

(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2012-195584  
(P2012-195584A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 1 5 D 5 F 1 4 6

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2012-50993 (P2012-50993)  
(22) 出願日 平成24年3月7日(2012.3.7)  
(31) 優先権主張番号 61/452, 374  
(32) 優先日 平成23年3月14日(2011.3.14)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504151804  
エーエスエムエル ネザーランズ ビー.  
ブイ.  
オランダ国 ヴェルトホーフエン 550  
4 ディー アール, デ ラン 6501  
(74) 代理人 100079108  
弁理士 稲葉 良幸  
(74) 代理人 100109346  
弁理士 大貫 敏史  
(72) 発明者 ヴァン ボクステル, フランク, ヨハネス  
, ヤコブス  
オランダ国, アイントホーフエン エヌエ  
ル-5632 エルエイチ, デ コッペル  
187

最終頁に続く

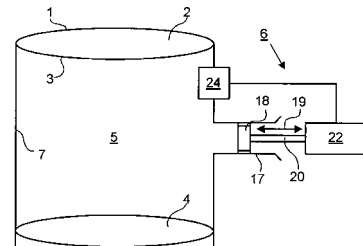
(54) 【発明の名称】 投影システム、リソグラフィ装置、及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 投影システム、リソグラフィ装置、及びデバイス製造方法の様々な構成を開示する。

【解決手段】 開示した構成によれば、投影システムは、パターニングされた放射ビームを基板のターゲット部分上へ投影するように構成される。投影システムは、第1の面と第2の面とを有する光学素子を含む。第1の面は、リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成される。第2の面は、外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成される。投影システムはさらに、外部ガス環境内の圧力変化、又は内部ガス環境との外部ガス環境との間の圧力差に応じて、内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムを含む。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

リソグラフィ装置用投影システムであって、

前記投影システムは、パターンングされた放射ビームを基板のターゲット部分上へ投影するように構成され、

前記投影システムは、第 1 の面と第 2 の面とを備える光学素子を備え、

前記第 1 の面は、前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、

前記第 2 の面は、前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成され、

前記投影システムは、前記外部ガス環境内の圧力変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムをさらに備える、リソグラフィ装置用投影システム。

10

**【請求項 2】**

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境の容積を調整する容積アジャスタを備える、請求項 1 に記載の投影システム。

**【請求項 3】**

前記圧力補償システムは、

前記外部ガス環境の圧力上昇に応じて前記内部ガス環境の容積を縮小し、

前記外部ガス環境の圧力低下に応じて前記内部ガス環境の容積を増大するように構成される、請求項 1 又は 2 に記載の投影システム。

20

**【請求項 4】**

前記投影システムは、前記内部ガス環境の容積を調整するために以下から選択された、すなわち前記内部ガス環境から離れるように傾斜した縦軸を有するピストン及びシリンダ、ペローズ、及び / 又は変形可能なメンブレンから選択された 1 つ又は複数を備える、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の投影システム。

**【請求項 5】**

前記圧力補償システムは、

以下から選択された、すなわち前記外部ガス環境内の圧力、前記内部ガス環境内の圧力、及び / 又は前記内部ガス環境と前記外部ガス環境との間の圧力差から選択された 1 つ又は複数を測定するように構成される圧力センサシステムと、

30

前記圧力センサシステムからの出力に基づいて前記圧力補償システムを制御するように構成されたコントローラと、  
を備える、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の投影システム。

**【請求項 6】**

前記圧力補償システムは、前記コントローラからの制御信号に応答して前記内部ガス環境の容積を調整するように構成されたコンポーネントを備える、請求項 5 に記載の投影システム。

**【請求項 7】**

前記コントローラからの制御信号に応答して前記内部ガス環境の容積を調整するように構成された前記コンポーネントは、以下から選択された、すなわち前記内部ガス環境から離れるように傾斜した縦軸を有するピストン及びシリンダ、ペローズ、及び / 又は変形可能なメンブレンから選択された 1 つ又は複数を備える、請求項 6 に記載の投影システム。

40

**【請求項 8】**

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境の容積を受動的に調整するように構成されたコンポーネントを備える、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の投影システム。

**【請求項 9】**

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境内のガス粒子数を調整するガス粒子アジャスタを備える、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の投影システム。

**【請求項 10】**

50

前記圧力補償システムは、  
 前記外部ガス環境内の圧力上昇に応じて前記内部ガス環境内の粒子数を低減し、  
 前記外部ガス環境内の圧力降下に応じて前記内部ガス環境内の粒子数を増大する  
 ように構成される、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の投影システム。

【請求項 1 1】

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境内の圧力とは異なる圧力にてガスを収容するリザーバを備え、

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境への、又は前記内部ガス環境からのガスの供給を制御又は調整するために前記リザーバの接続を制御するように構成される、請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載の投影システム。

10

【請求項 1 2】

前記内部ガス環境への、又は前記内部ガス環境からのガス流量を測定する流量計をさらに備え、前記圧力補償システムは、前記流量計からの出力を使用して前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成される、請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の投影システム。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の投影システムを備えるリソグラフィ装置。

【請求項 1 4】

リソグラフィ装置であって、

パターンニングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成された投影システムであって、該投影システムが第 1 の面と第 2 の面とを有する光学素子を備え、該第 1 の面が前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、該第 2 の面が前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成された、投影システムと、

20

前記外部ガス環境内の圧力変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムと、  
 を備えるリソグラフィ装置。

【請求項 1 5】

リソグラフィ装置であって、

パターンニングされた放射ビームを基板のターゲット部分上へ投影するように構成される投影システムであって、該投影システムが第 1 の面と第 2 の面とを有する光学素子を備え、該第 1 の面が前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、該第 2 の面が前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成され、使用時に前記内部ガス環境と前記外部ガス環境との間に圧力差がある、投影システムと、

30

前記圧力差の測定された変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムと、  
 を備えるリソグラフィ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0 0 0 1】

[001] 本発明は、投影システム、リソグラフィ装置、及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

[002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板に、通常は基板のターゲット部分に適用する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に使用可能である。このような場合、代替的にマスク又はレチクルとも呼ばれるパターンニングデバイスを使用して、ICの個々の層上に形成すべき回路パターンを生成することができる。このパターンを、基板（例えばシリコンウェーハ）上のターゲット部分（例えば 1 つ又は幾つかのダイの一部を含む）に転写することができる。パターンの転写は通常、基板に設け

50

た放射感应性材料（レジスト）の層への結像により行われる。一般的に、1枚の基板は、順次パターンが与えられる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。従来のリソグラフィ装置は、パターン全体をターゲット部分に1回で露光することによって各ターゲット部分が照射される、いわゆるステップと、基板を所与の方向（「スキャン」方向）と平行あるいは逆平行に同期的にスキャンしながら、パターンを所与の方向（「スキャン」方向）に放射ビームでスキャンすることにより、各ターゲット部分が照射される、いわゆるスキナとを含む。パターンを基板にインプリントすることによっても、パターンニングデバイスから基板へとパターンを転写することが可能である。

【発明の概要】

【0003】

[003] パターニングされた放射ビームをパターンニングデバイスから基板上に向けるために投影システムを備えてもよい。典型的な投影システムは、レンズ鏡筒としても知られている、ハウジング内に組み立てられる一連の素子（例えばレンズなどの光学素子）を備える。レンズ鏡筒内部のガス環境は、デバイスの光学的性能に支障を及ぼさず、又は敏感な光学素子を損傷しないように注意深く管理される必要がある。例えば、粉塵は排除される必要があり、湿度レベルは実質的に一定に（通常は極めて低く）保たれる必要があり、及び/又は化学汚染（有機及び/又は無機）レベルは厳密に規制される必要がある。ガス成分も管理される必要がある。ガス環境の制御には、ガス環境を通るガスの流れを保つことが含まれてもよい。圧力は通常、投影システムの外側からのガス及び/又は汚染物質の流入を阻止するために大気圧以上のレベルに保たれる。

【0004】

[004] 投影システム内部のガス環境と投影システム外部の環境との圧力差の変化は、基板上に形成される像の精度を低下させる可能性がある。

【0005】

[005] 例えば、像の精度がこのような変化によって低下する程度を低減することが望ましい。

【0006】

[006] ある態様によれば、リソグラフィ装置用投影システムであって、投影システムがパターニングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成され、投影システムが第1の面と第2の面とを備える第1の光学素子を備え、第1の面がリソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、第2の面が外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成され、投影システムが外部ガス環境の圧力変化に応じて内部ガス環境の圧力を調整するように構成される圧力補償システムをさらに備える、リソグラフィ装置用投影システムが提供される。

【0007】

[007] ある態様によれば、リソグラフィ装置であって、パターニングされた放射ビームを基板のターゲット部分上へ投影するように構成される投影システムであって、投影システムが第1の面と第2の面とを有する光学素子を備え、第1の面がリソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、第2の面が外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成される、投影システムと、外部ガス環境内の圧力変化に応じて内部ガス環境内の圧力を調整するように構成される圧力補償システムとを備える、リソグラフィ装置が提供される。

