

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4772787号  
(P4772787)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 515D

請求項の数 21 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-516020 (P2007-516020)  
 (86) (22) 出願日 平成17年6月6日 (2005.6.6)  
 (65) 公表番号 特表2008-503079 (P2008-503079A)  
 (43) 公表日 平成20年1月31日 (2008.1.31)  
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2005/002205  
 (87) 國際公開番号 WO2005/124464  
 (87) 國際公開日 平成17年12月29日 (2005.12.29)  
 審査請求日 平成20年6月6日 (2008.6.6)  
 (31) 優先権主張番号 10/869,191  
 (32) 優先日 平成16年6月16日 (2004.6.16)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504151804  
 エーエスエムエル ネザーランズ ピー.  
 ブイ.  
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 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 ハーパム アンドリュー ジョン  
 イギリス アールエイチ15 9ティー  
 イー ウエスト サセックス バージェス  
 ヒル ヨーク ロード ビーオーシー  
 エドワーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液浸フォトリソグラフィのための真空システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出するためのシステムであって、ツールから流体を引き出すためのポンプ装置と、前記ポンプ装置から上流に位置して前記ツールから引き出された前記流体を気体及び液体相に分離するための分離手段と、

を含み、

前記ポンプ装置は、前記分離手段から気体を抽出するための第1のポンプユニット及び該分離手段から液体を抽出するための第2のポンプユニットを含み、

前記分離手段内の圧力をその中の気体及び液体の量を調節することによって制御するための圧力制御システム、

を更に含み、

前記圧力制御システムは、気体をその供給源から前記分離手段に供給するための気体供給手段と、該分離手段への気体の流量を制御するための制御手段とを含むことを特徴とするシステム。

## 【請求項 2】

前記気体供給手段は、可変流量制御装置を含み、これを通して気体が前記分離手段に供給され、該制御装置は、該可変流量制御装置の伝導率を変えて該分離手段内の圧力を制御するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 3】

10

20

前記制御手段は、前記分離手段内の圧力を示す信号を受信し、該受信信号に基づいて前記可変流量制御装置の伝導率を制御するように構成されたコントローラを含むことを特徴とする請求項<sub>2</sub>に記載のシステム。

【請求項4】

前記コントローラは、更に、前記受信信号に基づいて前記分離手段からの気体の流量を制御するように構成されていることを特徴とする請求項<sub>3</sub>に記載のシステム。

【請求項5】

前記圧力制御システムは、更に別の可変流量制御装置を含み、これを通して気体が前記第1のポンプユニットによって前記分離手段から抽出され、前記コントローラは、前記受信信号に基づいて該更に別の可変流量制御装置の伝導率を制御するように構成されていることを特徴とする請求項<sub>4</sub>に記載のシステム。 10

【請求項6】

前記圧力制御システムは、前記分離手段からの気体の流量を制御するための制御手段を含むことを特徴とする請求項1から請求項<sub>5</sub>のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項7】

前記圧力制御システムは、可変流量制御装置を含み、これを通して気体が前記第1のポンプユニットによって前記分離手段から抽出され、前記制御手段は、該可変流量制御装置の伝導率を制御して該分離手段内の圧力を制御するように構成されていることを特徴とする請求項<sub>6</sub>に記載のシステム。 20

【請求項8】

前記制御手段は、前記分離手段内の圧力を示す信号を受信し、該受信信号に基づいて前記可変流量制御装置の伝導率を制御するように構成されたコントローラを含むことを特徴とする請求項<sub>7</sub>に記載のシステム。

【請求項9】

フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出するためのシステムであって、ツールから流体を引き出すためのポンプ装置と、

