000-123111号公報

【特許文献4】特開2001-085290号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかし、マスクを搬送する際やロードロック室を真空雰囲気に置換する際に、パーティクル（ゴミ）がマスクに付着する問題を生じる場合がある。例えば、ロードロック室の雰囲気置換時の排気によってパーティクルが巻き上げられ、これがマスクに付着してしまう。パーティクルが付着したマスクは、パーティクル付着部分において、露光光を透過及び反射しないために高品位な露光を行えない（露光欠陥の発生）という問題を引き起こしてしまう。

40

【0014】

そこで、マスクへのパーティクルの付着を防止するための方法が各種提案されている。例えば、転写パターンが形成されている面をパーティクルから保護するためのペリクルをマスクに設ける方法が提案されているが、EUV光などの短波長化した処理システムにおいては、材質や構造の制約から適用することができない場合がある。露光光が短波長化した場合、上述したように、物質による光の吸収が非常に大きくなるために可視光や紫外光で用いられていた硝材を用いることは難しく、更に、EUV光の波長領域では使用できる

50

硝材が存在しなくなるために、ペリクルを設けることができない。

【0015】

また、マスクに付着したパーティクルを検出する検出機構を処理チャンバ内に設ける方法も提案されている。しかし、かかる方法によれば、検出機構を高真空雰囲気処理チャンバ内に設けることで、処理チャンバの容積の増大及び処理チャンバに存在する部材が増加し、高真空雰囲気に到達するまでに長い時間を要するためにスループットが低下してしまう。また、高真空雰囲気を維持することが難しくなる。そこで、マスクに付着したパーティクルを検出する検出機構を大気中（即ち、クリーンブース）に設け、パーティクルが付着していないことを確認した後に処理チャンバに搬入することも考えられるが、これでは搬送中のパーティクルの付着に対処することができない。

10

【0016】

一方、真空雰囲気に置換する際に付着するパーティクルに対しては、排気の開始時にゆっくり引き始めたり、排気の開始時に排気量を抑える手段を設けたりする（即ち、排気を遅くする）ことで、パーティクルの巻き上げを抑止する方法が提案されている。しかし、排気を遅くすると、当然、高真空雰囲気に到達するまでに長時間を要し、スループットが低下してしまう。

【0017】

そこで、本発明は、マスクに付着したパーティクルの低減に有利な露光装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0018】

本発明の一側面としての露光装置は、マスクを介して基板の露光を行う露光装置であって、大気圧の雰囲気下で前記マスクを搬送する第1の搬送手段を含むブースと、第1の真空度の雰囲気下で前記露光を行う処理チャンバと、前記マスクに付着したパーティクルを除去する除去手段と、プラスの帯電とマイナスの帯電とを所定の周波数で交互に切り替えられるように構成されて前記除去手段により除去されたプラスに帯電しているパーティクルおよびマイナスに帯電しているパーティクルを捕集する金網とを含み、前記第1の真空度より低い0.1Paと100Paとの間の第2の真空度の雰囲気に保たれ、前記ブースと前記処理チャンバとの間に配置された真空室と、前記ブースと前記真空室との間に配置され、前記大気圧の雰囲気と前記第2の真空度の雰囲気との置換が可能であり、それを介して前記マスクが搬送される第1のロードロック室と、前記真空室と前記処理チャンバとの間に配置され、前記第2の真空度の雰囲気と前記第1の真空度の雰囲気との置換が可能であり、それを介して前記マスクが搬送される第2のロードロック室と、を有することを特徴とする

30

【0026】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、例えば、マスクに付着したパーティクルの低減に有利な露光装置を提供することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、添付図面を参照して、本発明の一側面としての処理システムについて説明する。なお、各図において、同一の部材については、同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。ここで、図1は、本発明の一側面としての処理システム1の構成を示す概略ブロック図であって、図1(a)は断面図、図1(b)は上視図である。

【0029】

本実施形態の処理システム1は、被搬送体としてのマスク（又はウェハ）を搬送し、搬

50

送したマスク（又はウェハ）を用いて露光処理を行うが、本発明は、処理システムの処理を露光に限定するものではない。但し、露光処理は、上述のように、パーティクルの付着が少ないマスク（又はウェハ）及び高いスループットを要求するものであるから、本発明に好適である。なお、本実施形態においては、被搬送体としてのマスクの搬送を例に説明する。

【0030】

処理システム1は、図1に示すように、マスクを用いて露光処理を行う露光処理部として、図14を参照して後述する露光装置800を内包し、高真空雰囲気中に保たれている処理チャンバ100と、0.1Pa乃至100Paの間の任意の低真空雰囲気中に保たれている真空室200と、一又は複数のマスクを収納して大気圧に維持されるマスク供給部としてのキャリア載置部310とを有する。本実施形態では、キャリア載置部310は、SMIFシステムとなっている。また、処理チャンバ100には、後述する第3の搬送手段112を収納したチャンバ予備室110が接続されている。

10

【0031】

真空室200の雰囲気ガスは特に限定するものではないが、ここでは供給及び排気の動作をより簡略化するために通常の空気としている。雰囲気ガスに空気を使用した場合に湿度やO₂の存在が問題となるようであれば、N₂やHeなどの他のガス雰囲気を使用してもよい。但し、N₂やHeなどの他のガス雰囲気を使用する場合には、後述する第1のロードロック室400の雰囲気置換動作に注意が必要である。

【0032】

真空室200とキャリア載置部310との間及びチャンバ予備室110と真空室200との間には、異なる雰囲気の間でマスクの受け渡しを可能とするための第1のロードロック室400及び第2のロードロック室500が設けられ、大気側のキャリア載置部310、真空室200、チャンバ予備室110の各々は、第1のゲート弁410、第2のゲート弁420、第3のゲート弁510、第4のゲート弁520を介して接続されている。

20

【0033】

大気中には、キャリア載置部310と第1のロードロック室400との間でマスクを搬送する第1の搬送手段320が設けられ、第1の搬送手段320を取り囲むようにクリーンブース300が設けられる。換言すれば、クリーンブース300は、大気中のマスク搬送部を全て内包するように構成されている。このため、第1のロードロック室400は、大気側の開口部がクリーンブース300内に開口しており、キャリア載置部310においても、SMIFシステムがクリーンブース300に向けて開口するようにクリーンブース300の壁面に設置される。

30

【0034】

真空室200には、第1のロードロック室400及び第2のロードロック室500と、真空室200内に設けられる後述する検出手段600及び除去手段700とアクセス可能に構成され、第1のロードロック室400と第2のロードロック室500との間でマスクを搬送する第2の搬送手段210が設けられる。

【0035】

チャンバ予備室110には、第2のロードロック室500と処理チャンバ100内の露光装置800との間でマスクを搬送する第3の搬送手段112が設けられる。

40

【0036】

ここで、第1の搬送手段320、第2の搬送手段210及び第3の搬送手段112のマスクハンドリングについて説明する。図2は、図1に示す第1の搬送手段320がマスクMを保持した状態を示す概略断面図である。第1の搬送手段320は、図2に示すように、マスクMをメカ的なクランプによって保持して搬送する。具体的には、第1の搬送手段320は、転写パターンPが形成されたパターン面MPを重力方向に向けてマスクMを保持するように構成された保持ハンド320を有する。保持ハンド320は、開閉自在に構成された保持ツメ322を有し、少なくとも2つのツメでマスクMのエッジ部分を挟んで保持する。なお、第2の搬送手段210及び第3の搬送手段112も第1の搬送手段32

50

0と同様の構成を有して、マスクMを保持及び搬送する。

【0037】

また、第1の搬送手段320及び第2の搬送手段210には、搬送中にマスクMにパーティクルが付着することを抑止するための抑止手段324が設けられている。抑止手段324は、例えば、熱泳動力の原理を用いてマスクMへのパーティクルの付着を抑止する。抑止手段324は、マスクM及びその近傍を加熱する加熱部324aと、マスクMに近接する位置に設けられ、マスクMより低温に保たれた冷却部324bとを有する。

【0038】

マスクMの搬送される空間に浮遊するパーティクルがマスクMに向かって近づいた場合、熱泳動力の原理によって、パーティクルにはマスクMから冷却部324bに向かう力(熱泳動力)が働く。従って、パーティクルは、マスクMから離れて冷却部324bに近づくことになり、マスクMにパーティクルが付着することを防止することができる。

10

【0039】

なお、第3の搬送手段320は、高真空雰囲気中に配置されているため、抑止手段324を設けなくてもよい。熱泳動力によるマスクMへのパーティクルの付着の抑制は、熱泳動力がある程度の圧力がないと有効に働かないことと、高真空雰囲気中では、パーティクルの存在が極めて少なく、また、存在するパーティクルも自重により垂直に落下するためにマスクMに付着する可能性がないからである。

【0040】

真空室200には、マスクに付着したパーティクルを検出する検出手段600と、マスクに付着したパーティクルを除去する除去手段700が設けられる。

20

【0041】

検出手段600の一例を図3及び図4に示す。図3は、図1に示す検出手段600の構成の一例を示す概略断面図である。図4は、図1に示す検出手段600の構成の一例を示す概略上視図である。検出手段600は、光源部610からレーザー光をマスクMに向かって照射し、パーティクルに当たって反射したレーザー光をディテクタ620で受光し、パーティクルの大きさや位置を検出するものである。

【0042】

検出手段600は、図4に示すように、マスクMを水平方向の2軸に走査可能なステージ630にチャック632を介して保持し、レーザー光を照射すると共にマスクMを走査駆動して、マスクMの全面に亘ってパーティクルの検知を実現している。

30

【0043】

除去手段700の一例を図5に示す。図5は、図1に示す除去手段700の構成の一例を示す概略断面図である。除去手段700は、照射部710からパルス状のレーザー光をマスクMの所定の位置に照射するように構成されている。検出手段600が検出したパーティクルの付着したマスクMの付着位置にパルス状のレーザー光を照射すると、マスクMにエネルギーが与えられることとなり、表面弾性波が発生する。かかる表面弾性波は、パーティクルに運動エネルギーを与えるために、マスクMからパーティクルを除去することができる。

【0044】

真空室200では、パーティクルがガス分子と衝突して重力方向に反する方向(上向き)の力が与えられる分よりも重力による沈下分の方が大きい。つまり、基本的に、パーティクルは重力によって落下する。しかし、マスクから除去されたパーティクルが、マスクに戻って再度付着する場合がある。そこで、本実施形態の除去手段700は、除去したパーティクルを吸着する吸着部720を有する。

40

【0045】

吸着部720は、図5に示すように、金網などの金属部720Aとして具体化される。パーティクルは、剥離帯電などによって帯電しているため、帯電させた金属部720Aを適当な間隔をもたせてマスクMと対向させる。但し、パーティクルがプラスに帯電しているのか、マイナスに帯電しているのかは一定ではない。そこで、金属部720Aは、プラ

50

スの帯電とマイナスの帯電とを交互に切り替えられるように構成され、かかる切り替えは、数秒毎のゆっくりしたものから数十Hzの早いものまで任意に選択が可能になっている。

【0046】

マスクMから除去された(離れた)パーティクルは、電荷及び重力により金属部720Aに近づくため、金属部720Aに捕集され、マスクMに戻って再付着することがない。また、パーティクルを除去するパルス状のレーザー光は、金属部720Aを通して(上述したように、金網の場合には、金網の目を通して)、マスクMに照射される構成となっている。

【0047】

次に、処理システム1の動作、即ち、マスクの搬送について説明する。まず、大気中のキャリア載置部310に第1の搬送手段320が進入し、マスクを1枚取り出す。マスクを保持した第1の搬送手段320はアームを縮め、第1のロードロック室400の状態を確認する。第1のロードロック室400がマスクを受け入れ可能な状態、即ち、大気雰囲気、且つ、第1のゲート弁410が開いている状態であるならば、第1の搬送手段320は、第1のロードロック室400にマスクを搬送する。マスクが第1のロードロック室400に収納されると、雰囲気の置換を行うために、第1のゲート弁410が閉じられる。

【0048】

第1のゲート弁410が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより第1のロードロック室400内のガスの排気を開始される。第1のロードロック室400が所定の圧力に到達するまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。第1のロードロック室400の圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の圧力の範囲内であれば第1のロードロック室400の雰囲気の置換は完了となる。

【0049】

第1のロードロック室400の雰囲気の置換が完了すると、第2のゲート弁420が開き、第2の搬送手段210が第1のロードロック室400に進入してマスクを第1のロードロック室400から搬出する。第2の搬送手段210は、マスクを真空室200内の図示しないマスクチャックに受け渡し、真空室200へのマスクの搬送が終了する。

【0050】

なお、第1のロードロック室400の雰囲気ガスにN₂やHe等を使用した場合の雰囲気の置換を以下に示す。第1のゲート弁410が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより第1のロードロック室400内のガスの排気を開始される。第1のロードロック室400が所定の真空度に到達するまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。ここで、所定の真空度は、第1のロードロック室400及び真空室200の容積、搬送の頻度、真空室200の雰囲気ガスの純度の仕様などに基づいて決定され、真空室200の通常圧力より十分に低く設定されている。排気が終了すると、図示しないガス供給弁が開かれ、図示しないガス供給手段から所定の雰囲気ガスが供給される。所定の圧力まで雰囲気ガスが供給されると、ガス供給弁が閉じられる。第1のロードロック室400の圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の圧力の範囲内であれば第1のロードロック室400の雰囲気の置換は完了となる。第1のロードロック室400の雰囲気の置換後のマスクの搬送等は、上述した通りである。

【0051】

次に、真空室200に搬入されたマスクへのパーティクルの付着を検出手段600により検出する。まず、移動可能に構成されたステージ630のチャック632がマスクを保持し、かかるステージ630が所定の位置へ移動する。所定の位置では、検出手段600の光源部610からのレーザー光が、マスクの端部に照射されるように設定されている。

【0052】

所定の位置から水平面内の2軸の方向にステージ630が移動すると共に、レーザー光がマスクに照射される。マスク上にパーティクルが存在しなければ、マスクからの反射光は、入射角に等しい角度で反対方向に反射される。マスク上にパーティクルが存在すると