【0008】

[008] ある態様によれば、リソグラフィ装置であって、パターニングされた放射ビームを基板のターゲット部分上へ投影するように構成される投影システムであって、投影システムが第1の面と第2の面とを有する光学素子を備え、第1の面がリソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、第2の面が外部ガス環境から実質的に絶縁された内部ガス環境に曝されるように構成され、使用時に内部ガス環境と外部ガス環境との間に圧力差がある、投影システムと、圧力差の測定変化に応じて内部ガス環境内の圧力を調整するように構成される圧力補償システムとを備える、リソグラフィ装置

10

20

30

40

50

が提供される。

【 0 0 0 9 】

[009] ある態様によれば、投影システムを使用して、パターニングされた放射ビームを基板に投影するステップであって、第 1 の面と第 2 の面とを有する光学素子を備え、第 1 の面が投影システムの外部に接続する外部ガス環境に曝され、第 2 の面が内部ガス環境に曝され、内部ガス環境が実質的に外部ガス環境から隔絶される投影システムと、外部ガス環境の圧力変化に応じて内部ガス環境内の圧力を調整するステップとを含むデバイス製造方法が提供される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

10

[0010] 対応する参照符号が対応する部分を示す添付の概略図を参照しながら以下に本発明の実施形態について説明するが、これは単に例示としてのもものに過ぎない。

【 図 1 】 [0011] 本発明のある実施形態によるリソグラフィ装置を示す。

【 図 2 】 [0012] ピストンとシリンダとを備える受動コンポーネントを有する投影システムの一部又は下部における内部ガス環境を示す。

【 図 3 】 [0013] メンブレンを備える受動コンポーネントを示す。

【 図 4 】 [0014] ベローズを備える受動コンポーネントを示す。

【 図 5 】 [0015] ピストンと、シリンダと、ピストンドライバを備える能動コンポーネントを有する投影システムの一部又は下部における内部ガス環境を示す。

【 図 6 】 [0016] メンブレンとメンブレンドライバとを備える能動コンポーネントを示す。

20

【 図 7 】 [0017] ベローズとベローズドライバとを備える能動コンポーネントを示す。

【 図 8 】 [0018] 高圧及び低圧リザーバ、及び関連するバルブを備える、内部ガス環境内のガス粒子の数（すなわち、ガス量）を調整するガス粒子アジャスタを有する投影システムの一部又は下部における内部ガス環境を示す。

【 図 9 】 [0019] 容積が異なる一連の低圧リザーバと、異なる圧力に保たれる一連の高圧リザーバとを備えるガス粒子アジャスタを示す。

【 図 1 0 】 [0020] 図 8 に示すシステムの変形形態を示す。

【 図 1 1 】 [0021] 図 8 に示すシステムに従う図 9 に示すシステムの変形形態を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

30

[0022] 図 1 は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示したものである。この装置は、

- 放射ビーム B（例えば UV 放射又は DUV 放射）を調節するように構成された照明システム（イルミネータ）IL と、

- パターニングデバイス（例えばマスク）MA を支持するように構築され、特定のパラメータに従ってパターニングデバイスを正確に位置決めするように構成された第 1 のポジションナ P M に接続された支持構造（例えばマスクテーブル）MT と、

- 基板（例えばレジストコートウェーハ）W を保持するように構築され、特定のパラメータに従って基板を正確に位置決めするように構成された第 2 のポジションナ P W に接続された基板テーブル（例えばウェーハテーブル）WT と、

40

- パターニングデバイス MA によって放射ビーム B に与えられたパターンを基板 W のターゲット部分 C（例えば 1 つ又は複数のダイを含む）に投影するように構成された投影システム（例えば屈折投影レンズシステム）PS とを備える。

【 0 0 1 2 】

[0023] 照明システムは、放射の誘導、整形、又は制御を行うための、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型等の光学コンポーネント、又はその任意の組合せなどの種々のタイプの光学コンポーネントを含んでいてもよい。

【 0 0 1 3 】

[0024] 支持構造 MT は、パターニングデバイスの方向、リソグラフィ装置の設計等の条件、例えばパターニングデバイスが真空環境で保持されているか否かに応じた方法で、パ

50

ターニングデバイスを保持する。この支持構造は、パターンングデバイスを保持するために、機械式、真空式、静電式等のクランプ技術を使用することができる。支持構造は、例えばフレーム又はテーブルでよく、必要に応じて固定式又は可動式でよい。支持構造は、パターンングデバイスが例えば投影システムなどに対して確実に所望の位置に来ることができる。本明細書において「レチクル」又は「マスク」という用語を使用した場合、その用語は、より一般的な用語である「パターンングデバイス」と同義と見なすことができる。

**【 0 0 1 4 】**

[0025] 本明細書において使用する「パターンングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分にパターンを生成するように、放射ビームの断面にパターンを与えるために使用し得る任意のデバイスを指すものとして広義に解釈されるべきである。ここで、放射ビームに与えられるパターンは、例えばパターンが位相シフトフィーチャ又はいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分における所望のパターンに正確には対応しないことがある点に留意されたい。通常、放射ビームに与えられるパターンは、集積回路などのターゲット部分に生成されるデバイスの特定の機能層に相当する。

10

**【 0 0 1 5 】**

[0026] パターンングデバイスは透過性又は反射性でよい。パターンングデバイスの例には、マスク、プログラマブルミラーアレイ、及びプログラマブルLCDパネルがある。マスクはリソグラフィにおいて周知のものであり、これには、バイナリマスク、レベンソン型(alternating)位相シフトマスク、ハーフトーン型(attenuated)位相シフトマスクのよ

20

**【 0 0 1 6 】**

[0027] 本明細書において使用する「投影システム」という用語は、使用する露光放射、又は液浸液の使用や真空の使用などの他の要因に合わせて適宜、例えば屈折型光学システム、反射型光学システム、反射屈折型光学システム、磁気型光学システム、電磁型光学システム及び静電型光学システム、又はその任意の組合せを含む任意のタイプの投影システムを包含するものとして広義に解釈されるべきである。本明細書において「投影レンズ」という用語を使用した場合、その用語はより一般的な用語である「投影システム」と同義と見なしてもよい。

30

**【 0 0 1 7 】**

[0028] 本明細書に示すように、本装置は透過タイプである(例えば透過マスクを使用する)。あるいは、装置は反射タイプでもよい(例えば上記で言及したようなタイプのプログラマブルミラーアレイを使用する、又は反射マスクを使用する)。

**【 0 0 1 8 】**

[0029] リソグラフィ装置は、例えば2つ以上の基板テーブル、又は1つ又は複数の基板テーブルと1つ又は複数のセンサ又は測定テーブルとの組合せのような2つ以上のテーブル(又はステージ又は支持体)を有するタイプでもよい。このような「マルチステージ」機械では、追加のテーブルを並行して使用してもよく、又は準備ステップを1つ又は複数のテーブル上で実行する一方で、1つ又は複数の別のテーブルを露光用に使用してもよい。リソグラフィ装置は、同様に基板、センサ、及び測定テーブルと並行して使用してもよい2つ以上のパターンングデバイス(又はステージ又は支持体)を有してもよい。

40

**【 0 0 1 9 】**

[0030] リソグラフィ装置は、投影システムと基板との間の空間を充填するように、基板の少なくとも一部を水などの比較的高い屈折率を有する液体で覆えるタイプでもよい。液浸液は、例えばマスクと投影システムの間など、リソグラフィ装置の他の空間に適用することもできる。液浸技術は、投影システムの開口数を増加させるために当技術分野で周知である。本明細書で使用する「液浸」という用語は、基板などの構造を液体に沈めなけれ

50

ばならないということをもっぱら意味するのではなく、露光中に投影システムと基板及び／又はパターンングデバイスとの間に液体が存在するというほどの意味である。これは液体に液浸される基板などの構造体を伴ってもよく、又は伴わなくてもよい。参照符号IMは、液浸技術を実装する装置を配置し得る場所を示す。このような装置は、液浸液の供給システムと、該当する領域に液体を含める液体閉じ込め構造とを含んでもよい。

#### 【0020】

[0031] 図1を参照すると、イルミネータILは放射源SOから放射ビームを受ける。放射源及びリソグラフィ装置は、例えば放射源がエキシマレーザである場合に、別々の構成素子であってもよい。このような場合、放射源はリソグラフィ装置の一部を形成すると見なされず、放射ビームは、例えば適切な誘導ミラー及び／又はビームエキスパンダなどを備えるビームデリバリシステムBDを用いて、放射源SOからイルミネータILへと渡される。他の事例では、例えば放射源が水銀ランプの場合は、放射源SOがリソグラフィ装置の一体部分であってもよい。放射源及びイルミネータILは、必要に応じてビームデリバリシステムBDとともに放射システムと呼ぶことができる。

10

#### 【0021】

[0032] イルミネータILは、放射ビームの角度強度分布を調整するアジャスタADを備えてもよい。通常、イルミネータの瞳面における強度分布の少なくとも外側及び／又は内側半径範囲（通例それぞれ、-outer及び-innerと呼ばれる）を調整することができる。さらに、イルミネータILは、インテグレートIN、コンデンサCOなどの他の種々のコンポーネントを備えてもよい。イルミネータを用いて放射ビームを調節し、その断面にわたって所望の均一性と強度分布とが得られるようにしてもよい。