前記ポンプ装置から上流に位置して前記ツールから引き出された前記流体を気体及び液体相に分離するための分離手段と、  
を含み、

前記ポンプ装置は、前記分離手段から気体を抽出するための第1のポンプユニット及び該分離手段から液体を抽出するための第2のポンプユニットを含み、 30

前記分離手段内の圧力をその中の気体及び液体の量を調節することによって制御するための圧力制御システム、

を更に含み、

前記圧力制御システムは、液体をその供給源から前記分離手段に供給するための液体供給手段と、該分離手段への液体の流量を制御するための制御手段とを含むことを特徴とするシステム。

【請求項10】

前記制御手段は、前記分離手段内の液体のレベルを制御するように構成されていることを特徴とする請求項<sub>9</sub>に記載のシステム。 40

【請求項11】

前記液体供給手段は、可変流量制御装置を含み、これを通して液体が前記分離手段に供給され、前記制御手段は、該可変流量制御装置の伝導率を変えて該分離手段内の液体のレベルを制御するように構成されていることを特徴とする請求項<sub>10</sub>に記載のシステム。

【請求項12】

前記制御手段は、前記分離手段内の前記液体のレベルを示す信号を受信し、該受信信号に基づいて前記可変流量制御装置の伝導率を制御するように構成されたコントローラを含むことを特徴とする請求項<sub>11</sub>に記載のシステム。

【請求項13】

前記分離手段は、抽出タンクを含むことを特徴とする請求項1から請求項<sub>12</sub>のいずれ

50

か1項に記載のシステム。

【請求項14】

前記分離手段から前記第1のポンプユニットまで気体を運ぶための可撓性チューブを含むことを特徴とする請求項1から請求項1\_3のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項15】

前記分離手段から前記第2のポンプユニットまで液体を運ぶための可撓性チューブを含むことを特徴とする請求項1から請求項1\_4のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項16】

前記フォトリソグラフィツールから前記分離手段まで液体を運ぶための可撓性チューブを含むことを特徴とする請求項1から請求項1\_5のいずれか1項に記載のシステム。

10

【請求項17】

フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出する方法であって、  
抽出タンクを通じてツールにポンプ装置を接続する段階と、  
前記ツールから流体を引き出すように前記ポンプ装置を作動させる段階と、  
前記ツールから引き出された前記流体を前記抽出タンク内で気体及び液体相に分離する段階と、

を含み、

前記ポンプ装置は、前記抽出タンクから気体と液体を別々に抽出し、  
前記抽出タンク内の圧力をその中の気体及び液体の量を調節することによって制御する段階、

20

を更に含み、

前記抽出タンク内の前記圧力は、気体をその供給源から該抽出タンクに供給し、かつ該抽出タンクへの気体の流量を制御することによって制御されることを特徴とする方法。

【請求項18】

前記抽出タンクへの前記気体の流量は、その中の圧力に基づいて制御されることを特徴とする請求項1\_7に記載の方法。

【請求項19】

前記抽出タンクからの前記気体の流量は、その中の圧力に基づいて制御されることを特徴とする請求項1\_8に記載の方法。

【請求項20】

30

フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出する方法であって、  
抽出タンクを通じてツールにポンプ装置を接続する段階と、  
前記ツールから流体を引き出すように前記ポンプ装置を作動させる段階と、  
前記ツールから引き出された前記流体を前記抽出タンク内で気体及び液体相に分離する段階と、

を含み、

前記ポンプ装置は、前記抽出タンクから気体と液体を別々に抽出し、  
前記抽出タンク内の圧力をその中の気体及び液体の量を調節することによって制御する段階、

を更に含み、

前記抽出タンク内の前記圧力は、液体をその供給源から該抽出タンクに供給し、かつ該抽出タンクへの液体の流量を制御することによって制御されることを特徴とする方法。

40

【請求項21】

前記抽出タンク内の前記圧力は、該抽出タンク内の液体のレベルを制御することによって制御されることを特徴とする請求項2\_0に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液浸フォトリソグラフィ露光ツールから多相流体を抽出するための真空システムに関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