10

20

30

40

50

、反射光はかかるパーティクルの形状により様々な方向に反射されて散乱する。

【 0 0 5 3 】

従って、ディテクタ 6 2 0 でレーザー光の反射光をモニタすることで、かかる反射光の様子からパーティクルの存在と形状を検出することができる。また、ステージ 6 3 0 の位置情報からマスク上のどの位置にパーティクルが存在しているのかも判別することができる。マスクの全面においてパーティクルの検出が終了すると、続いて、パーティクルの除去が行われる。

【 0 0 5 4 】

まず、検出手段 6 0 0 でパーティクルを検出した位置に、除去手段 7 0 0 の照射部 7 1 0 からのレーザー光が照射されるように、ステージ 6 3 0 が移動する。レーザー光がマスクに照射されると、マスクはレーザー光の入射でエネルギーが与えられ、表面に表面弾性波が発生する。マスク表面の表面弾性波は、マスクに付着したパーティクルに運動エネルギーを与え、かかる運動エネルギーによりパーティクルはマスク表面から離脱する。離脱したパーティクルは、剥離帯電により帯電しており、マスク近傍に平行に配置された数乃至数十 Hz でプラスとマイナスの帯電を切り替えることが可能な金網などの金属部 7 2 0 A に吸着されて除去される。

【 0 0 5 5 】

マスク上にパーティクルが複数個存在した場合には、次のパーティクルの存在する位置に照射部 7 1 0 からのレーザー光が照射されるようにステージ 6 3 0 を移動する。ステージ 6 3 0 が移動した後に照射部 7 1 0 からレーザー光がマスクに照射され、パーティクルが除去される。パーティクルの除去は、マスク上に存在するパーティクルが全て除去されるまで繰り返す。なお、パーティクルの除去の際には、真空室 2 0 0 は、1 0 0 Pa 以下の圧力に維持されている。換言すれば、1 0 0 Pa 以下の圧力雰囲気下でパーティクルは除去される。

【 0 0 5 6 】

パーティクルの検出及び除去が行われたマスクは、第 2 の搬送手段 2 1 0 により第 2 のロードロック室 5 0 0 へ搬送される。第 2 の搬送手段 2 1 0 がステージ 6 3 0 のチャック 6 3 2 からマスクを取り出すと、第 2 のロードロック室 5 0 0 の状態を確認する。

【 0 0 5 7 】

第 2 のロードロック室 5 0 0 がマスクを受け入れ可能な状態、即ち、第 2 のロードロック室 5 0 0 が真空室 2 0 0 の圧力と所定の圧力差以内の圧力、且つ、第 3 のゲート弁 5 1 0 が開いている状態であるならば、第 2 の搬送手段 2 1 0 は、第 2 のロードロック室 5 0 0 にマスクを搬送する。マスクが第 2 のロードロック室 5 0 0 に収納されると、第 3 のゲート弁 5 1 0 が閉じられる。

【 0 0 5 8 】

第 3 のゲート弁 5 1 0 が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより第 2 のロードロック室 5 0 0 内のガスの排気を開始される。ここで、第 2 のロードロック室 5 0 0 の到達したい圧力は高真空雰囲気（例えば、 1×10^{-8} Pa）であるので、第 1 のロードロック室 4 0 0 を排気した真空排気ポンプでは排気することができない。従って、第 2 のロードロック室 5 0 0 の真空排気ポンプは、第 1 のロードロック室 4 0 0 の真空排気ポンプとは異なるものを使用している。具体的には、ターボ分子ポンプを用いるのが一般的であるが、本実施形態では真空排気ポンプの種類によるものではないため特定の真空排気ポンプについて言及はしない。第 2 のロードロック室 5 0 0 が所定の真空度に達成するまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。第 2 のロードロック室 5 0 0 の真空度を図示しない圧力検知手段で検知し、所定の真空度の範囲内であれば第 2 のロードロック室 5 0 0 の雰囲気の置換は完了となる。

【 0 0 5 9 】

第 2 のロードロック室 5 0 0 の雰囲気の置換が完了すると、第 4 のゲート弁 5 2 0 が開き、第 3 の搬送手段 1 1 2 が第 2 のロードロック室 5 0 0 に進入してマスクを第 2 のロードロック室 5 0 0 から搬出する。第 3 の搬送手段 1 1 2 は、第 2 のロードロック室 5 0 0

10

20

30

40

50

から取り出したマスクを処理チャンバ100内に収納された露光処理部である露光装置800に搬送し、かかるマスクを用いて露光装置800が露光を行う。

【0060】

本実施形態では、パーティクルの検出及び除去を真空室200で行った後、第2のロードロック室500にマスクを搬送する例を説明したが、これに限るものではなく、パーティクルの除去を行った後にパーティクルの検出を再度行い、マスク上にパーティクルが存在しなくなったことを確認した後に第2のロードロック室500からマスクを取り出して処理チャンバ100への搬送を行ってもよい。

【0061】

以上、処理システム1は、キャリア載置部310（大気）から真空室200までのマスクの搬送中にパーティクルが付着しても、真空室200でのパーティクルの検出及び除去により、マスクへのパーティクルの付着を防止して高品位な露光処理を行うことができる。更に、真空室200から処理チャンバ100へのマスクの搬送時には、雰囲気が高真空状態となっているために、排気に伴うパーティクルの巻き上げなどが発生しにくく、マスクへのパーティクルの付着を防止することができる。また、パーティクルの検出手段600及び除去手段700が真空室200に配置されているため、処理チャンバ100の大型化を防止することができる。これにより、処理チャンバ100の排気に長時間を要することがなく、スループットを確保することができる。

【0062】

なお、除去手段700は、図6に示すように、マスクMから離脱したパーティクルを捕集してマスクへの再付着を防止する吸着部720として帯電したミラー720Bを使用してもよい。ここで、図6は、図1に示す除去手段700の構成の一例を示す概略断面図である。

【0063】

図6を参照するに、除去手段700は、マスクMの近傍、即ち、マスクMのパターン面MPとほぼ平行、且つ、マスクMと距離Dを離してミラー720Bを有する。ミラー720Bは、反射面722BをマスクM側に向けて設置されている。照射部710は、レーザー光がミラー720Bの反射面722Bで反射してマスクMのパターン面Mに照射されるように、マスクMとミラー720Bとの間に設けられる。なお、ミラー720Bは、プラスの帯電とマイナスの帯電とを交互に切り替えられるように構成されている。

【0064】

パーティクルの除去において、検出手段600でパーティクルを検出した位置に、除去手段700の照射部710からのレーザー光が照射されるように、ステージ630を移動する。レーザー光がミラー720Bの反射面722Bに反射されてマスクMに照射されると、マスクMはレーザー光の入射でエネルギーが与えられ、表面に表面弾性波が発生する。マスクMの表面弾性波は、マスクMに付着したパーティクルに運動エネルギーを与え、かかる運動エネルギーによりパーティクルはマスクMから離脱する。離脱したパーティクルは、剥離帯電により帯電しており、マスクM近傍に平行に配置された数乃至数十Hzでプラスとマイナスの帯電を切り替えることが可能なミラー720Bに吸着されて除去される。

【0065】

また、除去手段700は、図7に示すように、パルスエアをマスクMに吹き付けることでパーティクルを除去してもよい。ここで、図7は、図1に示す除去手段700の構成の一例を示す概略断面図である。

【0066】

図7を参照するに、除去手段700は、小口径のノズル730と、ノズル730に高圧のガスを供給し、ノズル730よりガスを噴出させる圧縮ガス供給部740と、噴出したガスを回収する図示しないガス排気部とを有する。圧縮ガス供給部740からノズル730に供給されるガスは、真空室200の雰囲気ガスと同一であることが好ましい。ここでは、真空室200の雰囲気ガスを100Paの空気として説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

圧縮ガス供給部 7 4 0 は、高圧のガスを一時貯蔵するタンク 7 4 2 と、タンク 7 4 2 に高圧のガスを充填する圧縮部 7 4 4 と、高圧のガスをノズル 7 3 0 に供給する配管 7 4 6 と、配管 7 4 6 に設けられガスの供給と停止を制御するバルブ 7 4 8 とを有する。圧縮部 7 4 4 は、図示しない U L P A フィルタを介して空気を取り込み、圧縮してタンク 7 4 2 に供給する。タンク 7 4 2 内の圧力は、圧縮された空気より 5 0 0 K P a 乃至 7 0 0 K P a の高圧に保たれている。

【 0 0 6 8 】

パーティクルの除去において、検出手段 6 0 0 でパーティクルを検出した位置に、除去手段 7 0 0 のノズル 7 3 0 からの高圧のガスが噴出されるように、ステージ 6 3 0 が移動する。バルブ 7 4 8 が開かれると、配管 7 4 6 を経由してタンク 7 4 2 から高圧のガス（空気）がノズル 7 3 0 に供給され、ノズル 7 3 0 から高圧のガスが噴出する。ノズル 7 3 0 から噴出した空気は、拡散しながらパーティクルの周囲にガスの流れを形成する。このとき、パーティクルにガスが当たってパーティクルに力が加わり、パーティクルがマスク M から離脱して除去される。なお、ガスの流れから考えると、マスク M から離れるほどガスの流速は早くなるため、大きいパーティクルほどより強い力を受けることとなり、除去されやすい傾向を有する。離脱したパーティクルは、剥離帯電により帯電しており、マスク近傍に平行に配置された数乃至数十 H z でプラスとマイナスの帯電を切り替えることが可能な金網などの金属部 7 2 0 A に吸着されて除去される。

【 0 0 6 9 】

マスク M 上にパーティクルが複数個存在した場合には、次のパーティクルの存在する位置にノズル 7 3 0 からの高圧ガスが噴出されるようにステージ 6 3 0 を移動する。ステージ 6 3 0 が移動した後にノズル 7 3 0 から高圧のガスがマスク M に噴出され、パーティクルが除去される。パーティクルの除去は、マスク M 上に存在するパーティクルが全て除去されるまで繰り返す。

【 0 0 7 0 】

また、除去手段 7 0 0 は、図 8 に示すように、赤外線を用いてパーティクルを燃焼させてパーティクルを除去してもよい。ここで、図 8 は、図 1 に示す除去手段 7 0 0 の構成の一例を示す概略断面図である。なお、本実施形態では、赤外線を用いてパーティクルを燃焼させるが、マイクロ波を用いても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

図 8 を参照するに、除去手段 7 0 0 は、赤外線を発生する発生部 7 5 0 と、発生した赤外線を集光する集光部 7 5 2 と、集光した赤外線を照射する照射部 7 5 4 と、赤外線の照射によって燃焼したパーティクルの残渣を除去する残渣除去機構 7 6 0 とを有する。

【 0 0 7 2 】

残渣除去機構 7 6 0 には様々な構成が考えられるが、本実施形態では、吸引によって残渣を除去する構成を示す。残渣除去機構 7 6 0 は、真空ポンプ 7 6 2 と、バルブ 7 6 4 を設けた配管 7 6 6 と、吸引ノズル 7 6 8 から構成される。真空ポンプ 7 6 2 は、常に運転されており、残渣除去時にバルブ 7 6 4 を開いて吸引ノズル 7 6 8 からガスを吸引し、かかるガスの流れで燃焼後のパーティクルの残渣を除去する。

【 0 0 7 3 】

パーティクルの除去において、検出手段 6 0 0 でパーティクルを検出した位置に、除去手段 7 0 0 の照射部 7 5 4 からの赤外線が照射されるように、ステージ 6 3 0 が移動すると、発生部 7 5 0 が作動して赤外線を発生する。発生した赤外線は、集光部 7 5 2 で反射及び集光し、照射部 7 5 4 からマスク M 上のパーティクルに向けて照射される。パーティクルは、赤外線の照射を受けるとそのエネルギーで温度が上昇して燃焼する。

【 0 0 7 4 】

パーティクルの種類によっては、燃焼により残渣を残さずに昇華してしまうものもあるが、有機物などの場合に残渣がマスク上に残留する場合がある。残渣が残留している場合又は残渣の残留が予想される場合は、残渣除去機構 7 6 0 の吸引ノズル 7 6 8 が残渣の残

10

20

30

40

50

留する位置に移動する。なお、残渣は、上述したように、パーティクルの燃焼によって発生するため、残渣の残留する位置は、パーティクルが存在していた位置と同じ位置となる。バルブ764が開かれると、吸引ノズル768からガスが吸引され、かかるガスの流れによってパーティクルの残渣が吸引され、除去される。

【0075】

マスク上にパーティクルが複数個存在した場合には、次のパーティクルの存在する位置に照射部754からの赤外線が照射されるようにステージ630を移動する。ステージ630が移動した後に照射部752から赤外線がマスクM上のパーティクルに照射され、パーティクルが除去される。パーティクルの除去は、マスクM上に存在するパーティクルが全て除去されるまで繰り返す。

10

【0076】

また、除去手段700は、図9に示すように、所定の粒子をマスクMに吹き付けることでパーティクルを除去してもよい。ここで、図9は、図1に示す除去手段700の構成の一例を示す概略断面図である。

【0077】

図9を参照するに、除去手段700は、小口径のノズル770と、ノズル770に所定の粒子を供給し、ノズル770より所定の粒子を噴出させる粒子供給部771と、所定の粒子を発生させる粒子精製部772とを有する。

【0078】

所定の粒子は、真空中で気化するものが好ましく、例えば、ガスを冷却して固体化した物質、且つ、微細な粒子状に形成されている微細粒子を使用する。本実施形態では、炭酸ガス(CO₂)を微細な粒子状に凝固させたドライアイスを用いている。

20

【0079】

このような微細な粒子状のドライアイスは、一般には、外部生成部773で生成されたものをタンク774に貯蔵して使用するが、タンク774での貯蔵中に粒子同士が固着したり、昇華や周囲の炭酸ガスを取り込むことにより粒径が変わってしまったりする場合がある。かかる場合は、ノズル770からの噴出がスムーズに行えないことがあるため、外部生成部773で生成され、タンク774に貯蔵された微細な粒子状のドライアイスは、再度、粒子精製部272で一定の大きさのドライアイスに精製される。

【0080】

ドライアイスの粒径は、低真空雰囲気又は高真空雰囲気のパーティクルを除去する環境下で、ノズル770から噴出した後、除去対象となるパーティクルに到達するまでに昇華して粒径が変化することを考慮して決定される。例えば、粒径0.1μmのパーティクルを除去するために必要なドライアイスの粒径が0.1μmであるとし、パーティクルに到達するまでの昇華によりドライアイスの粒径が20%減少する場合には、ドライアイスの粒径を0.12μm程度に設定すればよい。