20

#### 【0022】

[0033] 放射ビームBは、支持構造（例えば、マスクテーブル）MT上に保持されたパターンングデバイス（例えば、マスク）MAに入射し、パターンングデバイスによってパターンングされる。パターンングデバイスMAを横断した放射ビームBは、投影システムPSを通過し、投影システムPSは、ビームを基板Wのターゲット部分C上に合焦させる。第2のポジションPWと位置センサIF（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ又は容量センサ）を用いて、基板テーブルWTは、例えば、様々なターゲット部分Cを放射ビームBの経路に位置決めできるように正確に移動できる。同様に、第1のポジションPMと別の位置センサ（図1には明示されていない）を用いて、マスクライブラリからの機械的な取り出し後又はスキャン中などに放射ビームBの経路に対してパターンングデバイスMAを正確に位置決めできる。通常、支持構造MTの移動は、第1のポジションPMの部分形成するロングストロークモジュール（粗動位置決め）及びショートストロークモジュール（微動位置決め）を用いて実現できる。同様に、基板テーブルWTの移動は、第2のポジションPWの部分形成するロングストロークモジュール及びショートストロークモジュールを用いて実現できる。ステッパの場合（スキャナとは対照的に）、支持構造MTをショートストロークアクチュエータのみに接続するか、又は固定してもよい。パターンングデバイスMA及び基板Wは、パターンングデバイスアライメントマークM1、M2及び基板アライメントマークP1、P2を使用して位置合わせすることができる。図示のような基板アライメントマークは、専用のターゲット部分を占有するが、ターゲット部分の間の空間に位置してもよい（スクライプレーンアライメントマークとして知られている）。同様に、パターンングデバイスMA上に複数のダイを設ける状況では、パターンングデバイスアライメントマークをダイ間に配置してもよい。

30

40

#### 【0023】

[0034] 図示のリソグラフィ装置は、以下のモードのうち少なくとも1つにて使用可能である。

1. ステップモードにおいては、支持構造MT及び基板テーブルWTは、基本的に静止状態に維持される一方、放射ビームに与えたパターン全体が1回でターゲット部分Cに投影される（すなわち単一静的露光）。次に、別のターゲット部分Cを露光できるように、基板テーブルWTがX方向及び／又はY方向に移動される。ステップモードでは、露光フィ

50

ールドの最大サイズによって、単一静的露光で像が形成されるターゲット部分Cのサイズが制限される。

2. スキャンモードにおいては、支持構造MT及び基板テーブルWTは同期的にスキャンされる一方、放射ビームに与えられるパターンがターゲット部分Cに投影される(すなわち単一動的露光)。支持構造MTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投影システムPSの拡大(縮小)及び像反転特性によって求めることができる。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光におけるターゲット部分の(非スキャン方向における)幅が制限され、スキャン動作の長さによってターゲット部分の(スキャン方向における)高さが決まる。

3. 別のモードでは、支持構造MTはプログラブルパターンングデバイスを保持して基本的に静止状態に維持され、基板テーブルWTを移動又はスキャンさせながら、放射ビームに与えられたパターンをターゲット部分Cに投影する。このモードでは、一般にパルス状放射源を使用して、基板テーブルWTを移動させる毎に、又はスキャン中に連続する放射パルスの間で、プログラブルパターンングデバイスを必要に応じて更新する。この動作モードは、以上で言及したようなタイプのプログラブルミラーアレイなどのプログラブルパターンングデバイスを使用するマスクレスリソグラフィに容易に利用できる。

【0024】

[0035] 上述した使用モードの組合せ及び/又は変形、又は全く異なる使用モードも利用できる。

【0025】

[0036] 上述のように、レンズ鏡筒内の内部ガス環境と投影システム外部の環境(例えば「クリーンルーム」、以下通常、外部環境と言う)との間の圧力差の変化は、基板上に形成される像の精度を低下させることがある。光学的精度の低下は、(例えば個々のレンズであってよい)光学素子にわたる圧力差において結果として生じる変化に起因して生じ得る。光学素子にわたる圧力差の変化は、光学素子の歪み及び/又は変位、及びそれに対応した投影システムの光学的性能の変化をもたらし得る。素子圧力差の変化は、一方の側が外部環境の圧力に曝され、他方の側が外部環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝される投影システムの最上端及び/又は最下端における光学素子についてより一層大きいことがある。外部環境での圧力は極めて大幅に且つ比較的短い時間スケールで変化し得る。例えば、外部環境におけるドア閉めは、正確な圧力変動の大きさは外部環境のサイズ、ドアの性質や位置、ドアが閉じられる方法などを含む多くの要因に左右されるが、概してリソグラフィ装置にて25Paに及ぶ圧力変動を引き起こすことがある。内部ガス環境を通ず継続的なガスの流れが提供されてもよい。継続的なガスの流れは、例えばガス放出に起因する汚染物質を除去するのに有益であり得る。典型的にはガスの流れは、それが極めて効果的であるには内部ガス環境の容積と比較してあまりに少ないであろうものの、ガスの流れは、内部ガス環境の近傍の光学素子内の加熱を制御するのに役立つことがある。基本的には、ガスの流入及び/又は流出は、全体的な圧力を制御するよう調整できる。しかし、このようなシステムにとって、外部環境に由来する圧力変動を効果的に補償するように十分に迅速に応答することは困難である。

【0026】

[0037] 以下の記載では、「外部ガス環境」という用語は、外部環境から実質的に隔絶(言い換えると密閉)されず、したがって外部環境(例えば、クリーンルーム)と実質的に同じ圧力(すなわち、ほぼ大気圧)に保たれるいずれかの容積を指すために用いられる。したがって、外部ガス環境は、リソグラフィ装置の外側の環境に「接続している」と見なしてもよい。この文脈では、それ故、外部ガス環境はリソグラフィ装置内部に存在し得る。これに対して、「内部ガス環境」は、外部環境から実質的に隔絶された容積を指す。「実質的に隔絶された」という用語は、この文脈では、独立した圧力調整が可能な程度に隔絶されることを意味する。したがって、内部ガス環境が外部ガス環境から実質的に隔絶されると言うことは、(外部ガス環境の圧力変化に応じて内部ガス環境内の圧力を調整する周到な手段がない場合)内部ガス環境内の圧力が外部ガス環境の圧力から実質的に独立し

10

20

30

40

50

ていることを意味する。したがって、内部ガス環境内の圧力は、外部ガス環境の圧力とは実質的に異なるレベルに保つことができる。通常、内部ガス環境内の圧力は、必ずしも不可欠ではないが、外部ガス環境の呼び圧力よりも高いレベルに保たれる。内部ガス環境内の圧力は、外部ガス環境の呼び圧力と実質的に同じレベル、又はそれ以下のレベルに保たれてもよい。

【0027】

[0038] 内部ガス環境は、投影システムの上部に存在してもよい。この場合、内部ガス環境は、第1の光学素子（すなわち、パターンニングされた放射ビームが当たる投影システムの第1の光学素子）と、隣接する光学素子（「第2の」光学素子）との間にあることになろう。しかし、本発明の実施形態は、追加として、又は代替として（投影システムの下端部に位置する）投影システムの最後の素子に応用できる。この場合、「内部ガス環境」は、最後の光学素子と最後から二番目の光学素子との間の領域であろう。液浸システムでは、最後の光学素子は、使用時に露光中、投影システムと基板との間に位置する液浸液と接触するであろう光学素子であろう。本発明の実施形態は、追加として、又は代替として投影システムの別の素子、又は別の光学系（例えば照明システム）に応用してもよい。

10

【0028】

[0039] 図2は、投影システムの上部又は下部を示すものと見なしてもよい。図2を投影システムの上部を表すものと見なす場合は、図2の上部（すなわち、素子2）は図2の下部（すなわち、素子4）よりも高いと見なされる。図2が投影システムの下部を表すものと見なす場合は、図2の上部（すなわち、素子2）は図2の下部（すなわち、素子4）よりも低いと見なされる。図2が投影システムの上部を示すものと見なされる場合は、図示した部分は、外部ガス環境に曝される第1の面1と、外部ガス環境から実質的に隔絶され、その代わりに（能動的及び/又は受動的に）制御された内部ガス環境5に曝される第2の面3とを有する光学素子2（図2が投影システムの上部を示すと見なされる場合は「第1の光学素子」、又は図2が投影システムの下部を示すと見なされる場合は「最後の光学素子」）から構成されている。光学素子2は、通常それにかかる圧力の変動によって著しく変形しないほど十分に剛性となるレンズ鏡筒内に収容されている。光学素子2と隣接の光学素子4との間の領域が内部ガス環境を画定する。

20

【0029】

[0040] 開示する実施形態によれば、外部ガス環境の圧力変化に応じて内部ガス環境内の圧力を調整するために、圧力補償システムが提供される。圧力補償システムは、光学素子2にわたって結果として生じる圧力差の変化を低減するように、外部ガス環境の圧力差の変化に反応する。

30

【0030】

[0041] 図2から図7に示す実施形態では、内部ガス環境の容積を調整するために、容積アジャスタ6が設けられる。容積アジャスタ6は、外部ガス環境の圧力上昇に応じて内部ガス環境の容積を縮小し、外部ガス環境の圧力の圧力降下に応じて内部ガス環境の容積を増大し、又はその両方を行うように構成されている。

【0031】

[0042] 図2から図4では、容積アジャスタは、外部ガス環境の圧力変化に受動的にตอบสนองするように構成されたコンポーネントを備えている。受動コンポーネントは、外部電源又は能動制御システムを必要とせずに対応する。