フォトリソグラフィは、半導体素子製造の重要な処理段階である。概説すると、フォトリソグラフィでは、回路デザインは、ウェーハ表面上に堆積させたフォトトレジスト層上に画像化したパターンを通してウェーハに転写される。ウェーハは、次に、新たなデザインがウェーハ表面に転写される前に様々なエッチング及び堆積処理を受ける。この循環処理が続き、半導体素子の複数の層を積み上げる。

フォトリソグラフィを用いて印刷することができる最小形態は、分解能限界Wによって判断され、Wは、以下のようにレイリーの式によって定義される。

$$W = k_1 / NA \quad (1)$$

10

この式において、 $k_1$ は分解能係数、 $\lambda$ は露光放射線の波長、及びNAは開口数である。半導体素子の製造に用いられるリソグラフィ処理においては、従って、素子内の非常に小さな形態を正確に再生することができるよう、光学分解能を改善するために非常に短い波長の放射線を用いることが有利である。従来技術においては、様々な波長の単色可視光が用いられており、最近では、ArFエキシマレーザを用いて発生されるような193nmの放射線を含む遠紫外線(DUV)範囲の放射線が用いられている。

## 【0003】

NAの値は、レンズの受入角度(θ)及びレンズを囲む媒体の屈折率(n)によって判断され、これは、次式によって与えられる。

$$NA = n \sin \theta \quad (2)$$

20

清浄な乾燥空気(CDA)では、nの値は1であり、従って、レンズとウェーハの間の媒体としてCDAを用いるリソグラフィ技術のためのNAに対する物理的限界は1であり、実際の限界は、現時点で0.9前後である。

## 【0004】

液浸フォトリソグラフィは、NAの値を増加することにより、並びに焦点深度(DOF)又は垂直処理寛容度を増加することにより光学分解能を改善する公知の技術である。図1を参照すると、この技術においては、屈折率n > 1である液体10が、投影装置14の対物レンズ12の下面と可動ウェーハステージ18上に位置するウェーハ16の上面との間に配置される。レンズ12とウェーハ16の間に配置される液体は、理想的には、193nmで光吸収が低く、レンズ材料及びウェーハ表面に堆積されるフォトトレジストに適合し、優れた均一性を有するべきである。これらの判断基準は、193nmの光で屈折率n = 1.44である超純脱気水によって満たされる。レンズとウェーハの間の媒体がCDAである技術に比べて、nの値の増加は、NAの値を増加させ、これは、次に、分解能限界Wを低減し、より小さな形態の再生を可能にする。

30

## 【0005】

フォトトレジスト層からの気体放出、フォトリソグラフィ処理中の微粒子の発生、及び均一なウェーハ温度の保持のために、レンズ12とウェーハ16の間に水の定常流を維持することが望ましい。例えば、US2004/0075895に説明するように、レンズ及びウェーハは、水槽内で水を再循環するのに用いられるポンプを有する、ウェーハステージによって支持された水槽に浸すことができるであろう。しかし、ウェーハステージに作用する水槽の重量により、この技術は、一般的に望ましくないと考えられている。

40

## 【0006】

図1に示すように、代替的な技術は、レンズ12とウェーハ16の間に超純脱気水の局所流れを生成するために、全体的に22で示す水供給源及び真空システムに接続されたノズル又はシャワーヘッド装置20を用いることである。ツールの他の部分、例えば、ウェーハステージ18を移動するために用いられる機構への水の侵入を防ぐために、1つ又はそれよりも多くの差動エアシール24が用いられる。その結果、真空システム22が、ツールから水及びCDAの多相混合物を抽出する。しかし、単一真空ポンプを用いるツールからのこのような多相混合物の抽出は、特にスラグ又は攪拌形態の流れにおいては、ポンプの上流で望ましくない圧力及び流量変動を発生する可能性があり、これは、ツールに逆