30

【0081】

粒子精製部772で粒径及び形状が整えられたドライアイス粒子は、混合タンク775aで高圧のガスと混合され、噴出する力を与えられる。混合タンク775aでドライアイス粒子と混合されてノズル770に供給されるガスは、真空室200の雰囲気ガスと同一であるか、ドライアイスと同一であるかのいずれかであることが好ましい。なお、かかるガスは、本実施形態では、真空室200と同一の100Paの空気としている。

40

【0082】

ドライアイス粒子とガスの混合を行う混合部775は、高圧のガスを貯蔵するタンク775bと、タンク775bに高圧のガスを充填する圧縮部775cと、高圧のガスとドライアイス粒子を混合し貯蔵する混合タンク775aと、高圧のガスと混合されたドライアイス粒子をノズル770に供給する配管775dと、配管775dに設けられドライアイス粒子の供給と停止を制御するバルブ775eとを有する。

【0083】

圧縮部775cは、図示しないULPAフィルタを介して空気を取り込み、圧縮してタ

50

ンク 775 b に供給する。タンク 775 b 内の圧力は、圧縮された空気より 500 KPa 乃至 700 KPa の高圧に保たれている。混合タンク 775 a で高圧ガスと混合されたドライアイス粒子は、配管 775 d を介して粒子供給部 771 に供給され、高圧ガスの噴出に伴ってノズル 770 から噴出する。

【0084】

パーティクルの除去において、検出手段 600 でパーティクルを検出した位置に、除去手段 700 のノズル 730 からのドライアイス粒子が噴出されるように、ステージ 630 が移動する。バルブ 775 e が開かれると、配管 775 d を経由して混合部 775 で高圧ガスと混合されたドライアイス粒子が粒子供給部 771 に供給され、ノズル 770 からドライアイス粒子が噴出する。ノズル 770 から噴出したドライアイス粒子は、拡散しながらパーティクルとその周囲のマスク M に衝突する。このとき、パーティクルにドライアイス粒子が当たってパーティクルに力が加わり、パーティクルがマスク M から離脱し、ドライアイス粒子の流れに沿って除去される。

10

【0085】

なお、離脱したパーティクルは、剥離帯電により帯電しており、マスク M 近傍に平行に配置された数乃至数十 Hz でプラスとマイナスの帯電を切り替えることが可能な金網などの金属部 720 A に吸着されて除去される。

【0086】

マスク M 上にパーティクルが複数個存在した場合には、次のパーティクルの存在する位置にノズル 770 からのドライアイス粒子が噴出されるようにステージ 630 を移動する。ステージ 630 が移動した後にノズル 770 からドライアイスの粒子がマスク M に噴出され、パーティクルが除去される。パーティクルの除去は、マスク M 上に存在するパーティクルが全て除去されるまで繰り返す。

20

【0087】

なお、ドライアイス粒子と共に真空室 200 に噴出された高圧ガスは、本実施形態では空気（又は炭酸ガス）であるので、無害であることに加えて、真空室 200 において炭酸ガスの分圧が上昇してもパーティクルの検出及び除去に影響を与えない。また、所定の粒子も炭酸ガスを凝固させたドライアイス粒子であるから、低真空雰囲気又は高真空雰囲気下において気化又は昇華し、新たなパーティクルの発生原因となることはなく、マスク M に付着してしまうこともない。

30

【0088】

また、図 10 に示すように、マスク M 上に存在するパーティクルの位置に関係なく、例えば、図 5 に示す除去手段 700 の照射部 710 からのパルス状のレーザー光をマスク M の全面に照射されるようにステージ 630 を走査してもよい。これにより、検出手段 600 を必ずしも設けなくてもマスク M 上に存在するパーティクルを除去することができる。ここで、図 10 は、図 4 に示すステージ 630 の走査移動を説明するための概略平面図である。

【0089】

図 10 (a) を参照するに、まず、マスク M の端部に除去手段 700 の照射部 710 からのパルス状のレーザー光が照射されるようにステージ 630 を移動させる。次いで、パルス状のレーザー光をマスク M に照射すると共に、ステージ 630 を 2 軸方向で順に走査する。例えば、図 10 (b) に示すように、X 軸方向に走査し、マスク M の X 軸方向の端部に到達したら Y 軸方向に適当な間隔でステップ移動し、逆の向きの X 軸方向に走査を行う。

40

【0090】

ステージ 630 の走査速度は、パルス状のレーザー光の発光間隔に考慮して設定する必要がある。例えば、除去手段 700 の照射部 710 が照射するレーザー光の照射範囲をマスク M 上で 1 mm 程度とすると、1 回の発光でパーティクルが除去される範囲は 10 mm 程度となる。ここで、照射部 710 が 1 KHz で発光しているとする、図 10 (c) に示すように、ステージ 630 の走査速度が 10000 mm/sec では、ステップ移

50

動の幅を変えてもパーティクルが除去されない領域（即ち、レーザー光の照射されない領域の発生）が発生してしまう。そこで、ステージ630の走査速度として5000 mm / secを最大とし、ステップ移動の幅を8.5 mmとすれば、図10(d)に示すように、マスクMの全面にレーザー光が照射されることになり、パーティクルを除去することができる。

【0091】

ここまでは、ステージ630を移動させることで、検出手段600が検出したマスク上のパーティクルの位置を除去手段700が配置された位置に移動させていた（即ち、マスク側を移動させていた）が、図5に示す除去手段700の照射部710や図7に示すノズル730などがマスク上に存在するパーティクルの位置に移動するように構成してもよい。また、検出手段600においても、マスク側を移動するのではなく、光源部610を移動させてパーティクルの存在する位置を検出してもよいことは言うまでもない。

10

【0092】

図11は、図5に示す除去手段700の照射部710の走査移動を説明するための概略平面図である。図11において、除去手段700の照射部710は、走査移動が可能なように構成されている。これにより、真空室200において、パーティクルの除去を行う際に、マスクを2軸方向に移動可能なステージに保持する必要がない。また、パーティクルの検出を行う検出手段600の光源部610も走査移動が可能なように構成すれば、マスクを2軸方向に移動可能なステージを設置する必要もなくなる。

20

【0093】

図11(a)を参照するに、まず、除去手段700の照射部710からのパルス状のレーザー光が、マスクMの端部に照射されるように照射部710を移動する。次いで、パルス状のレーザー光をマスクMに照射すると共に、かかるレーザー光がマスクMの全面に照射されるように照射部710を走査する。例えば、図11(b)に示すように、X軸方向に走査し、マスクMのX軸方向の端部に到達したらY軸方向に適当な間隔でステップ移動し、逆の向きのX軸方向に走査を行う。

【0094】

レーザー光の走査速度は、パルス状のレーザー光の発光間隔に考慮して設定する必要がある。例えば、除去手段700の照射部710が照射するレーザー光の照射範囲をマスクM上で1mm程度とすると、1回の発光でパーティクルが除去される範囲は10mm程度となる。ここで、照射部710が1KHzで発光しているとする、図10(c)に示すように、レーザー光の走査速度が10000 mm / secでは、ステップ移動の幅を変えてもパーティクルが除去されない領域（即ち、レーザー光の照射されない領域の発生）が発生してしまう。そこで、レーザー光の走査速度として5000 mm / secを最大とし、ステップ移動の幅を8.5 mmとすれば、図11(d)に示すように、マスクMの全面にレーザー光が照射されることになり、パーティクルを除去することができる。

30

【0095】

また、除去手段700の照射部710をX軸方向に走査可能に構成すると共に、マスクをY軸方向の一方方向に走査可能なステージに保持させてもよい。まず、除去手段の照射部710からのパルス状のレーザー光が、マスクMの端部に照射されるように、照射部710及びステージを移動する。次いで、パルス状のレーザー光をマスクMに照射すると共に、かかるレーザー光がマスクMの全面に照射されるように照射部710及びステージを走査する。例えば、レーザー光をX軸方向に走査し、マスクMのX軸方向の端部に到達したら、ステージによってY軸方向に適当な間隔でステップ移動し、逆の向きのX軸方向に走査を行う。

40

【0096】

以下、図12を参照して、図1に示す処理システム1の変形例である処理システム1Aについて説明する。ここで、図12は、図1に示す処理システム1の変形例である処理システム1Aの構成を示す概略ブロック図であって、図12(a)は断面図、図12(b)は上視図である。処理システム1Aは、処理システム1と同様であるが、真空室200A

50

の構成が異なる。

【 0 0 9 7 】

処理システム 1 A は、真空室 2 0 0 A の圧力を高真空から大気圧の間で任意に制御可能に構成する。真空室 2 0 0 A は、大気圧に維持されたクリーンブース 3 0 0 と第 1 のゲート弁 2 3 0 A を介して接続されており、処理チャンバ 1 0 0 (厳密には、チャンバ予備室 1 1 0) と第 2 のゲート弁 2 4 0 A を介して接続されている。なお、処理システム 1 に設けられていた第 2 の搬送手段 2 1 0 、第 1 のロードロック室 4 0 0 及び第 2 のロードロック室 5 0 0 は設けられていない。

【 0 0 9 8 】

真空室 2 0 0 A は、圧力を 1×10^{-9} Pa 程度の高真空雰囲気から 1 0 0 Pa 程度の低真空雰囲気まで排気可能な図示しない真空排気ポンプが設けられている。また、真空雰囲気となった真空室 2 0 0 A を大気圧に戻すためにガスを供給する図示しないガス供給手段も備えている。

【 0 0 9 9 】

処理システム 1 A の動作、即ち、マスクの搬送について説明する。まず、大気中のキャリア載置部 3 1 0 に第 1 の搬送手段 3 2 0 が進入し、マスクを 1 枚取り出す。マスクを保持した第 1 の搬送手段 3 1 0 はアームを縮め、真空室 2 0 0 A の状態を確認する。真空室 2 0 0 A がマスクを受け入れ可能な状態、即ち、大気雰囲気、且つ、第 1 のゲート弁 4 3 0 A が開いている状態であるならば、第 1 の搬送手段 3 2 0 は、真空室 2 0 0 A にマスクを搬送する。マスクが真空室 2 0 0 A に収納されると、雰囲気置換を行うために、第 1 のゲート弁 2 3 0 A が閉じられる。

【 0 1 0 0 】

第 1 のゲート弁 2 3 0 A が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより真空室 2 0 0 A のガスの排気を開始される。真空室 2 0 0 A が所定の真空度に到達するまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。なお、所定の真空度は、1 0 0 Pa 以下に設定される。真空室 2 0 0 A の圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の真空度の範囲内であれば真空室 2 0 0 A の雰囲気の置換は完了となる。

【 0 1 0 1 】

なお、真空室 2 0 0 A の雰囲気ガスに N_2 や He 等を使用した場合の雰囲気の置換を以下に示す。第 1 のゲート弁 2 3 0 A が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより真空室 2 0 0 A 内のガスの排気を開始される。真空室 2 0 0 A が所定の真空度に到達するまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。ここで、所定の真空度は、真空室 2 0 0 A の雰囲気ガスの純度の仕様に基づいて決定され、真空室 2 0 0 A の通常の圧力より十分に低く設定されている。排気が終了すると、図示しないガス供給弁が開かれ、図示しないガス供給手段から所定の雰囲気ガスが供給される。所定の圧力まで雰囲気ガスが供給されると、ガス供給弁が閉じられる。真空室 2 0 0 A の圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の圧力の範囲内であれば真空室 2 0 0 A の雰囲気の置換は完了となる。

【 0 1 0 2 】

次に、真空室 2 0 0 A に搬入されたマスクへのパーティクルの付着を検出手段 6 0 0 により検出する。マスクへのパーティクルの付着の検出は、処理システム 1 と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【 0 1 0 3 】

マスクの全面においてパーティクルの検出が終了すると、続いて、パーティクルの除去が行われる。パーティクルの除去は、処理システム 1 と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【 0 1 0 4 】

パーティクルの検出及び除去が終了すると、真空室 2 0 0 A の真空排気を行う。第 1 のゲート弁 2 3 0 A 及び第 2 のゲート弁 2 4 0 A が閉じられた状態で、真空排気弁が開かれ

10

20

30

40

50

、真空排気ポンプにより真空室200Aのガスの排気を開始される。ここでの目標とする真空室200Aの圧力は、処理チャンバ100と同程度、例えば、 1×10^{-8} Paである。従って、真空排気ポンプには、ターボ分子ポンプを用いるのが一般的であるが、本実施形態では真空排気ポンプの種類によるものではないため特定の真空排気ポンプについて言及はしない。真空室200Aが所定の真空度になるまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。真空室200Aの圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の真空度の範囲内であれば真空室200Aの雰囲気置換は完了となる。

【0105】

真空室200Aの高真空雰囲気への置換が完了すると、第2のゲート弁440Aが開き、第3の搬送手段112が真空室200Aに進入してマスクを真空室200Aから搬出する。第3の搬送手段112は、真空室200Aから取り出したマスクを処理チャンバ100内に収納された露光処理部である露光装置800に搬送し、かかるマスクを用いて露光装置が露光を行う。

10

【0106】

本実施形態では、パーティクルの検出及び除去を真空室200Aで行った後、処理チャンバ100にマスクを搬送する例を説明したが、これに限るものではなく、パーティクルの除去を行った後にパーティクルの検出を再度行い、マスク上にパーティクルが存在しなくなったことを確認した後に真空室200Aからマスクを取り出して処理チャンバ100への搬送を行ってもよい。

【0107】

また、処理システム1と同様に、真空室200Aから処理チャンバ100内の露光装置800へのマスクの搬送を行う第2の搬送手段210を真空室200A内に設けてもよい。具体的には、処理チャンバ100内の露光装置800までマスクを搬送できるように第2の搬送手段112を構成し、第2のゲート弁440Aの開口を第2の搬送手段112のアームが通って、マスクを真空室200Aから露光装置800に搬送すればよい。これにより、チャンバ予備室110に第3の搬送手段112を設ける必要がなくなり、構成が簡単になることに加えて、高真空雰囲気の処理チャンバ100及びチャンバ予備室110に存在する部材が少なくなるため、処理チャンバ100の高真空雰囲気を維持しやすくなる。更に、第3の搬送手段112がマスクを搬送することによるパーティクルの巻き上げに注意する必要がなくなる。