40

【0032】

[0043] 図5から図7では、容積アジャスタは、内部ガス環境の容積を能動的に変更するように構成されたコンポーネントを備えている。能動コンポーネントは、電源及び制御システム（コントローラ）に依存する機構を備えている。

【0033】

[0044] 図2では、受動コンポーネントは、シリンダ9内で移動可能な（矢印11）ピストン8を備えている。ピストン8の断面形状は（円形であってもよいが、別の形状のものを使用してもよい）シリンダ9の内部断面形状に対応する。ガスがピストン8を越えて漏

50

れることを防止するか又は最小限にするため、ピストン 8 とシリンダ 9 との間に摺動シール 10 が設けられている。シリンダ 9 は、一端が内部ガス環境に、他端が開口 12 に接続されてもよい。開口 12 は、外部ガス環境に接続する空間に連通している。システムは、外部ガス環境の圧力上昇がピストン 8 を内側（図の左側）に移動させ、それにより内部ガス環境の容積を縮小させ且つその内部の圧力の補償上昇を生じさせるように、構成されている。外部ガス環境の圧力低下は、ピストン 8 が外側（図の右側）に押されるようにし、それにより内部ガス環境の容積を増大させ且つその内部の圧力の補償低下を生じさせるように構成されている。両方の場合とも、その効果は、外部ガス環境内の圧力変動によって生じる光学素子 2 にわたる圧力差の変化の大きさを低減することである。内部ガス環境内の圧力が外部ガス環境の圧力よりも高いレベルの圧力に保たれる場合は、ピストン 8 には、ピストン 8 を内部ガス環境の内側に向かって付勢する弾性部材（図示せず）が設けられるであろう。付勢力は、ピストン 8 にわたる呼び圧力差を平衡するために必要である。内部ガス環境内の圧力が外部ガス環境の圧力よりも低いレベルに保たれる場合は、ピストン 8 には、ピストンを内部ガス環境の外側に向かって付勢する弾性部材（図示せず）が設けられるであろう。

10

**【 0 0 3 4 】**

[0045] ピストン 8 の縦軸は、内部ガス環境から離れるように傾斜して下方に向けられてもよい。こうすれば、移動するピストンに関連する汚染物質が内部ガス環境内の重要な素子から離れやすいであろう。

**【 0 0 3 5 】**

[0046] 図 3 は、受動コンポーネントが、外部ガス環境の圧力変動に応じて内側、外側、又は内側及び外側（矢印 13）に変形するように構成された変形可能部材 14（この例ではメンブレン）を備える、実施形態を示す。図 3 のアレンジの動作は、図 2 の実施形態のピストン 8 及びシリンダ 9 の動作に対応する。しかし、内部ガス環境 5 の容積の変化は、変位によってではなく変形によって達成される。図 3 のアレンジは、移動部品が最小限に抑えられるので有利である。このようにして内部ガス環境 5 の汚染のリスクが低減される。変形可能部材 14 とレンズ鏡筒 5 との間の連結ポイントは固定され、これが信頼できるシールを設けるのに役立つ。変形可能部材として、例えばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）メンブレンが使用されてもよい。湿気の流れがメンブレンを通ることを防止するため、メンブレンの領域に乾燥パージガス流が供給されてもよい。内部ガス環境 5 内の圧力が外部ガス環境の圧力よりも高いレベル又は低いレベルに保たれる場合は、必要な付勢を与えるために変形可能部材 14 にはまた弾性部材（図示せず）が設けられてもよい。例えば、変形可能部材 14 は弾性特性を有するメンブレンから形成されてよい。

20

30

**【 0 0 3 6 】**

[0047] 図 4 は、受動コンポーネントが外部ガス環境の圧力変動に応じて形状が変化する（矢印 15）ように構成されたベローズを備える実施形態を示す。ベローズの動作は、両者とも上で説明されたピストン 8 及びシリンダ 9 のアレンジ、及び変形可能部材 14 のアレンジの動作に対応する。ベローズ 16 は、外部ガス環境の圧力変動に応じて内側、外側、又は内側及び外側（矢印 15）に駆動されるように構成されている。ベローズ 16 は実際には、外部ガス環境の圧力変動によって駆動されて、変動を少なくとも部分的に補償するように内部ガス環境 5 の容積を変化させる。外部ガス環境の圧力上昇は内部ガス環境 5 の容積の対応する増大を伴い、逆の場合も同様である。図 3 の変形可能部材 14 のアレンジの場合と同様に、ベローズ 16 は、移動部品が最小限に抑えられる（例えば摺動シールは必要ない）ので有利である。粒子の形成は望ましく最小限に抑えられる。内部ガス環境 5 内の圧力を外部ガス環境の圧力よりも高いレベル、又は低いレベルに保つ場合は、図 2 及び図 3 を参照して上で説明された実施形態と同様に、必要な付勢を与えるようベローズ 16 に弾性部材が設けられる。

40

**【 0 0 3 7 】**

[0048] 図 5 から図 7 は、図 2 から図 4 の実施形態にそれぞれ対応する。図 2 から図 4 の実施形態の受動コンポーネントが、図 2 から図 4 に示すアレンジにあるコンポーネントに

50

対応するものでよい1つ又は複数の能動コンポーネントに置き換えられている。各アレンジのシステムには、圧力センサシステム24が備えられている。圧力センサシステム24は、以下のうちの、すなわち（例えば外部ガス環境の圧力センサを介した）外部ガス環境内の圧力、（例えば内部ガス環境5内の圧力センサを介した）内部ガス環境5内の圧力、及び/又は（例えば内部ガス環境と外部ガス環境との間の境界に位置する圧力差センサを介した）内部ガス環境5と外部ガス環境との間の圧力差のうちの1つ又は複数の値を測定するように構成されている。圧力センサシステム24から入力を受けるコントローラ22が備えられている。コントローラ22は、外部ガス環境内の測定された圧力だけに応答するように構成されてもよい。例えば、コントローラ22は、外部ガス環境内の検出された圧力変化に対応する量だけ内部ガス容量内の圧力を調整するように構成されてもよい。代替的に又は追加的に、コントローラ22は、（内部ガス環境及び外部ガス環境の各々の内部の別個のセンサを介した）内部ガス環境及び外部ガス環境内の圧力の別個の測定から導き出される内部ガス環境5と外部ガス環境との間の圧力差に応答するように構成されてもよい。例えば、コントローラ22は、内部ガス環境内の圧力と外部ガス環境内の圧力との差の検出された変化に対応する量だけ、内部ガス容積内の圧力を調整するように構成されてもよい。代替的に又は追加的に、コントローラ22は、圧力差センサを介して圧力差を直接測定することから導き出された内部と外部のガス環境の圧力差に応答するように構成されてもよい。例えば、コントローラ22は、検出された圧力差の検出された変化に対応する量だけ内部ガス容積内の圧力を調整するように構成されてもよい。

10

20

30

40

50

**【0038】**

[0049] 図5では、ピストン18とシリンダ17とが、ピストン18の内側及び外側への運動（矢印19）を駆動するように構成されたピストンドライバ20と協働する。ピストンドライバ20は、コントローラ22からの制御信号に応答してピストン18を駆動する。制御信号は、（圧力センサシステム24によって測定された）外部ガス環境の圧力変動を少なくとも部分的に補償する方向にピストン18を移動させるような信号である。例えば、外部ガス環境内の圧力が上昇すると、制御信号は、ピストンドライバ20がピストン18を内側に（図の左側に）駆動させるような信号になる。外部ガス環境内の圧力が低下すると、制御信号は、ピストンドライバ20がピストン18を外側に（図の右側に）駆動させるような信号になる。コントローラ22は、例えばフィードバックアレンジメントで動作するように構成されてもよい。追加的に又は代替的に、コントローラ22は、フィードフォワード制御を使用するように構成されてもよい。ピストン18の縦軸は、内部ガス環境5から離れるよう傾斜して下方に向けられてもよい。こうすれば、移動するピストン18に関連する汚染物質が内部ガス環境5内の重要な素子から離れやすいであろう。

**【0039】**

[0050] 図6では、変形可能部材26が変形可能部材ドライバ25と協働する。変形可能部材ドライバ25は、コントローラ22からの制御信号に基づいて変形状態（矢印21）を制御するように構成される。例えば、外部ガス環境内の圧力が上昇すると、制御信号は、内部ガス環境5の容積が縮小するように、変形可能部材ドライバ25が変形可能部材26を変形させるような信号になる。外部ガス環境の圧力が低下すると、制御信号は、内部ガス環境5の容積が増大するように変形可能部材26を変形させるような信号になる。

**【0040】**

[0051] 図7では、ペローズ28には、コントローラ22からの制御信号に基づいてペローズ28の容積を制御するように構成されたペローズドライバ30が設けられている。例えば、外部ガス環境の圧力が上昇すると、制御信号は、ペローズドライバ30がペローズ28に内部ガス環境の容積を低減させるような信号になる。外部ガス圧力が低下すると、制御信号は、ペローズ28が内部ガス環境の容積を増大させるような信号になる。

**【0041】**

[0052] 図2から図7のピストン及びシリンダ、メンブレン又はペローズなどの変形可能部材、又はそのいずれかの一部を分離して、又はいずれかの組合せで一緒に使用してもよい。さらに、内部ガス環境5が実質的に静止ガスを含んでいる場合が図示されているが、