50

に伝達される可能性があるであろう。これは、例えば、レンズとウェーハの間に位置する媒体の屈折率の変動を通して、又はツールへの機械的振動の伝達を通してフォトリソグラフィ処理における誤差をもたらす可能性があると考えられる。

本発明の少なくとも好ましい実施形態の目的は、フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出し、それによってツール内の流体に付与されたあらゆる圧力変動を最小にすることができる真空システムを提供することである。

【0007】

【特許文献1】U.S.2004/0075895

【発明の開示】

【0008】

10

第1の態様において、本発明は、フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出するためのシステムを提供し、このシステムは、ツールから流体を引き出すためのポンプ装置と、ポンプ装置から上流に位置してツールから引き出された流体を気体及び液体相に分離するための分離手段、例えば抽出タンクとを含み、ポンプ装置は、タンクから気体を抽出する第1のポンプユニット及びタンクから液体を抽出する第2のポンプユニットを含み、システムは、タンク内の圧力をその中にある気体及び液体の量を調節することによって制御するための圧力制御システムを更に含む。

【0009】

システムからツール内の流体に逆に伝達されるあらゆる圧力変動を最小にするために、圧力制御システムは、タンク内の液体及び気体の量を調節することによってタンクの実質的に一定の圧力を維持することができる。

20

タンク内の気体の量を制御するために、圧力制御システムは、好ましくは、気体をその供給源からタンクに供給するための手段と、タンクへの気体の流量を制御するための制御手段とを含む。例えば、タンク内への流体の流量の変動及び/又はタンクからの気体の流量の変動がある場合、気体を外部供給源からタンク内に導入してこのような変動を補償することができる。好ましい実施形態では、圧力制御システムは、バタフライ弁又は他の制御弁のような可変流量制御装置を含み、これを通して気体はタンクに供給され、制御手段は、タンク内の圧力を制御するために弁の伝導率を変えるように構成されている。例えば、コントローラは、タンク内の圧力を示す信号を受信し、受信信号に基づいて弁の伝導率を制御するように構成することができる。この信号は、圧力センサ、静電容量圧力計、又は必要なレベルの圧力制御を達成するのに十分な感度の他の形態のセンサから受信することができる。

30

【0010】

タンクへの気体の供給を制御するのと同様に又はその代替として、コントローラは、好ましくは、受信信号に基づいてタンクからの気体の流量を制御するように構成される。例えば、別の可変流量制御装置を提供することができ、これを通して気体は、第1のポンプユニットによってタンクから抽出され、コントローラは、この可変流量制御装置の伝導率を制御するように構成されている。

タンクの液体の量を制御するために、圧力制御システムは、好ましくは、液体をその供給源からタンクに供給するための手段と、タンクへの液体の流量を制御するための制御手段とを含む。例えば、第2のポンプユニットによるタンクからの液体の抽出による圧力変動を最小にするために、制御手段は、好ましくは、タンク内の液体を実質的に一定のレベルに維持するように構成される。好ましい実施形態では、液体供給手段は、バタフライ弁又は他の制御弁のような可変流量制御装置を含み、これを通して液体はタンクに供給され、制御手段は、タンク内の液体のレベルを制御するために弁の伝導率を変えるように構成されている。例えば、コントローラは、タンク内の液体のレベルを示す信号を受信し、受信信号に基づいて弁の伝導率を制御するように構成することができる。この信号は、レベル計、フロート検出器、又はタンク内で実質的に一定レベルの液体を維持することを可能にするのに十分な感度の他の形態のセンサから受信することができる。1つ又はそれよりも多くの可撓性チューブが、好ましくは、システムの構成要素間に流体（単一及び/又は

40

50

多相)を送るために用いられる。例えば、可撓性チューブは、多相流体を抽出タンクに送るように用いることができる。また、更に別の可撓性チューブを使用して、単相流れをタンクからそれぞれのポンプユニットに送ることもできる。これは、システム使用中に発生する振動のツール内の流体への逆の伝達を最小にすることができる。