20

30

【0108】

以上、処理システム1Aは、キャリア載置部210(大気)から真空室200Aまでのマスクの搬送中にパーティクルが付着しても、真空室200Aでのパーティクルの検出及び除去により、マスクへのパーティクルの付着を防止して高品位な露光処理を行うことができる。更に、真空室200Aから処理チャンバ100へのマスクの搬送時には、雰囲気が高真空状態となっているために、排気に伴うパーティクルの巻き上げなどが発生しにくく、マスクへのパーティクルの付着を防止することができる。また、パーティクルの検出手段600及び除去手段700が真空室200Aに配置されているため、処理チャンバ100の大型化を防止することができる。これにより、処理チャンバ100の排気に長時間を要することがなく、スループットを確保することができる。

40

【0109】

以下、図13を参照して、図1に示す処理システム1の変形例である処理システム1Bについて説明する。ここで、図13は、図1に示す処理システム1の変形例である処理システム1Bの構成を示す概略ブロック図であって、図13(a)は断面図、図13(b)は上視図である。処理システム1Bは、処理システム1と同様であるが、第2のロードロック室500が設けられていないことが異なる。

【0110】

処理システム1Bは、処理チャンバ100と隣接して、処理チャンバ100と同程度の高真空雰囲気に維持された真空室200Bを有する。真空室200Bは、処理チャンバ100と第3のゲート弁510介して接続されており、第2のゲート弁420を介して第1

50

のロードロック室400と接続されている。なお、真空室200Bには、検出手段600及び除去手段700が設けられている。

【0111】

処理システム1Bの動作、即ち、マスクの搬送について説明する。まず、大気中のキャリア載置部310に第1の搬送手段320が進入し、マスクを1枚取り出す。マスクを保持した第1の搬送手段310はアームを縮め、第1のロードロック室400の状態を確認する。第1のロードロック室400がマスクを受け入れ可能な状態、即ち、大気雰囲気、且つ、第1のゲート弁410が開いている状態であるならば、第1の搬送手段310は、第1のロードロック室400にマスクを搬送する。マスクが第1のロードロック室400に収納されると、雰囲気の置換を行うために、第1のゲート弁410が閉じられる。

10

【0112】

第1のゲート弁410が閉じられると、図示しない真空排気弁が開かれ、図示しない真空排気ポンプにより第1のロードロック室400内のガスの排気を開始される。ここでの目標とする第1のロードロック室400の圧力は、処理チャンバ100と同程度、例えば、 1×10^{-8} Pa程度である。従って、一般には、数乃至数十Pa程度の低真空雰囲気までをドライポンプで排気し、その後、ターボ分子ポンプに切り替えて高真空雰囲気までの排気を行う。第1のロードロック室400が所定の真空度になるまで排気されると、真空排気弁が閉じられ排気が終了する。第1のロードロック室400の圧力を図示しない圧力検知手段で確認し、所定の真空度の範囲内であれば第1のロードロック室400の雰囲気の置換は完了となる。

20

【0113】

第1のロードロック室400の雰囲気の置換が完了すると、第2のゲート弁420が開き、第2の搬送手段210が第1のロードロック室400に進入してマスクを第1のロードロック室400から搬出する。第2の搬送手段210は、マスクを真空室200B内の図示しないマスクチャックに受け渡し、真空室200Bへのマスクの搬送は終了する。

【0114】

次に、真空室200Bに搬入されたマスクへのパーティクルの付着を検出手段600により検出する。マスクへのパーティクルの付着の検出は、処理システム1と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【0115】

マスクの全面においてパーティクルの検出が終了すると、続いて、パーティクルの除去が行われる。パーティクルの除去は、処理システム1と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

30

【0116】

パーティクルの検出及び除去が行われたマスクは、第2の搬送手段210により処理チャンバ100へ搬送される。第2の搬送手段210がマスクを保持すると、真空チャンバ100の状態を確認する。

【0117】

真空チャンバ100がマスクを受け入れ可能な状態、即ち、真空チャンバ100の雰囲気が高真空(例えば、 1×10^{-8} Pa)に維持されており、且つ、第3のゲート弁510が開いている状態であるならば、第2の搬送手段210は、処理チャンバ100にマスクを搬送する。マスクが処理チャンバ100に収納されると、第3のゲート弁510が閉じられる。

40

【0118】

第3のゲート弁510が閉じられると、第3の搬送手段112がマスクを保持し、処理チャンバ100内に収納された露光処理部である露光装置800に搬送し、かかるマスクを用いて露光装置800が露光を行う。

【0119】

以上、処理システム1Bは、キャリア載置部210(大気)から真空室200Bまでのマスクの搬送中にパーティクルが付着しても、真空室200Bでのパーティクルの検出及

50

び除去により、マスクへのパーティクルの付着を防止して高品位な露光処理を行うことができる。更に、真空室200Bは、高真空雰囲気中に保持されているため処理チャンバ100との間に圧力差がなく、真空室200Bから処理チャンバ100へのマスクの搬送時には排気に伴うパーティクルの巻き上げが発生せず、マスクへのパーティクルの付着を防止することができる。また、パーティクルの検出手段600及び除去手段700が真空室200Bに配置されているため、処理チャンバ100の大型化を防止することができる。これにより、処理チャンバ100の排気に長時間を要することがなく、スループットを確保することができる。

【0120】

ここで、図14を参照して、露光処理部として処理チャンバ100に内包される露光装置800について説明する。図14は、図1に示す露光装置800の構成を示す概略ブロック図である。

【0121】

露光装置800は、露光用の照明光としてEUV光（例えば、波長13.4nm）を用いて、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でマスク820に形成された回路パターンを被処理体840に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ工程に好適であり、以下、本実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置（「スキャナー」とも呼ばれる。）を例に説明する。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、マスクに対してウェハを連続的にスキャン（走査）してマスクパターンをウェハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウェハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。「ステップ・アンド・リピート方式」は、ウェハの一括露光ごとにウェハをステップ移動して次の露光領域に移動する露光方法である。

【0122】

図14を参照するに、露光装置800は、回路パターンが形成されたマスク820を照明する照明装置810と、マスク820を載置するマスクステージ825と、照明されたマスクパターンから生じる回折光を被処理体840に投影する投影光学系830と、被処理体840を載置するウェハステージ848と、アライメント検出機構850と、フォーカス位置検出機構860とを有する。

【0123】

また、図8に示すように、EUV光は、大気に対する透過率が低く、残留ガス（高分子有機ガスなど）成分との反応によりコンタミを生成してしまうため、少なくとも、EUV光が通る光路中（即ち、光学系全体）は処理チャンバ100に収納された真空雰囲気CAとなっている。

【0124】

照明装置810は、投影光学系830の円弧状の視野に対する円弧状のEUV光（例えば、波長13.4nm）によりマスク820を照明する照明装置であって、EUV光源部812と、照明光学系814とを有する。

【0125】

EUV光源部812は、例えば、レーザープラズマ光源が用いられる。レーザープラズマ光源は、真空中に置かれたターゲット材812aにレーザー光源812bから射出される高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させ、これから放射される、例えば、波長13.4nm程度のEUV光を利用するものである。あるいは、EUV光源部812は、放電プラズマ光源を用いることもできる。但し、EUV光源部812は、これらに限定するものではなく、当業界で周知のいかなる技術も適用可能である。

【0126】

照明光学系814は、集光ミラー814a、オプティカルインテグレーター814bから構成される。集光ミラー814aは、レーザープラズマ光源からほぼ等方的に放射されるEUV光を集める役割を果たす。オプティカルインテグレーター814bは、マスク820を均一に所定の開口数で照明する役割を持っている。また、照明光学系814は、マ

10

20

30

40

50

スク 8 2 0 と共役な位置に、マスク 8 2 0 の照明領域を円弧状に限定するためのアパーチャ 8 1 4 c が設けられている。

【 0 1 2 7 】

マスク 8 2 0 は、反射型マスクで、その上には転写されるべき回路パターン（又は像）が形成され、マスクステージ 8 2 5 に支持及び駆動されている。マスク 8 2 0 から発せられた回折光は、投影光学系 8 3 0 で反射されて被処理体 8 4 0 上に投影される。マスク 8 2 0 と被処理体 8 4 0 とは光学的に共役の関係に配置される。露光装置 8 0 0 は、スキャナーであるため、マスク 8 2 0 と被処理体 8 4 0 を走査することによりマスク 8 2 0 のパターンを被処理体 8 4 0 上に縮小投影する。マスク 8 2 0 は、上述した処理システム 1 乃至 1 B によって搬送されるため、パーティクルの付着がなく、高品位な露光処理を可能とする。

10

【 0 1 2 8 】

マスクステージ 8 2 5 は、マスクチャック 8 2 5 a を介してマスク 8 2 0 を支持して図示しない移動機構に接続されている。マスクステージ 8 2 5 は、当業界周知のいかなる構造をも適用することができる。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、少なくとも X 方向にマスクステージ 8 2 5 を駆動することでマスク 8 2 0 を移動することができる。露光装置 8 0 0 は、マスク 8 2 0 と被処理体 8 4 0 を同期した状態で走査する。ここで、マスク 8 2 0 又は被処理体 8 4 0 面内で走査方向を X、それに垂直な方向を Y、マスク 8 2 0 又は被処理体 8 4 0 面内で垂直な方向を Z とする。

【 0 1 2 9 】

20

投影光学系 8 3 0 は、複数の反射ミラー（即ち、多層膜ミラー）8 3 0 a を用いて、マスク 8 2 0 面上のパターンを像面である被処理体 8 4 0 上に縮小投影する。複数のミラー 8 3 0 a の枚数は、4 枚乃至 6 枚程度である。少ない枚数のミラーで広い露光領域を実現するには、光軸から一定の距離だけ離れた細い円弧状の領域（リングフィールド）だけを用いて、マスク 8 2 0 と被処理体 8 4 0 を同時に走査して広い面積を転写する。投影光学系 8 3 0 は、本実施形態では、4 枚のミラー 8 3 0 a によって構成され、0.2 乃至 0.4 の開口数（NA）を有する。

【 0 1 3 0 】

被処理体 8 4 0 は、本実施形態ではウェハであるが、液晶基板その他の被処理体を広く含む。被処理体 8 4 0 には、フォトレジストが塗布されている。フォトレジスト塗布工程は、前処理と、密着性向上剤塗布処理と、フォトレジスト塗布処理と、プリベーク処理とを含む。前処理は、洗浄、乾燥などを含む。密着性向上剤塗布処理は、フォトレジストと下地との密着性を高めるための表面改質（即ち、界面活性剤塗布による疎水性化）処理であり、HMDS（Hexamethyl-disilazane）などの有機膜をコート又は蒸気処理する。プリベークは、ベーク（焼成）工程であるが現像後のそれよりもソフトであり、溶剤を除去する。なお、被処理体 8 4 0 は、上述した処理システム 1 乃至 1 B によって搬送することも可能であり、パーティクルの付着を防止して高品位な露光処理に寄与する。

30

【 0 1 3 1 】

ウェハステージ 8 4 5 は、ウェハチャック 8 4 5 a によって被処理体 8 4 0 を支持する。ウェハステージ 8 4 5 は、例えば、リニアモーターを利用して X Y Z 方向に被処理体 8 4 0 を移動する。マスク 8 2 0 と被処理体 8 4 0 は、同期して走査される。また、マスクステージ 8 2 5 の位置とウェハステージ 8 4 5 との位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。

40

【 0 1 3 2 】

アライメント検出機構 8 5 0 は、マスク 8 2 0 の位置と投影光学系 8 3 0 の光軸との位置関係、及び、被処理体 8 4 0 の位置と投影光学系 8 3 0 の光軸との位置関係を計測し、マスク 8 2 0 の投影像が被処理体 8 4 0 の所定の位置に一致するようにマスクステージ 8 2 5 及びウェハステージ 8 4 5 の位置と角度を設定する。

【 0 1 3 3 】

50

フォーカス位置検出機構 860 は、被処理体 840 面で Z 方向のフォーカス位置を計測し、ウェハステージ 845 の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時被処理体 840 面を投影光学系 830 による結像位置に保つ。

【0134】

露光において、照明装置 810 から射出された E U V 光はマスク 820 を照明し、マスク 820 面上のパターンを被処理体 840 面上に結像する。本実施形態において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、マスク 820 と被処理体 840 を縮小倍率比の速度比で走査することにより、マスク 820 の全面を露光する。露光装置 800 は、処理システム 1 乃至 1 B が搬送するマスク及び/又は被処理体を用いているため、それらにパーティクルが付着することを防止することができ、高いスループットで経済性よく従来よりも高品位なデバイス（半導体素子、LCD 素子、撮像素子（CCD など）、薄膜磁気ヘッドなど）を提供することができる。

10

【0135】

なお、図 15 に示すように、露光装置 800 における E U V 光源部 812 のレーザー光源 812 b が射出するパルスレーザー光を分岐して、マスクに付着したパーティクルを除去する除去手段 700 に用いることもできる。ここで、図 15 は、図 14 に示す露光装置 800 における E U V 光源部 812 からのレーザー光を除去手段 700 に利用した処理システム 1 の構成を示す概略ブロック図であって、図 15 (a) は断面図、図 15 (b) は上視図である。

【0136】

20

E U V 光源の原理は、上述したように、レーザー光源 812 b が射出するパルスレーザーをターゲット 812 a に照射して、ターゲット 812 a を高温のプラズマ化し、そこから放射される E U V 光を利用するものである。

【0137】

ターゲット材 812 a は、処理チャンバ 100 内に配置される。ターゲット材 812 a としては、金属薄膜、不活性ガス、液滴などが用いられ、ガスジェット等で処理チャンバ 100 内に供給される。なお、図 15 においては、説明の簡略化の為にターゲット材 812 a として金属片を配置しているが、実際には、テープ上の金属をレーザーの照射に合わせて順次巻き取りながら使用する機構が用いられることもある。但し、ターゲット材 812 a の種類やターゲット材 812 a を供給する供給手段の構成などは任意に選択可能である。

30

【0138】

ターゲット材 812 a を励起してプラズマ化するためのレーザー光源 812 b には、一般に、Y A G レーザーが用いられる。Y A G レーザーは、Y A G 結晶をレーザー媒質に用いた固体レーザーで、フラッシュランプの励起光が Y A G 結晶に照射及び吸収されてレーザー光が発光するものである。放射される E U V 光の平均強度を高くするためにはパルスレーザーの繰り返し周波数は高い方がよく、レーザー光源 812 b は、通常数 k H z の繰り返し周波数で運転される。