必ずしもそうである必要はない。例えば、内部ガス環境 5 を通して連続的なガス流を供給するためにパージガス供給システムが提供されてもよい。

【 0 0 4 2 】

[0053] 追加的に又は代替的に、圧力補償システムは、内部ガス環境 5 内のガス粒子の数（すなわち、内部ガス環境内のガス量）を調整するガス粒子アジャスタを備えてもよい。内部ガス環境 5 内の圧力は、ガス粒子数を増大させることによって上昇させることができる。内部ガス環境 5 内の圧力は、ガス粒子数を減少させることによって低下させることができる。内部ガス環境 5 内の圧力を操作する方法は、内部ガス環境 5 の容積変化に基づいて、単独で、又は上記の実施形態のいずれか 1 つ又は複数の組合せでも使用できる。

【 0 0 4 3 】

[0054] ガス粒子数の調整は、内部ガス環境 5 内の圧力とは異なる圧力でガスを収容するように構成された 1 つ又は複数のリザーバによって実施することができる。このようなりザーバを内部ガス環境に接続することは、内部ガス環境 5 内への、又は内部ガス環境 5 からのガスの正味流れをもたらすことになる。リザーバ内の圧力が内部ガス環境 5 内の圧力よりも高い場合は、ガスの正味流れは内部ガス環境 5 内への流れになる。内部ガス環境 5 内へのガスの正味流れは、内部ガス環境 5 内の圧力を上昇させやすい。リザーバ内の圧力が内部ガス環境 5 内の圧力よりも低い場合は、ガスの正味流れは内部ガス環境 5 から出る流れになる。内部ガス環境 5 から出るガスの正味流れは、内部ガス環境 5 内の圧力を低下させやすい。したがって、内部ガス環境 5 とは異なる圧力下にあるリザーバへの接続を選択的に制御することによって、内部ガス環境 5 内への、又は内部ガス環境 5 からのガスの流れを制御又は調整することができる。

【 0 0 4 4 】

[0055] 制御又は調整は、例えば、リザーバと内部ガス環境 5 との間の直接接続を介して、直接行うことができる。代替的に又は追加的に、制御又は調整は、内部ガス環境 5 に、又は内部ガス環境 5 に連通している供給管への接続を介して、間接的に行うことができる。供給管は、例えば内部ガス環境 5 を通してパージガス流を供給するパージガス供給システムに関連付けられた供給管であってよい。内部ガス環境 5 の圧力以下の圧力でガスを収容するように構成されたリザーバを「低圧リザーバ」と呼んでもよい。内部ガス環境 5 の圧力以上の圧力でガスを収容するように構成されたリザーバを「高圧リザーバ」と呼んでもよい。ある場合に低圧リザーバであるリザーバが、別の場合には高圧リザーバであって

【 0 0 4 5 】

[0056] 図 8 は、投影システムの上部又は下部に適用される例示的アレンジを示す。投影システムの上部又は下部の性質は図 2 を参照して上述した。図 2 から図 7 を参照して説明した実施形態と同様に、レンズ鏡筒 7 内に収納された、外部ガス環境に曝される第 1 の面と、内部ガス環境 5 に曝される第 2 の面 3 とを有する光学素子が設けられている。この例では、内部ガス環境 5 を通してガス流を供給するために、パージガス供給システムが提供される。ガス流は、例えば、内部ガス環境 5 から放出される汚染物質を除去するために利用できる。ガス流は、連続的なものでも、準連続的（すなわち、断続的にある期間にはオンで、ある期間にはオフ）なものでもよい。

【 0 0 4 6 】

[0057] パージガス供給システムは、供給源 3 6 から入力ガスコントローラ 3 2 及び入力管 4 0 を経て内部ガス環境 5 にガスを供給し、出力管 4 2 及び出力ガスコントローラ 3 4 を経てシンク 3 8 にガスを引き出す。引き出しは能動的でも受動的でもよい。

【 0 0 4 7 】

[0058] この例では、ガス粒子アジャスタは、2つの低圧リザーバ46及び48と、2つの高圧リザーバ50及び52とを備えている。各リザーバ46、48、50、52はバルブ61、63、65、67を介して供給管44に接続されている。供給管44は内部ガス環境5に連通している。

【0048】

[0059] 低圧リザーバ46、48は、内部ガス環境5の圧力よりも低い圧力、望ましくは真空に近い圧力、例えば絶対圧力が0.1バール未満に保たれる。このようにして、バルブ61、63を開けると、ガスが内部ガス環境5から流出し、又は供給されたガス流が低圧リザーバ46、48の一方又は両方に再流入する。したがって、内部ガス環境5内のガス粒子数が、それ故圧力が減る。バルブ49、51を介してガスシンク56への低圧リザーバ46、48内の圧力を選択的に低下させるために、負圧源47が備えられる。

10

【0049】

[0060] 高圧リザーバ50、52は、内部ガス環境5の圧力よりも高い圧力に保たれる。このようにして、バルブ65又は67を開けると、ガスが内部ガス環境5内に流入し、したがって、内部ガス環境5内の圧力及びガス粒子数が、それ故圧力が増える。バルブ53及び55を介してガス源58からの高圧リザーバ50、52内の圧力を選択的に上昇させるために、過圧源51が備えられる。ガス源58は、図に示し用に供給源36から導出してもよく、又は別個の供給源から導出してもよい。

【0050】

[0061] 低圧又は高圧リザーバ46、48、50、52から内部ガス環境5内への、又は内部ガス環境5から出るガスの流量は、リザーバ46、48、50、52と内部ガス環境5との間の圧力差に左右される。リザーバ46、48、50、52と内部ガス環境5との間の圧力差を増大させる範囲は、低圧リザーバ46、48に関しては制限される。この制限が生ずるのは、(低圧リザーバ46、48内の絶対圧力を負にすることはできないので)圧力差が内部ガス環境5内の圧力を超えることができないからである。しかし、低圧リザーバ46、48の容積をより大きくして、これらのリザーバが内部ガス環境5に接続されるときにリザーバ内の圧力上昇率が低下するようにすることによって、この問題点を緩和することができる。高圧リザーバの場合は、圧力差は低圧リザーバの場合よりも大幅に大きくすることができる。したがって高圧リザーバをより小型にすることができる。通常、高圧リザーバを小型化することが望ましいが、それはリザーバを内部ガス環境5のできるだけ近傍に配置することが有利であり、且つこの領域のスペースが限られているからである。

20

30

【0051】

[0062] 圧力センサシステム24の検出値に応じてバルブ61、63、65、67の開放を制御するために、コントローラ60が設けられている。外部圧力が上昇すると、コントローラ60は高圧リザーバに連通しているバルブ65、67の一方又は両方を開く。高圧リザーバに連通しているバルブ65、67の一方又は両方が開かれると、内部ガス環境5内の圧力が上昇する。外部圧力が低下すると、コントローラ60は低圧リザーバに連通しているバルブ61、63の一方又は両方を開く。低圧リザーバに連通しているバルブ61、63の一方又は両方が開かれると、内部ガス環境5内の圧力が低下する。この例のコントローラ60は、また、リザーバ内の圧力を確実に使用可能状態の所望の開始値にするようにバルブ49、51、53及び55を制御するようにも構成されている。

40

【0052】

[0063] この例では、複数の低圧リザーバ46、48が設けられている。これにより、リザーバ46、48の一方又は両方を選択的に開くことによって内部ガス環境5からガスを引き出す流量(及び/又は引き出されるガスの総量)を変更することが可能になる。代替的に又は追加的に、複数のリザーバがあることによって、内部ガス環境5内の圧力を調整するために別のリザーバを使用しながら、1つのリザーバ内の圧力を開始値の方に再び低下させることが可能になる。

【0053】

50

[0064] 同様に、複数の高圧リザーバ50、52を備えることによって、リザーバ50、52の一方又は両方を選択的に開くことによって内部ガス環境5にガスを供給する流量（及び/又は供給されるガスの総量）を変更することが可能になる。代替的に又は追加的に、複数のリザーバがあることによって、内部ガス環境5内の圧力を調整するために別のリザーバを使用しながら、1つのリザーバ内の圧力を開始値の方に再び上昇させることが可能になる。

【0054】

[0065] 所定のリザーバ46、48、50、52からのガス流量を調整する代替の又は追加の方法は、リザーバ46、48、50、52と供給管44との間に可変流れ抵抗をもたらすことができる1つ又は複数のバルブを備えることである。例えば、バルブは全閉状態（極めて高い流れ抵抗）から全開状態（極めて低い流れ抵抗）までの連続可変流れ抵抗をもたらすことができる。代替的に又は追加的に、2つより多い複数の別個の流れ抵抗の選択可能な1つを付与するようにバルブを構成することもできる。これらの変形形態のいずれか1つのコントローラ60は、所望のガス流量の関数として、1）開くべきリザーバを選択する、及び/又は2）選択された1つ又は複数のリザーバへのバルブが開かれる程度を選択する（すなわち、1つ又は複数のバルブの1つ又は複数の流れ抵抗を選択する）ように構成されるであろう。