#### 【0011】

第2の態様において、本発明は、フォトリソグラフィツールから多相流体の流れを抽出する方法を提供し、本方法は、抽出タンクを通じてポンプ装置をツールに接続する段階と、ツールから流体を引き出すようにポンプ装置を作動させる段階と、ツールから引き出された流体を抽出タンク内で気体及び液体相に分離する段階とを含み、ポンプ装置は、抽出タンクから気体と液体を別々に抽出し、本方法は、抽出タンク内の圧力をその中の気体及び液体の量を調節することによって制御する段階を更に含む。

本発明のシステムの態様に関連して上述した特徴は、方法の態様に同等に適用可能であり、逆もまた同じである。

一例として、ここで本発明の実施形態を図面を参照して以下に更に説明する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

図2を参照すると、液浸フォトリソグラフィツールから多相流体を抽出するためのシステム30は、タンク32から下流に位置するポンプ装置によってツールから引き出された多重流れ流体を受けるための抽出タンク32を含む。タンク32は、システム30とツールの間の機械的カプリングの量を最小にし、それによってシステム30の使用中に発生する振動のツールへの逆の伝達を最小にするために、可撓性チューブ34によってツールに接続されている。

#### 【0013】

タンク32は、ツールから受ける流体内の液体と気体の相を分離するように構成される。この実施例では、ツールから受ける流体は、清浄な乾燥空気(CDA)及び超純水の混合物を含み、従って、タンク32は、水からのCDAの分離に作用するあらゆる適切な材料及び/又は構造を収容している。しかし、タンク32は、ツールから受ける異なる液体-気体混合物を分離するように構成することもできる。例えば、液体は、水溶液又は非水溶液を含むことができ、気体は、CDA以外とすることができる。

#### 【0014】

ポンプ装置は、タンク32から気体を抽出する第1のポンプユニット36及びタンク32から液体を抽出する第2のポンプユニット38を含む。

第1のポンプユニット36は、タンク32からの気体の抽出に適するあらゆるポンプを含むことができ、タンク32内に含まれる気体への圧力変動の逆の伝達を最小にするために及び比較的長い保守点検周期を得るために、好ましくは、恐らく液体蒸気で飽和されるタンク32から抽出される気体との適合性に対して選択される。この実施形態では、第1のポンプユニット36は、タンク32からCDAを抽出するために空気駆動式排出ポンプ又は水性液体リングポンプを都合よく含むことができる。使用中にタンク32への振動の伝達を防ぐために、第1のポンプユニット36は、可撓性チューブ40を用いてタンクに接続される。第1のポンプユニット36から排出される気体は、液体蒸気、この実施形態では水蒸気で飽和又は過飽和することができるので、CDAからの水蒸気の分離に作用するあらゆる適切な材料及び/又は構造を含む分離容器42を第1のポンプユニット36の排気孔に接続することができる。CDAから抽出された水は、排水管に放出され、CDAは大気に放出される。

#### 【0015】

第2のポンプユニット38は、タンク32からの液体の抽出に適するあらゆるポンプを含むことができ、好ましくは、タンク32から抽出される液体との適合性に対して及び比較的長い保守点検周期に対して選択される。液体が水であるこの実施形態では、第2のポンプユニット38は、タンク32から水を抽出するための水力式排出ポンプ又は隔膜ポンプを都合よく含むことができる。使用中のタンク32への振動の伝達を防ぐために、第2

10

20

30

40

50

のポンプユニット38は、可撓性チューブ44を用いてタンクに接続される。可撓性チューブ44の内径は、タンク32から第2のポンプユニット38への液体の流量を制限するように選択することができる。代替的に又は追加的に、固定又は可変流量制限装置をタンク32と第2のポンプユニット38の間に配置することができる。