【0139】

まず、レーザー光源 812 b が発光しレーザー光が射出される。レーザー光は、スプリッター 880 で 2 方向に分岐される。分岐されたレーザー光の一方は、導入窓 881 を通って処理チャンバ 100 に導入される。なお、図 15 では、E U V 光源部 812 を処理チャンバ 100 内に収納しているが、実際には露光装置 800 に要求される真空度が異なるため、E U V 光源部 812 は処理チャンバ 100 と別に設けられたチャンバに収納される場合がある。

40

【0140】

導入窓 881 を通って処理チャンバ 100 内に導かれたレーザー光は、ターゲット材 812 a に照射される。ターゲット材 812 a はレーザーによりエネルギーを与えられ、励起されてプラズマ化し、波長 13.4 nm を含む E U V 光を放射する。放射した E U V 光は、照明光学系 814 の初段の集光ミラー 814 a で集光され、マスク 820 を照明し、

50

投影光学系 830 に導かれてマスク 820 のパターンを被処理体 840 に投影される。

【0141】

一方、ビームスプリッタ 881 で分岐された他方のレーザー光は、真空室 200 に設けられた導入窓 882 から真空室 200 に導入される。導入されたレーザー光は、誘導ミラー 883 を介して除去手段 700 に導かれる。

【0142】

このように、図 15 に示す処理システム 1 の構成によれば、真空室 200 に設けられる除去手段 700 に、レーザー光を射出する照射部 710 を設けなくてもよくなる。従って、真空室 200 に配置する部材を少なくすることが可能となり、真空室 200 の大型化を防止して、真空室 200 の排気を短時間で行うことができる。

10

【0143】

次に、図 16 及び図 17 を参照して、上述の処理システム 1 乃至 1B (露光装置 800) を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 16 は、デバイス (IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等) の製造を説明するためのフローチャートである。本実施形態においては、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1 (回路設計) では、デバイスの回路設計を行う。ステップ 2 (マスク製作) では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ 3 (ウェハ製造) では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ 4 (ウェハプロセス) は、前工程と呼ばれ、マスク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 5 (組み立て) は、後工程と呼ばれ、ステップ 4 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、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程 (チップ封入) 等の工程を含む。ステップ 6 (検査) では、ステップ 5 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、それが出荷 (ステップ 7) される。

20

【0144】

図 17 は、ステップ 4 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 11 (酸化) では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ 12 (CVD) では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ 13 (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 14 (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 15 (レジスト処理) では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ 16 (露光) では、処理システム 1 乃至 1B の処理チャンバ 100 に収納された露光装置 800 によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ 17 (現像) では、露光したウェハを現像する。ステップ 18 (エッチング) では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 19 (レジスト剥離) では、エッチングが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。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、処理システム 1 乃至 1B (露光装置 800) を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

30

【0145】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずにその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。例えば、本発明の処理システムは、紫外線光を露光光とする露光装置を処理チャンバに内包してもよいことは言うまでもなく、また、その他の処理装置を内包することもできる。

40

【図面の簡単な説明】

【0146】

【図 1】本発明の一側面としての処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【図 2】図 1 に示す第 1 の搬送手段がマスクを保持した状態を示す概略断面図である。

【図 3】図 1 に示す検出手段の構成の一例を示す概略断面図である。

【図 4】図 1 に示す検出手段の構成の一例を示す概略上視図である。

【図 5】図 1 に示す除去手段の構成の一例を示す概略断面図である。

50

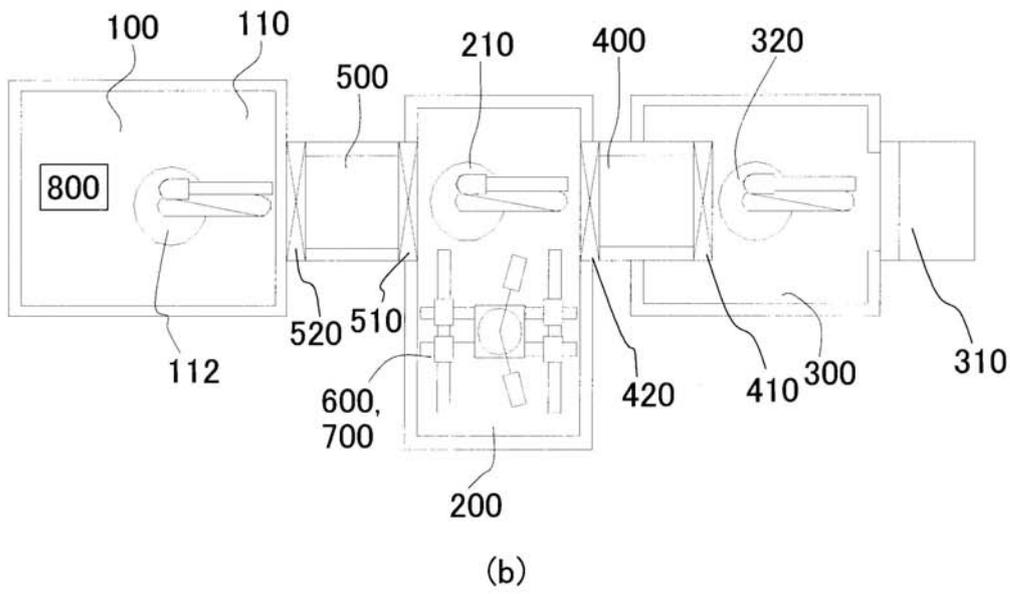
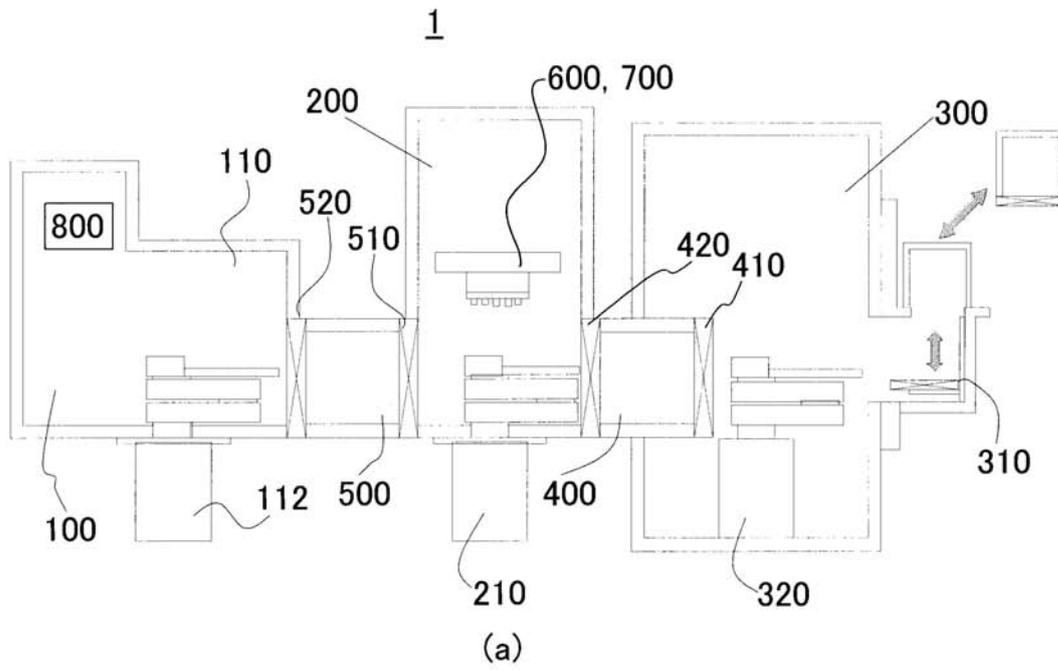
- 【図 6】図 1 に示す除去手段の構成の一例を示す概略断面図である。
 【図 7】図 1 に示す除去手段の構成の一例を示す概略断面図である。
 【図 8】図 1 に示す除去手段の構成の一例を示す概略断面図である。
 【図 9】図 1 に示す除去手段の構成の一例を示す概略断面図である。
 【図 10】図 4 に示すステージの走査移動を説明するための概略平面図である。
 【図 11】図 5 に示す除去手段の照射部の走査移動を説明するための概略平面図である。
 【図 12】図 1 に示す処理システムの変形例である処理システムの構成を示す概略ブロック図である。
 【図 13】図 1 に示す処理システムの変形例である処理システムの構成を示す概略ブロック図である。
 【図 14】図 1 に示す露光装置の構成を示す概略ブロック図である。
 【図 15】図 14 に示す露光装置における E U V 光源部からのレーザー光を除去手段に利用した処理システムの構成を示す概略ブロック図である。
 【図 16】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。
 【図 17】図 16 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。
 【図 18】従来の処理システムの構成を示す概略ブロック図である。

【符号の説明】

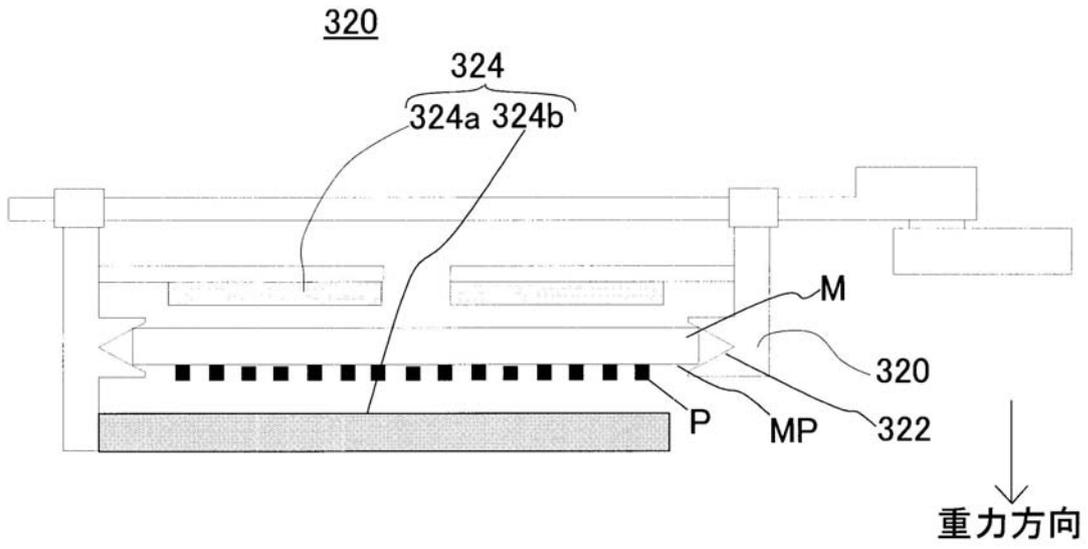
【 0 1 4 7 】

1	処理システム	20
1 0 0	処理チャンバ	
1 1 0	チャンバ予備室	
1 1 2	第 3 の搬送手段	
2 0 0	真空室	
2 1 0	第 2 の搬送手段	
3 0 0	クリーンブース	
3 1 0	キャリア載置部	
3 2 0	第 1 の搬送手段	
3 2 4	抑止手段	
4 0 0	第 1 のロードロック室	30
4 1 0	第 1 のゲート弁	
4 2 0	第 2 のゲート弁	
5 0 0	第 2 のロードロック室	
5 1 0	第 3 のゲート弁	
5 2 0	第 4 のゲート弁	
6 0 0	検出手段	
6 1 0	光源部	
6 2 0	ディテクタ	
6 3 0	ステージ	
7 0 0	除去手段	40
7 1 0	照射部	
7 2 0	吸着部	
8 0 0	露光装置	
8 1 0	照明装置	
8 2 0	マスク	
8 3 0	投影光学系	
8 4 0	被処理体	