10

【0055】

[0066] コントローラ60は通常、外部ガス環境の測定された圧力と、内部ガス環境内の予測又は測定された圧力との間の検出された差の大きさの関数として、ガス流量を制御するように構成されてもよい。大きな変動が検出されると、コントローラ60は、小さな変動が検出される場合よりも、より多くのリザーバを開き、及び/又はバルブをさらに開く。任意選択として、供給管44内のガス流量を測定するために、流量計が備えられる。流量計68の測定値はコントローラ60に送られる。コントローラ60は、バルブ61、63、65、67の1つ又は複数に適用される制御信号を計算する際に測定値を考慮に入れるように構成される。例えば、コントローラ60は、流量計68によって測定された流量がある流量、例えばターゲット設定ポイントの流量に収斂するまでバルブの作動を変更するように構成されてもよい。代替的に又は追加的に、コントローラ60は、内部ガス環境5の圧力が調整される量を制御するために、1つ又は複数の選択されたりザーバ46、48、50、52が開かれる時間を制御するように構成されてもよい。

20

30

【0056】

[0067] 図9は、供給管44に接続されたりザーバシステムのさらに別の構成を示す。ここでは、1:1:2:4:8のシリーズの相対容積を有する複数の低圧リザーバ71A、71B、72、74及び78が備えられている。このシリーズは、容積が選択的に加算されて、均等な間隔をおいた全容積範囲（均等な間隔をおいた16の異なる総容積）を与えることができる特性を有している。バルブ81~85のどれが開かれるかを制御することによって、所望の総容積を選択することができる。所望の有効容積範囲に基づいて別のシリーズを選択してもよい。可能な容積の数が多いほど、内部ガス環境5からの修正可能なガス流出のサイズ及び/又は速度を調整する範囲が大きくなる。例えば、シリーズ1:1:2:4:8:16によって、シリーズ1:1:2:4:8と比較して2倍の個別段階数が可能になるであろう。代替的に又は追加的に、低圧リザーバが、異なる圧力を有するようにアレンジされてもよい。

40

【0057】

[0068] 図9の変形形態はまた、各々の圧力が個々に制御できるように構成された一連の高圧リザーバ90を備えている。図示した例では、個々の制御は個々に割り当てられた過圧供給源101~106によって達成される。代替的に又は追加的に、共通の過圧供給源を使用してもよい。この場合、各リザーバには、所望の圧力に設定できる個々の過圧開放バルブが設けられてもよい。後者の方法は、必要な過圧源が少ないので実装するコストを安くできる。

【0058】

50

[0069] リザーバ101～106内の圧力は、低圧リザーバ71A、71B、72、74、78の場合のようなシリーズが達成されるように調整されてもよい。このようなシリーズによって、どのバルブ91～96が開かれるかに応じて適切な流入範囲を選択することが可能になる。例えば、パワーシリーズ1：1：2：4：8：16を有するようにリザーバ90の圧力が選択されてもよい。コントローラ60は、検出された変動、又はユーザーの要求に応じて使用時の呼び圧力（すなわち、リザーバが開かれる前の圧力）を変更するように構成されることもできる。代替的に又は追加的に、高圧レザーバが、異なる容積を有するようにアレンジされてもよい。

【0059】

[0070] 図9に示した例では、低圧リザーバに異なる容積が与えられ、高圧リザーバに異なる圧力が与えられるが、これらの特徴は個別に与えられてもよいことが理解されよう。低圧リザーバに異なる容積が与えられ、一方高圧リザーバは同じ圧力に保たれる（又は単一の高圧リザーバだけが備えられる）ことができる。同様に、高圧リザーバに異なる圧力が与えられ、一方、低圧リザーバは全て同じ容積を有する（又は単一の低圧リザーバだけを備えてもよい）。

10

【0060】

[0071] 絶対圧力が約6バールに及ぶ過圧が高圧リザーバには実際的であろうと見込まれる。低圧リザーバの場合は、絶対圧力が約0.1バールまで下回る圧力が実際的であろうと見込まれる。多くの場合、高圧リザーバの容積は、例えば0.01リッターと0.1リッターとの間の範囲であり得る。各リザーバの最も適した容積は、例えば予想される圧力変動の大きさや予想される継続期間など、予想される圧力変動のタイプに左右されるであろう。上記に説明したように、変動のタイプは、その他の要因とともに据付け場所の性質に左右され得る。個々のリザーバのサイズは備えられるリザーバ数、及び補償目的で複数のリザーバを同時に使用できるかどうかによっても左右され得る。容積は、作動前にリザーバ内で保たれる圧力によっても左右され得る。

20

【0061】

[0072] 以下は、単一の変動事象を補償するために単一のリザーバが使用される場合の例示的なものである。前述した25Paの変動を補償するための高圧リザーバでは、リザーバが約2バールの絶対圧力に保たれている場合は、約0.05リッターの容積を使用できる。リザーバが約6バールの絶対圧力に保たれている場合は、約0.01リッターの容積を使用できる。25Paの変動を補償するための低圧リザーバでは、リザーバが約0.1バールの絶対圧力に保たれている場合は、約0.05リッターの容積を使用できる。

30

【0062】

[0073] 図10は、図8の配置の変形形態を示す。この場合、低圧リザーバ46及び48は、（図8のように）供給管44にではなく（オプションの流量計68を介して）供給管44Bに接続される。供給管44Bは、パージガス供給システムの出力側、すなわち、この例では出力ガスコントローラ34及び/又は出力ガスコントローラ3管42に連通している。実際には、低圧リザーバ46及び48は、出力管42を経てガスを引き出すことができるように構成される（必要ならば接続管が設けられる）。高圧リザーバ50及び52は、（オプションの流量計68を介して）供給管44Aに接続される。供給管44Aは、図8の供給管44と同様である。供給管44Aは、パージガス供給システムの入力側、すなわちこの例では入力ガスコントローラ32及び/又は入力線40に連通している。実際には、高圧リザーバ50及び52は、入力管40を経てガスを内部ガス環境に供給できるように構成される（必要ならば接続管が設けられる）。図10の機能は、低圧リザーバを出力側に接続することが、内部ガス環境5内の圧力を調整するために低圧リザーバを使用しても内部ガス環境5を通るパージガスの流れる方向が不都合に変化しないことを確実にするのに役立つこと以外は、図8を参照して上で説明した機能と同じである。さらに、図8の構成と比較して図10のアレンジは、内部ガス環境5を通るパージガスの流れを増加する傾向があり得る。パージガスの流れが増加すると、意図するパージガスの作用を向上させることができる。例えば、流れが増加すると、放出される汚染物質が内部ガス環境5

40

50

から除去される効率を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

[0074] 図 1 1 は、図 1 0 の供給管 4 4 A 及び 4 4 B に接続されたりザーバシステムの構成を示す。リザーバのアレンジは、低圧リザーバ 7 1 A、7 1 B、7 2、7 4、7 8 が出力側の供給管 4 4 B に接続され、高圧リザーバ 9 0 が入力側の供給管 4 4 A に接続されること以外は、図 9 を参照して上述したものと同様である。このアレンジの望ましい効果は、図 1 0 を参照して上述した効果を含んでいる。パージガスの流れ方向の不都合な変化は回避される。さらに、パージガス流の流量は増加する傾向があり得、それはパージガスの機能を向上させることができる。例えば、放出される汚染物質の除去を向上させることができる。

10

【 0 0 6 4 】

[0075] 本文では I C の製造におけるリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明するリソグラフィ装置には他の用途もあることを理解されたい。例えば、これは、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用誘導及び検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ ( L C D )、薄膜磁気ヘッドなどの製造である。こうした代替的な用途に照らして、本明細書で「ウェーハ」又は「ダイ」という用語を使用している場合、それぞれ、「基板」又は「ターゲット部分」という、より一般的な用語と同義と見なしてよいことが当業者には認識される。本明細書に述べている基板は、露光前又は露光後に、例えばトラック ( 通常はレジストの層を基板に塗布し、露光したレジストを現像するツール)、メトロロジーツール及び / 又はインスペクションツールで処理することができる。適宜、本明細書の開示は、以上及びその他の基板処理ツールに適用することができる。さらに基板は、例えば多層 I C を生成するために、複数回処理することができる。したがって本明細書で使用する基板という用語は、既に複数の処理済み層を含む基板も指すことができる。

20

【 0 0 6 5 】

[0076] 光リソグラフィの分野での本発明の実施形態の使用に特に言及してきたが、本発明は文脈によってはその他の分野、例えばインプリントリソグラフィでも使用することができ、光リソグラフィに限定されないことを理解されたい。インプリントリソグラフィでは、パターンングデバイス内のトポグラフィが基板上に作成されたパターンを画定する。パターンングデバイスのトポグラフィは基板に供給されたレジスト層内に刻印され、電磁放射、熱、圧力又はそれらの組合せを印加することでレジストは硬化する。パターンングデバイスはレジストから取り除かれ、レジストが硬化すると、内部にパターンが残される。

30

【 0 0 6 6 】

[0077] 本明細書で使用する「放射」及び「ビーム」という用語は、イオンビーム又は電子ビームなどの粒子ビームのみならず、紫外線 ( U V ) 放射 ( 例えば、4 3 6 n m、4 0 5 n m、3 6 5 n m、3 5 5 n m、2 4 8 n m、1 9 3 n m、1 5 7 n m 若しくは 1 2 6 n m、又はこれら辺りの波長を有する ) 及び極端紫外線光 ( E U V ) 放射 ( 例えば、5 n m ~ 2 0 n m の範囲の波長を有する ) を含むあらゆるタイプの電磁放射を網羅する。

40

【 0 0 6 7 】

[0078] 「レンズ」という用語は、状況が許せば、屈折型、反射型、磁気型、電磁型及び静電型光学コンポーネントを含む様々なタイプの光学コンポーネントのいずれか一つ、又はその組合せを指すことができる。

【 0 0 6 8 】

[0079] 以上、本発明の特定の実施形態を説明したが、説明とは異なる方法でも本発明を実践できることが理解される。例えば、本発明は、上記で開示したような方法を述べる機械読み取り式命令の 1 つ又は複数のシーケンスを含むコンピュータプログラム、又はこのようなコンピュータプログラムを内部に格納したデータ記憶媒体 ( 例えば半導体メモリ、磁気又は光ディスク ) の形態をとることができる。

【 0 0 6 9 】

50

[0080] 1. リソグラフィ装置用投影システムであって、

前記投影システムは、パターンングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成され、

前記投影システムは、第1の面と第2の面とを備える光学素子を備え、

前記第1の面は、前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、

前記第2の面は、前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成され、

前記投影システムは、前記外部ガス環境内の圧力変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムをさらに備える、リソグラフィ装置用投影システム。

10

2. 前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境の容積を調整する容積アジャスタを備える、条項1に記載の投影システム。

3. 前記圧力補償システムは、

前記外部ガス環境の圧力上昇に応じて前記内部ガス環境の容積を縮小し、

前記外部ガス環境の圧力低下に応じて前記内部ガス環境の容積を増大するように構成される、条項1又は2に記載の投影システム。

4. 前記投影システムは、前記内部ガス環境の容積を調整するために以下から選択された、すなわち前記内部ガス環境から離れるように傾斜した縦軸を有するピストン及びシリンダ、ペローズ、及び/又は変形可能なメンブレンから選択された1つ又は複数を備える、条項1から3のいずれかに記載の投影システム。

20

5. 前記圧力補償システムは、

以下から選択された、すなわち前記外部ガス環境内の圧力、前記内部ガス環境内の圧力、及び/又は前記内部ガス環境と前記外部ガス環境との間の圧力差から選択された1つ又は複数を測定するように構成された圧力センサシステムと、

前記圧力センサシステムからの出力に基づいて前記圧力補償システムを制御するように構成されたコントローラと、

を備える、条項1から4のいずれかに記載の投影システム。

6. 前記圧力補償システムは、前記コントローラからの制御信号に応答して前記内部ガス環境の容積を調整するように構成されたコンポーネントを備える、条項5に記載の投影システム。

30

7. 前記コントローラからの制御信号に応答して前記内部ガス環境の容積を調整するように構成された前記コンポーネントは、以下から選択された、すなわち前記内部ガス環境から離れるように傾斜した縦軸を有するピストン及びシリンダ、ペローズ、及び/又は変形可能なメンブレンから選択された1つ又は複数を備える、条項6に記載の投影システム。

8. 前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境の容積を受動的に調整するように構成されたコンポーネントを備える、条項1から7のいずれかに記載の投影システム。

9. 前記内部ガス環境の容積を受動的に調整するように構成された前記コンポーネントは、以下から選択された、すなわち前記内部ガス環境から離れるように傾斜した縦軸を有するピストン及びシリンダ、ペローズ、及び/又は変形可能なメンブレンから選択された1つ又は複数を備える、条項8に記載の投影システム。

40

10. 前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境内のガス粒子数を調整するガス粒子アジャスタを備える、条項1から9のいずれかに記載の投影システム。

11. 前記圧力補償システムは、

前記外部ガス環境内の圧力上昇に応じて内部ガス環境内の粒子数を低減し、

前記外部ガス環境内の圧力降下に応じて前記内部ガス環境内の粒子数を増大するように構成される、条項1から10のいずれかに記載の投影システム。

12. 前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境内の圧力とは異なる圧力にてガスを収容するリザーバを備え、

50

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境への、又は前記内部ガス環境からのガスの供給を制御又は調整するために前記リザーバの接続を制御するように構成される、条項 1 から 1 1 のいずれかに記載の投影システム。

1 3 . 前記圧力補償システムは、前記リザーバへの接続の流れ抵抗を、2 以上の複数の離散値の 1 つ、連続的な数値範囲、又はその両方に調整するように構成される、条項 1 2 に記載の投影システム。

1 4 . 前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境の圧力よりも高い圧力にてガスを収容するように構成された複数のリザーバ、前記内部ガス環境の圧力よりも低い圧力にてガスを収容するように構成された複数のリザーバ、又はその両方を備え、

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境へのガス供給を制御又は調整するために前記リザーバの各々への接続を制御するように構成される、条項 1 2 又は条項 1 3 に記載の投影システム。

1 5 . 前記内部ガス環境の圧力よりも高い圧力にてガスを収容するように構成された前記複数のリザーバの全部又は一部、前記内部ガス環境の圧力よりも低い圧力にてガスを収容するように構成された前記複数のリザーバの全部又は一部、又はその両方が、異なる圧力に保たれ、異なる容積を有し、又はその両方である、条項 1 4 に記載の投影システム。

1 6 . 前記異なる圧力、前記異なる容積、又はその両方が、選択的に加算されて均等な間隔をおいた全範囲が得られるような一連の値を含む、条項 1 5 に記載の投影システム。

1 7 . 前記圧力補償システムは、前記リザーバへの前記接続の全部又は一部を選択的に開放することによって前記内部ガス環境内の圧力の調整量を制御するように構成される、条項 1 4 から 1 6 のいずれかに記載の投影システム。

1 8 . 前記圧力補償システムは、前記複数のリザーバへの接続の各々、又は選択された一部の各々に関連する前記流れ抵抗を選択的に変更することによって、前記内部ガス環境内の圧力の調整量を制御するように構成される、条項 1 4 から 1 7 のいずれかに記載の投影システム。

1 9 . 前記内部ガス環境への、又は前記内部ガス環境からのガス流量を測定する流量計をさらに備え、前記圧力補償システムは、前記流量計からの出力を使用して前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成される、条項 1 から 1 8 のいずれかに記載の投影システム。

2 0 . 前記内部ガス環境が前記外部ガス環境の圧力とは異なる圧力に保たれる、条項 1 から 1 9 のいずれかに記載の投影システム。

2 1 . 前記内部ガス環境を通る連続的なガス流を供給するように構成されたパージガス供給システムをさらに備える、条項 1 から 2 0 に記載の投影システム。

2 2 . 前記パージガス供給システムは、入力管を介してガスを前記内部ガス環境に供給し、出力管を介してガスを前記内部ガス環境から引き出すように構成され、

前記圧力補償システムは、前記内部ガス環境内の圧力よりも高い圧力にてガスを収容する 1 つ又は複数のリザーバ、及び前記内部ガス環境内の圧力よりも低い圧力にてガスを収容する 1 つ又は複数のリザーバを備え、

前記内部ガス環境内の圧力よりも高い圧力にてガスを収容する前記 1 つ又は複数のリザーバは、前記入力管を介して前記内部ガス環境にガスを供給できるように構成され、

前記内部ガス環境内の圧力よりも低い圧力にてガスを収容する前記 1 つ又は複数のリザーバは、前記出力管を介して前記内部ガス環境からガスを引き出すことができるように構成される、条項 2 1 に記載の投影システム。

2 3 . 条項 1 から 2 2 のいずれかに記載の投影システムを備えるリソグラフィ装置。

2 4 . リソグラフィ装置であって、

パターンニングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成された投影システムであって、該投影システムが第 1 の面と第 2 の面とを有する光学素子を備え、該第 1 の面が前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、該第 2 の面が前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成された、投影システムと、

10

20

30

40

50

前記外部ガス環境内の圧力変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムと、  
を備えるリソグラフィ装置。

25. リソグラフィ装置であって、

パターンニングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成された投影システムであって、該投影システムが第1の面と第2の面とを有する光学素子を備え、該第1の面が前記リソグラフィ装置の外側に接続された外部ガス環境に曝されるように構成され、該第2の面が前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝されるように構成され、使用時に前記内部ガス環境と前記外部ガス環境との間に圧力差がある、投影システムと、

10

前記圧力差の測定された変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムと、  
を備えるリソグラフィ装置。

26. デバイス製造方法であって、

投影システムを使用してパターンニングされた放射ビームを基板上に投影するステップであって、該投影システムが第1の面と第2の面とを有する光学素子を備え、該第1の面が前記投影システムの外側に接続された外部ガス環境に曝され、該第2の面が前記外部ガス環境から実質的に隔絶された内部ガス環境に曝される、ステップと、

20

前記外部ガス環境内の圧力変化に応じて前記内部ガス環境内の圧力を調整するステップと、  
を含むデバイス製造方法。

27. リソグラフィ装置用投影システムであって、

前記投影システムは、パターンニングされた放射ビームを基板のターゲット部分に投影するように構成され、

前記投影システムは、第1の面と第2の面とを有する光学素子を備え、前記第1の面は第1のガス環境に曝され、前記第2の面は前記第1のガス環境から実質的に隔絶された第2のガス環境に曝され、