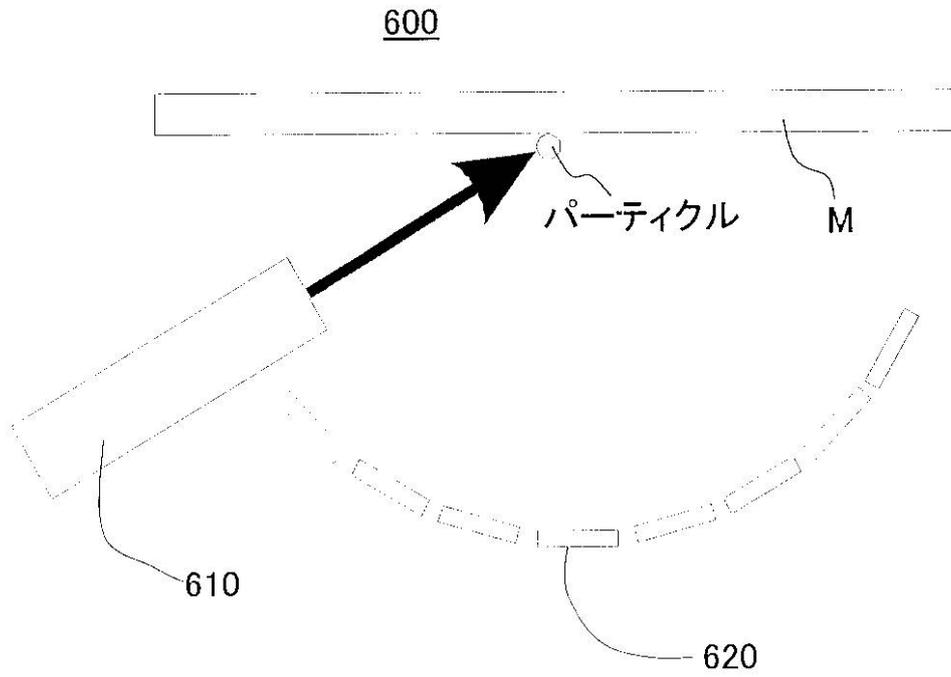
【 図 1 】



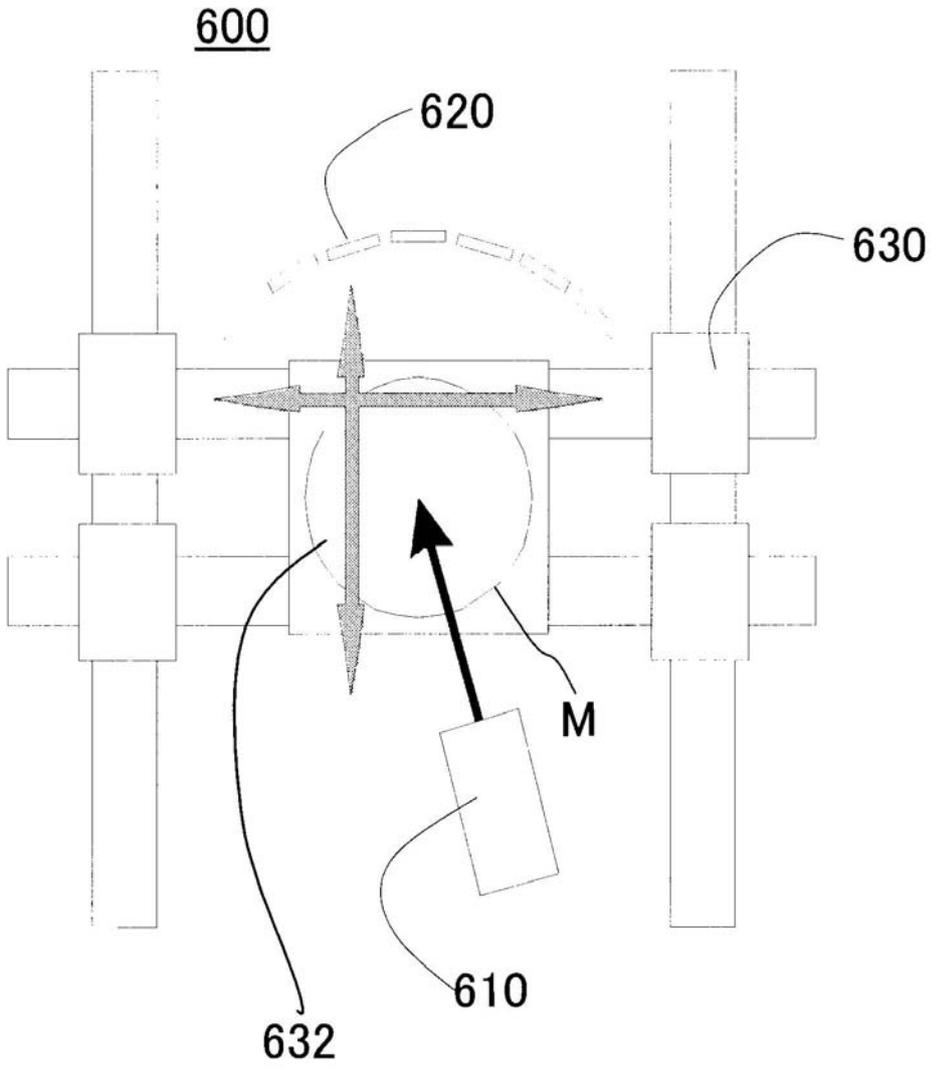
【図2】



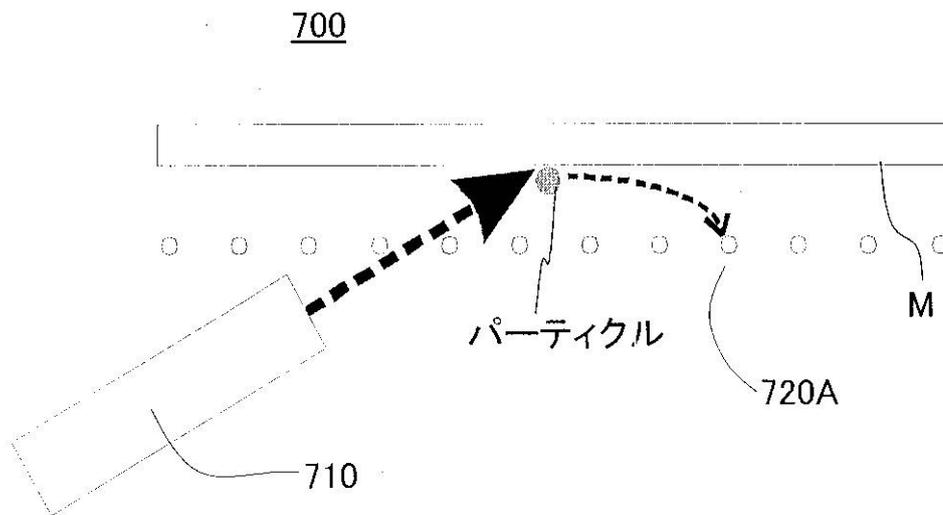
【図3】



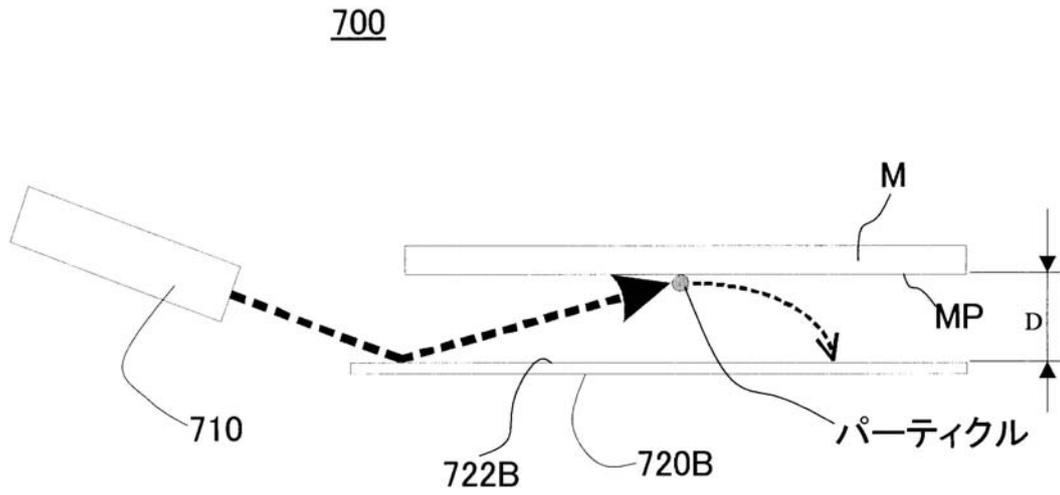
【図4】



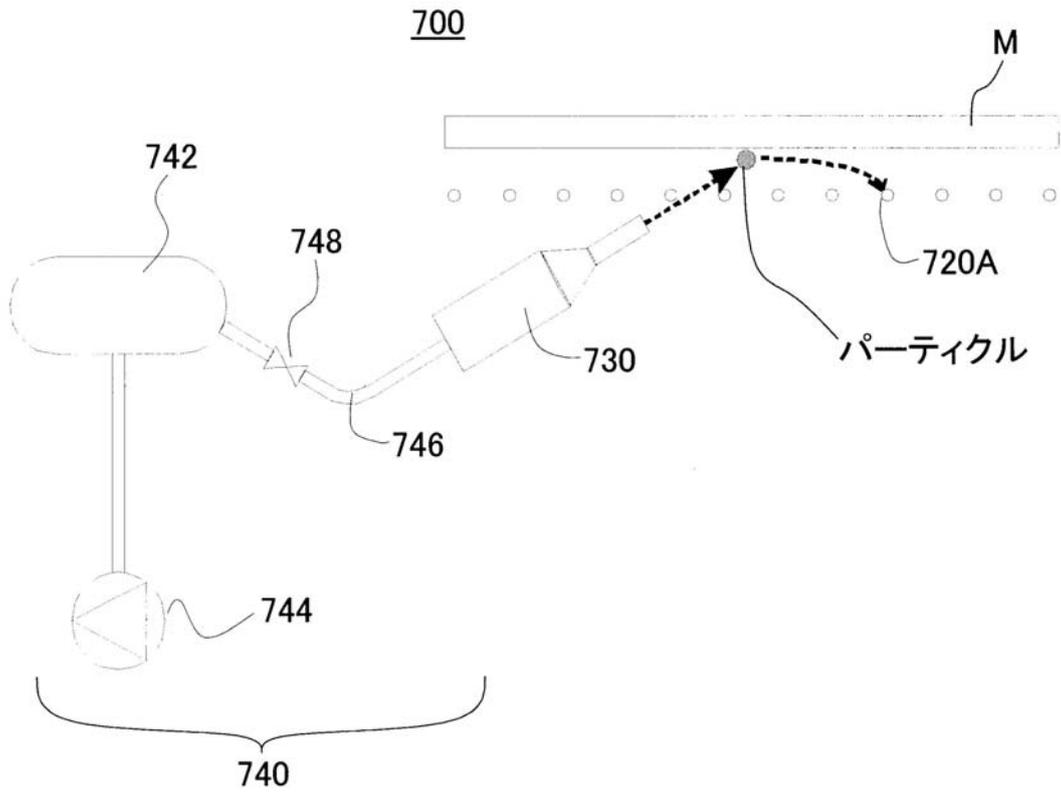
【図5】



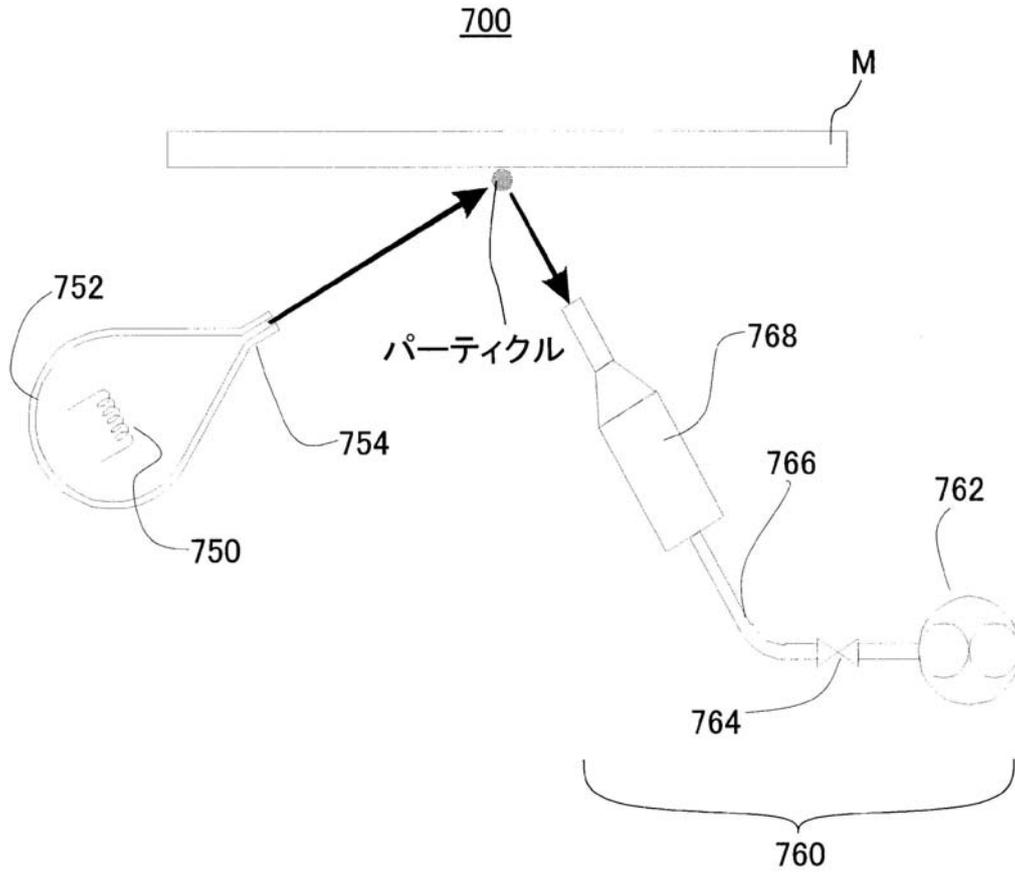
【図6】



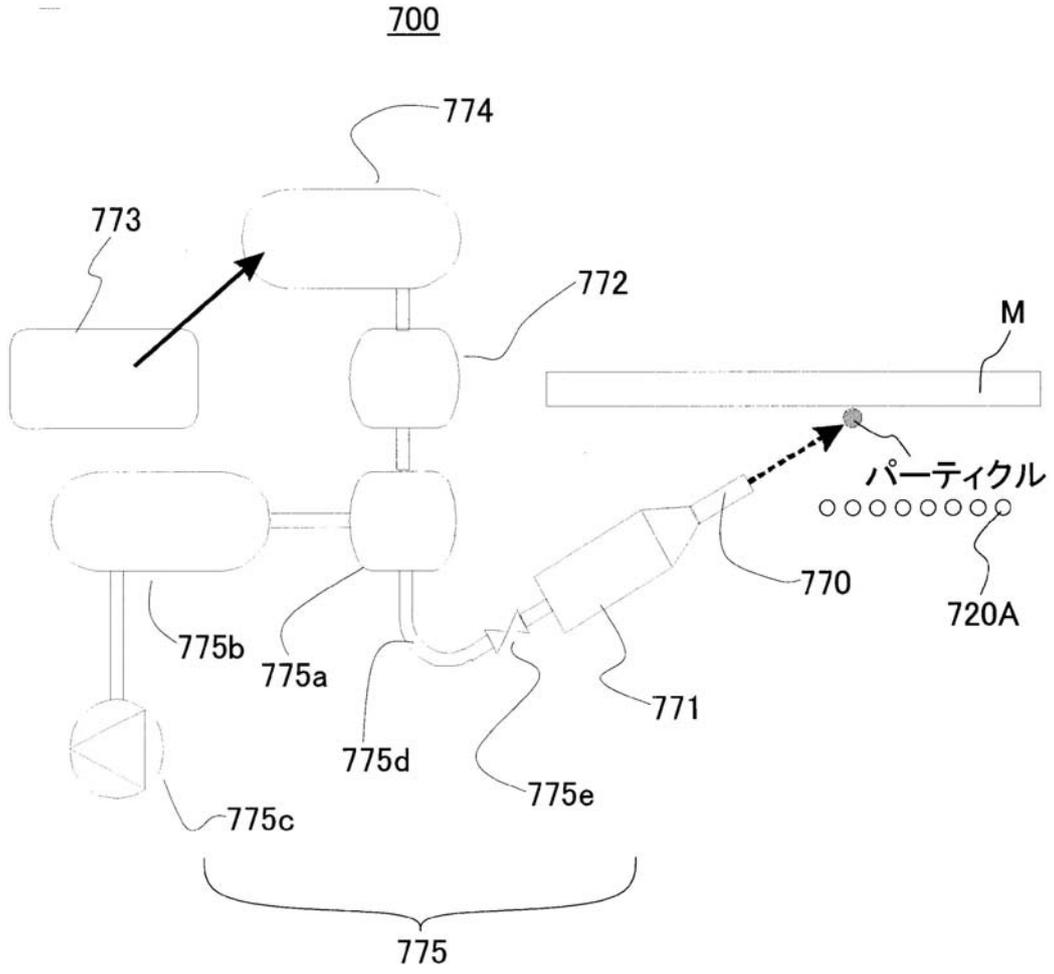
【図7】



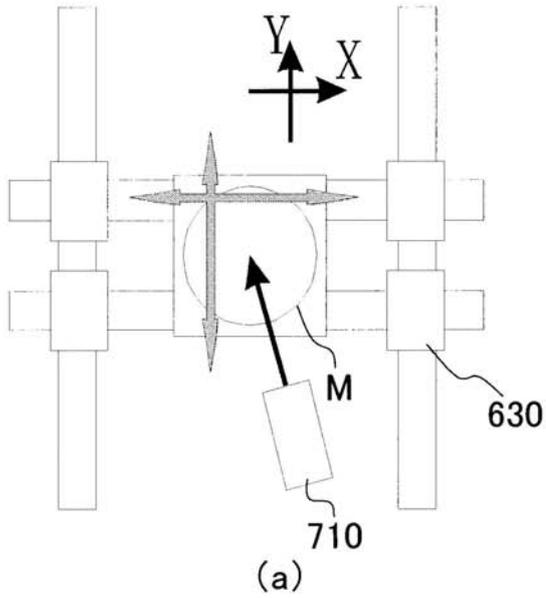
【図8】



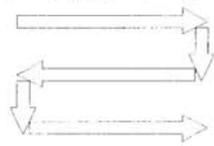
【図9】



【図10】

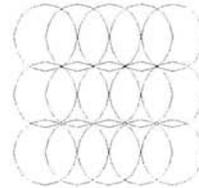


ステージの走査パターン



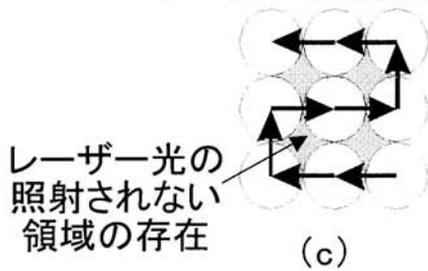
(b)

マスクM上における
パルス状のレーザーの
照射状態

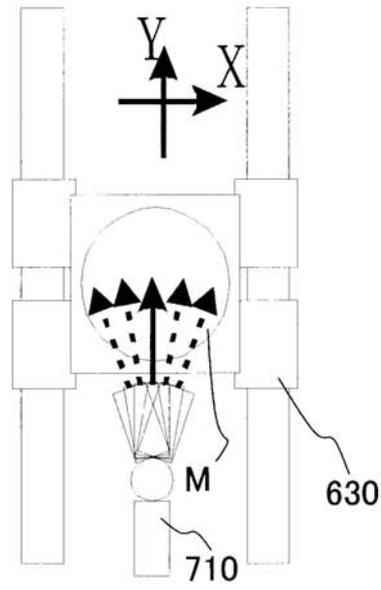


(d)

マスクM上におけるパルス状の
レーザーの照射状態



【図11】



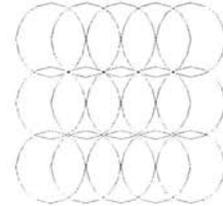
(a)

パルス状のレーザーの走査パターン



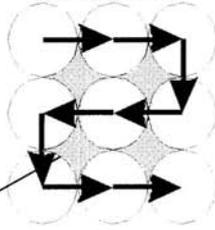
(b)

マスク上における
パルス状のレーザーの
照射状態



(d)

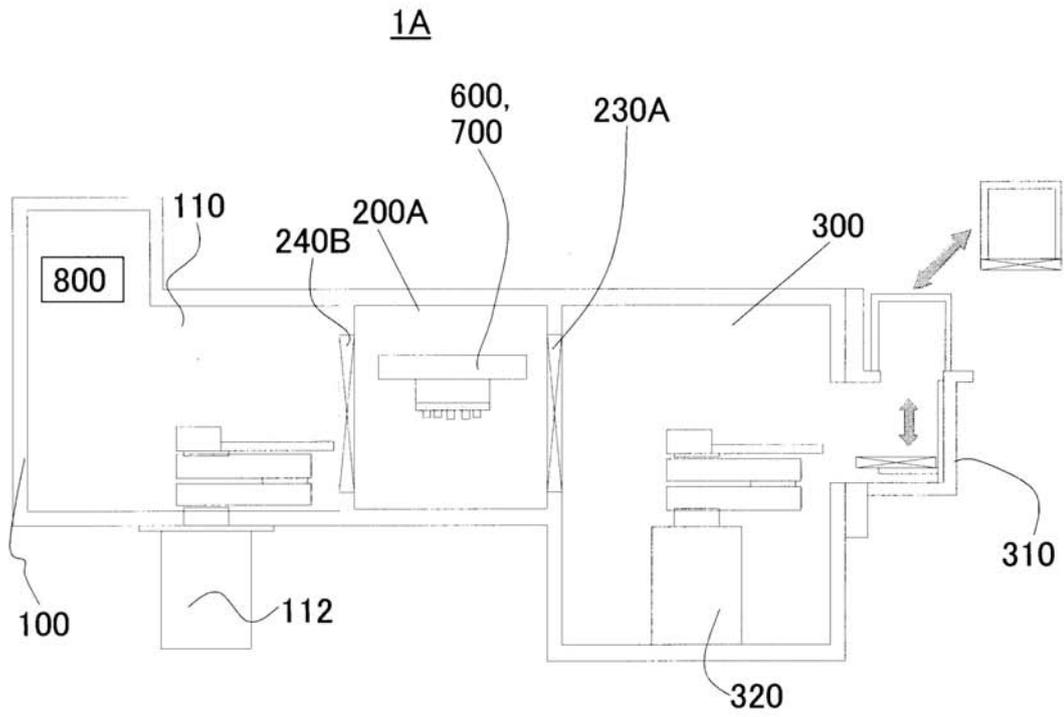
マスク上における
パルス状のレーザーの
照射状態



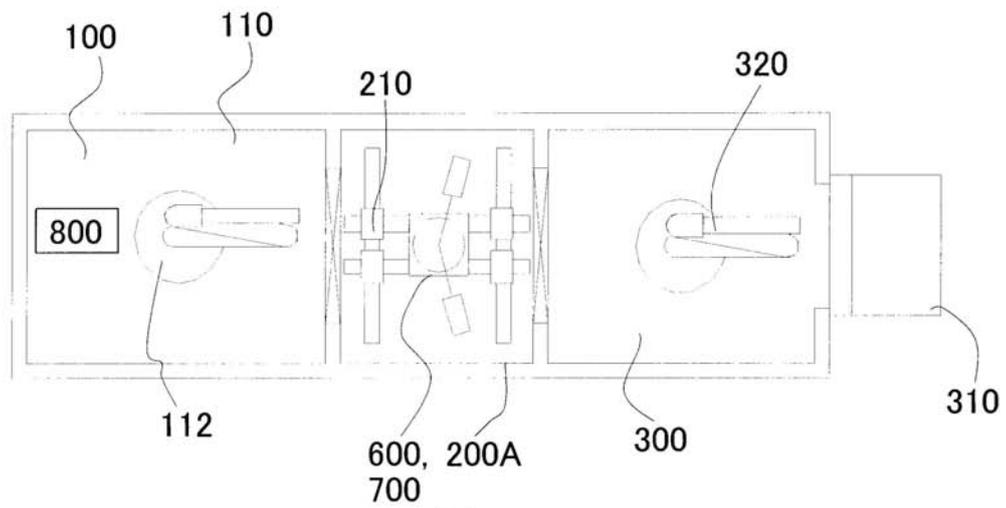
レーザー光の
照射されない
領域の存在

(c)

【 図 1 2 】

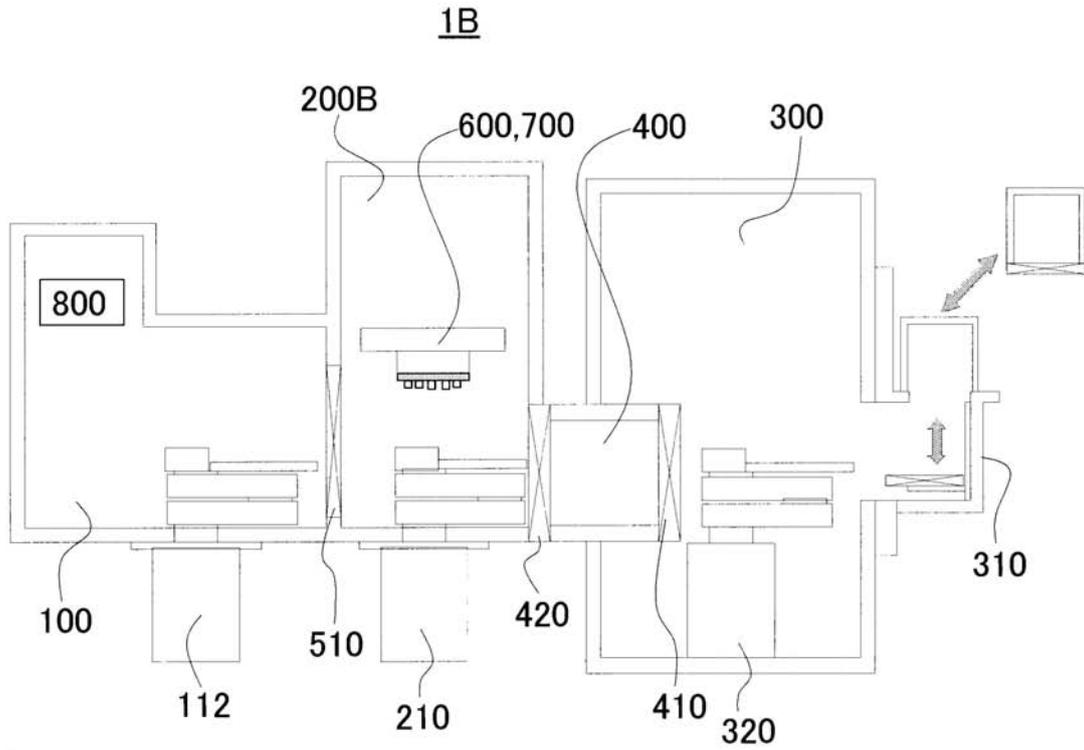


(a)

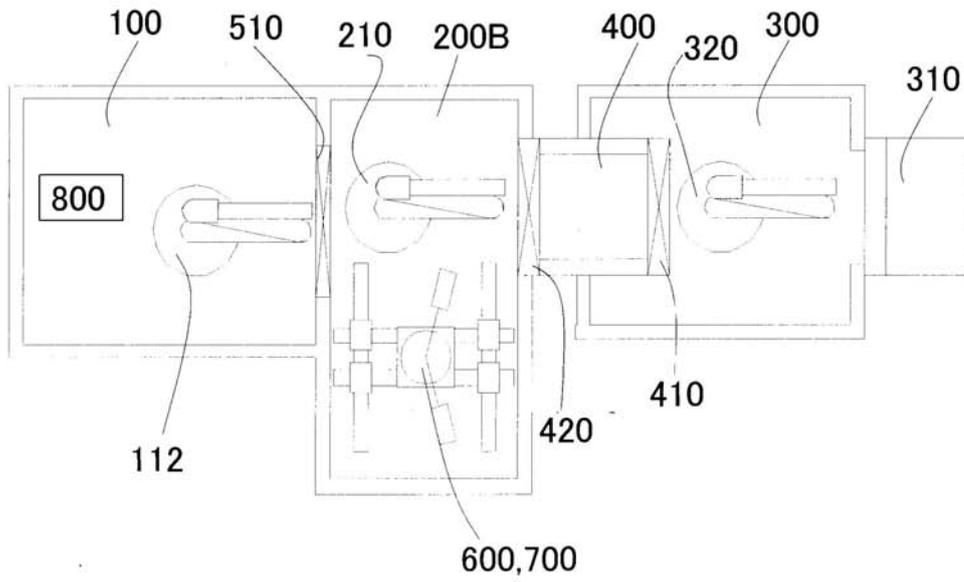


(b)

【 図 13 】



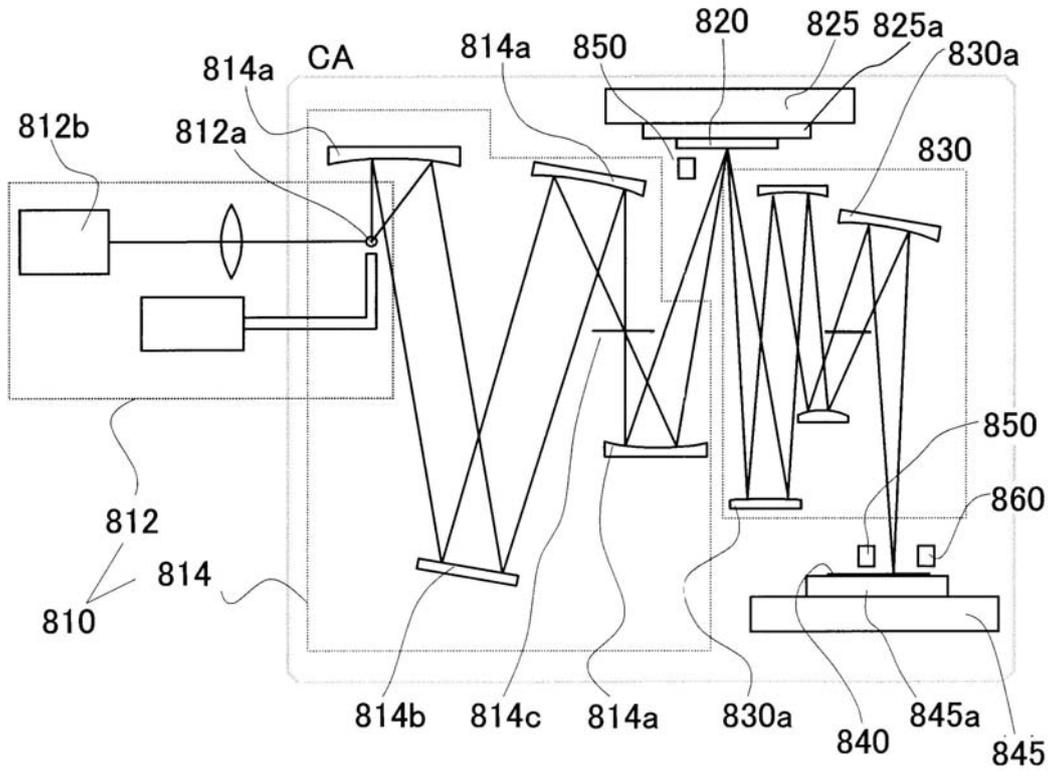
(a)