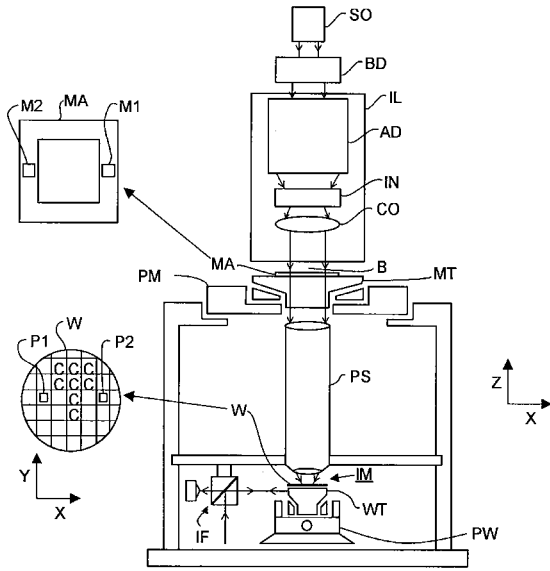
前記投影システムはさらに、前記第1のガス環境内の圧力変化、又は前記第1のガス環境と前記第2のガス環境との間の圧力差の変化に応じて、前記第2のガス環境内の圧力を調整するように構成された圧力補償システムをさらに備える、リソグラフィ装置用投影システム。

30

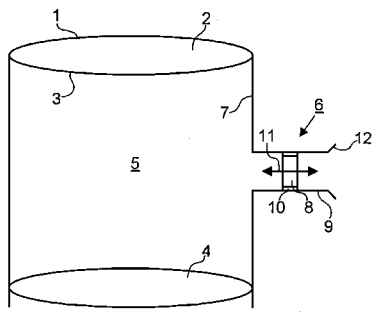
【0070】

[0081] 上記の記載は説明のためであり、限定することを意図するものではない。したがって、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく本発明を変更してもよいことが当業者には明らかである。

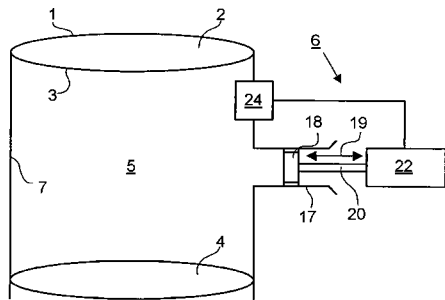
【 図 1 】



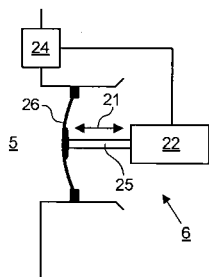
【 図 2 】



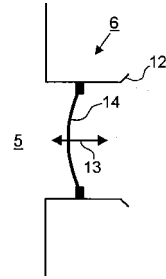
【 図 5 】



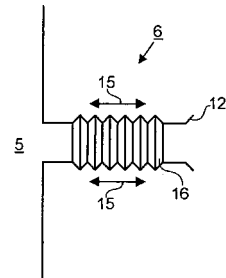
【 図 6 】



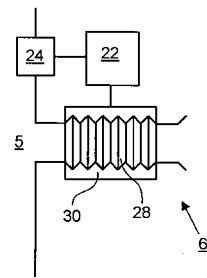
【 図 3 】



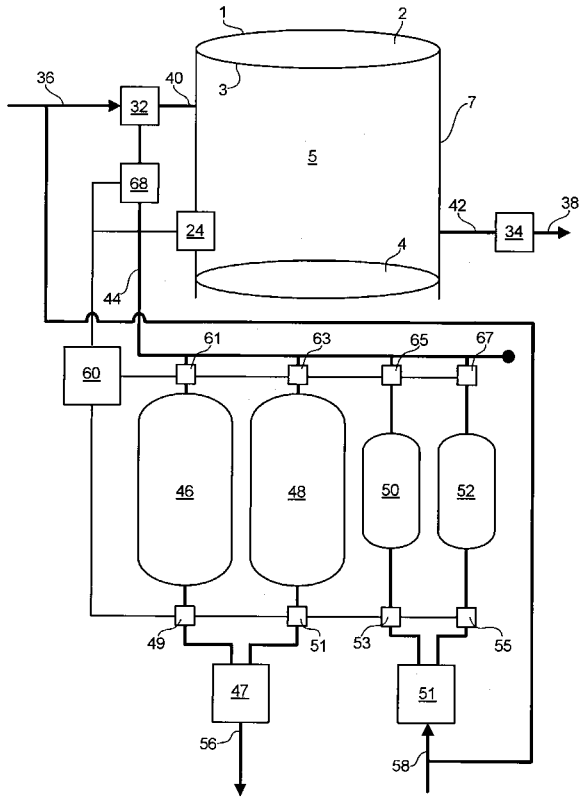
【 図 4 】



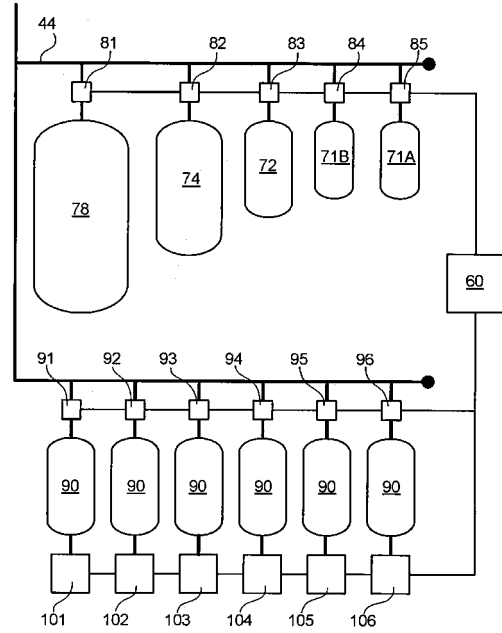
【 図 7 】



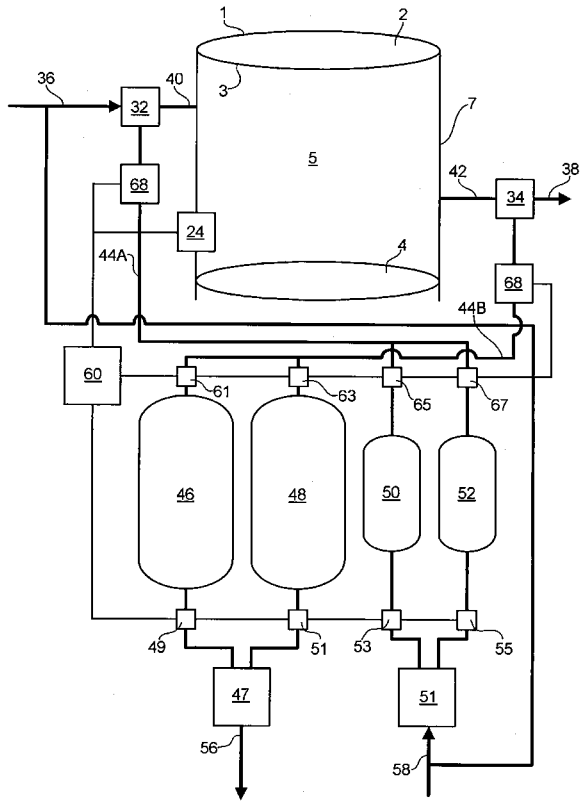
【 図 8 】



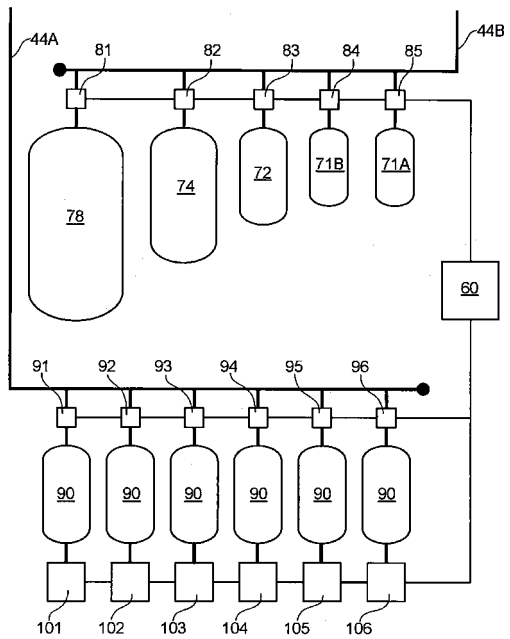
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 デ グラーフ, ロエロフ, フレデリック  
オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエル - 5 5 0 8 エムエックス, ブーンメーター 2 1
- (72)発明者 ヴァン デル ネット, アントニウス, ヨハヌス  
オランダ国, ティルブルグ エヌエル - 5 0 3 5 ケーシー, スチブルイデンラーン 5 1
- (72)発明者 ファン ウイトレッツ, ヨハネス アントニウス マリア マルティナ  
オランダ国, アーセル エヌエル - 5 5 2 1 エムディー, ルピネ 2 3
- (72)発明者 ファン デン ヒューヴェル, レオナルダ, ヘンドリカ  
オランダ国, アールレ - リクステル エヌエル - 5 7 3 5 エーディー, ヤンセンスストラート  
4 8
- Fターム(参考) 5F146 BA04 BA05 CB45 DA27 DB03

【外国語明細書】

2012195584000001.pdf