(b)

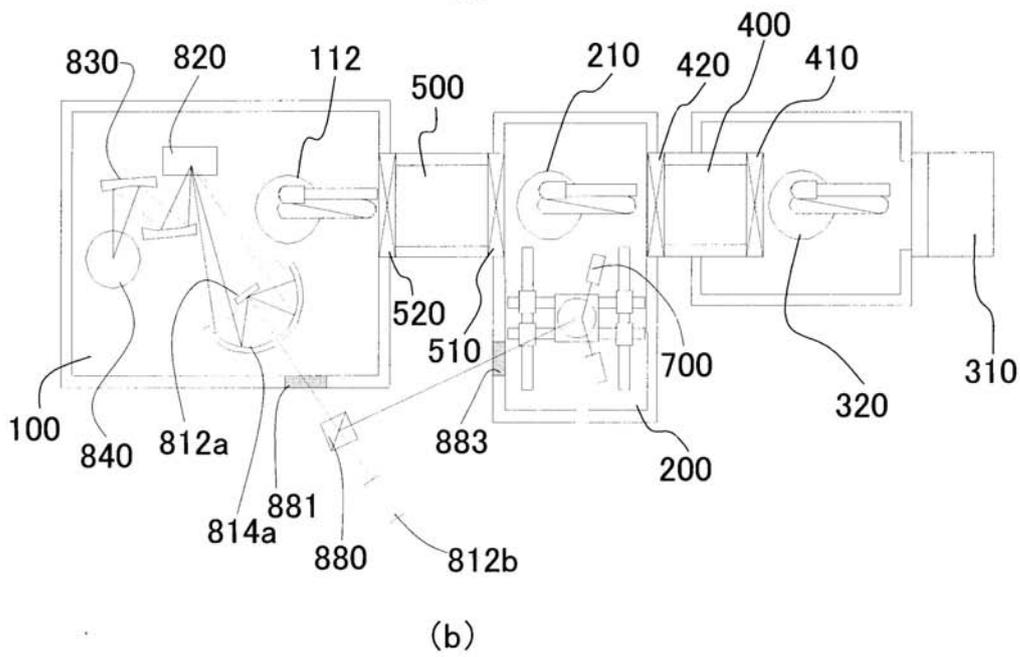
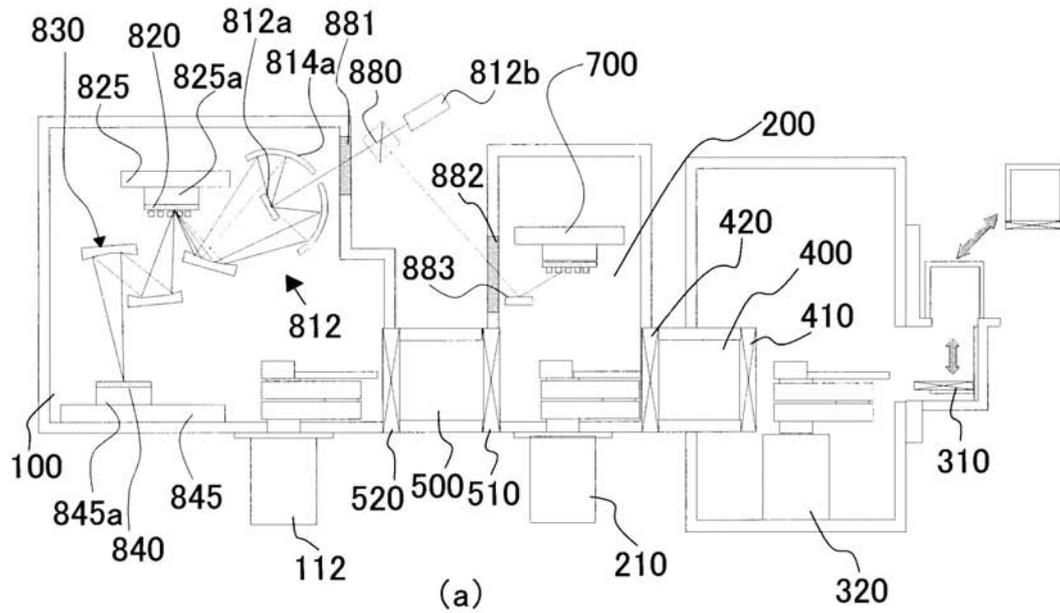
【 図 1 4 】

800

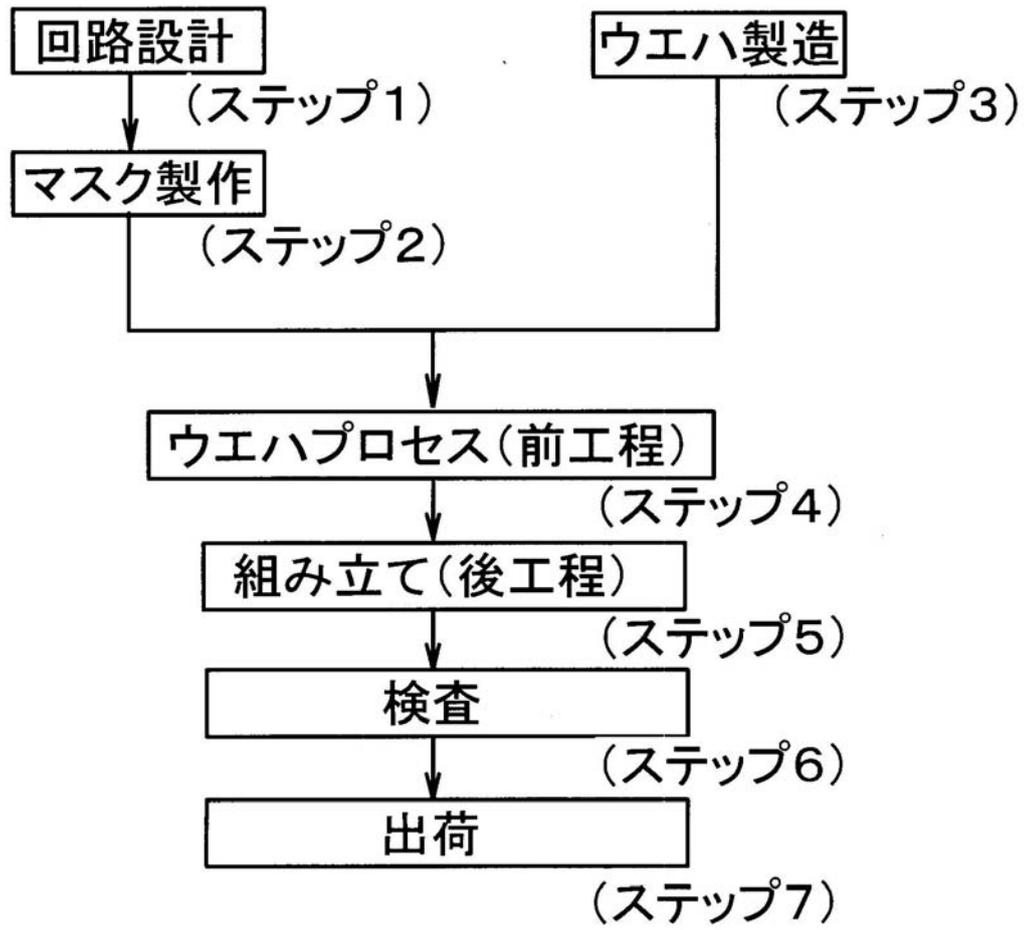


【 図 15 】

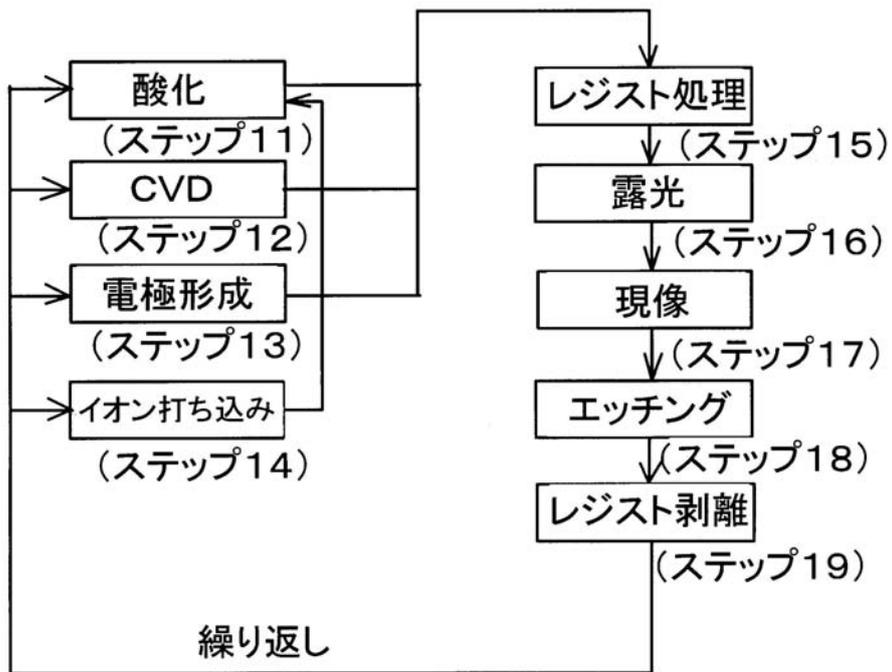
1



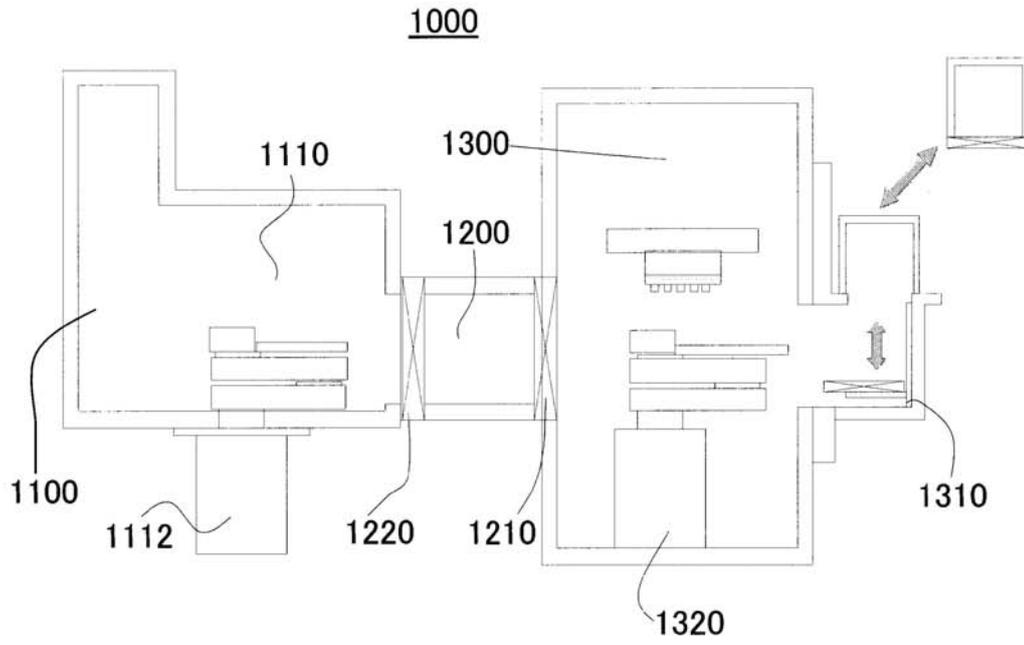
【図16】



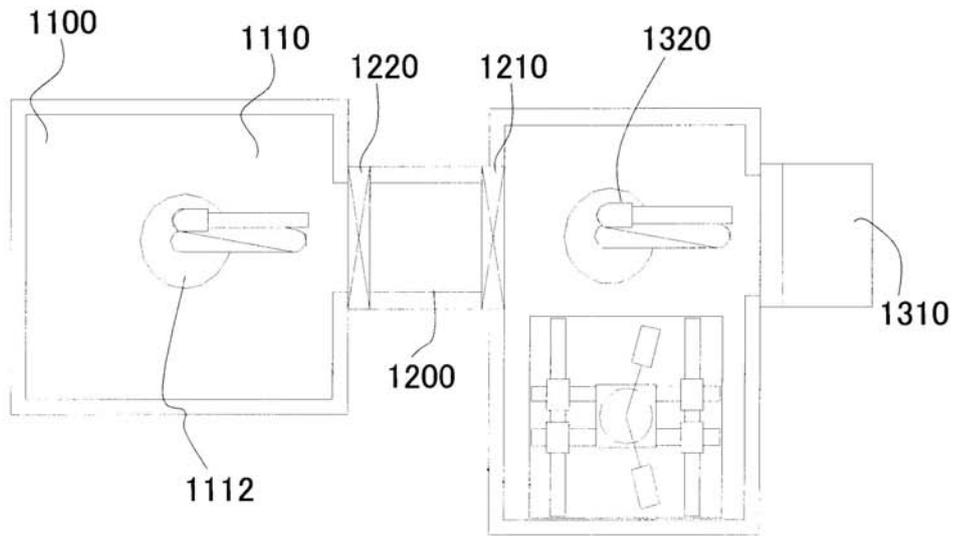
【図17】



【 図 18 】



(a)



(b)

フロントページの続き

審査官 川東 孝至

- (56)参考文献 特開2003-234268(JP,A)
特開2000-353649(JP,A)
特開2002-035709(JP,A)
特開2002-100573(JP,A)
特開2000-349005(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/677
B08B 7/00
G03F 7/20
H01L 21/027