【0016】

システム30からツール内の流体に逆に伝達されるあらゆる圧力変動を最小にするために、システム30は、タンク32内を実質的に一定の圧力に維持するための圧力制御システムを含む。この実施形態では、タンク32内の液体及び気体の量を調節することによってこれは達成される。

タンク32内に含まれる液体の量は、コントローラ46によって実質的に一定のレベルに維持され、それによってタンク32内の気体の容積を実質的に一定に維持する。コントローラ46は、タンク32にある液体のレベルを検出するためのセンサ48に接続されている。センサ48は、例えば、レベル計、フロートメータ、又は他の形態の適切なセンサを含むことができる。センサ48は、タンク32内の液体のレベルを示す信号をコントローラ46に出力する。この信号に応じて、コントローラ46は、タンク32とタンク32に接続された加圧外部液体供給源52との間に位置する可変流量制御装置50に信号を出力し、この信号は、装置50にタンク32への液体、この実施形態では水の流量の変化を引き起こす。例えば、装置50は、コントローラ46から受信した信号に基づいて、好ましくは信号に比例して変更することができる伝導率を有するバタフライ弁又は他の制御弁とすることができます。外部供給源52からタンクへの水の流量を変化させることにより、コントローラ46は、ツールからタンク32への流体の流量におけるあらゆる変動及び/又は第2のポンプユニット38によるタンク32からの液体の抽出速度のあらゆる変動を補償することができ、従って、タンク32内の液体を実質的に一定レベルに維持することができる。コントローラ46は、センサ48から受信する信号を処理するように配置され、使用中に液体の表面で発生するあらゆるリップルを補償することができる。

【0017】

気体がタンク32内で実質的に一定の容積を占めた状態で、タンクから受ける多相流体に含まれる気体の量のあらゆる変動、及び/又は第1のポンプユニット36によるタンク32からの気体の抽出の速度のあらゆる変動、及びタンク32内のあらゆる温度変動は、タンク32内の気体の圧力を変化させ、ツール内の流体に圧力及び流量変動を付与する可能性があると考えられる。圧力制御システムは、従って、タンク32内の気体の量もまた調節することによってタンク32内の実質的に一定の圧力を維持するように構成されている。

【0018】

これを達成するために、圧力制御システムは、タンク32にある気体圧力を検出するためのセンサ56に接続されたコントローラ54を含む。センサ56は、例えば、圧力センサ、静電容量圧力計、又は必要なレベルの圧力制御を達成するのに十分な感度の他の形態のセンサを含むことができる。センサ56は、タンク32内の気体圧力を示す信号をコントローラ54に出力する。この信号に応じて、コントローラ54は、タンク32とタンク32に接続された加圧外部気体供給源60との間に位置する可変流量制御装置58に信号を出力し、この信号は、装置58に気体、この実施形態ではCDAのタンク32への流量の変化を引き起こす。更に別の可変流量制御装置62をタンク32と第1のポンプユニット36の間に配置し、コントローラ54から信号を受信してタンク32からの気体の流量を変更するように構成することができる。例えば、装置58、62もまた、コントローラ54から受信した信号に基づいて、好ましくは信号に比例して変更することができる伝導率を有するバタフライ弁又は他の制御弁とすることができます。タンク32への及びタンク32からの気体の流量を制御することにより、コントローラ54は、タンク32内の実質的に一定の気体圧力を維持することができる。

システム30は、従って、液浸リソグラフィツールから多相流体を抽出し、一方でそれによってツール内の流体に付与されたあらゆる圧力変動を最小にすることができるシステ

10

20

30

40

50

ムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】液浸フォトリソグラフィのための公知のシステムを概略的に示す図である。

【図2】液浸フォトリソグラフィツールから多相流体を抽出するための真空システムの実施形態を概略的に示す図である。

【符号の説明】

【0020】

30 真空システム

32 抽出タンク

36 第1のポンプ

38 第2のポンプ

10

【図1】

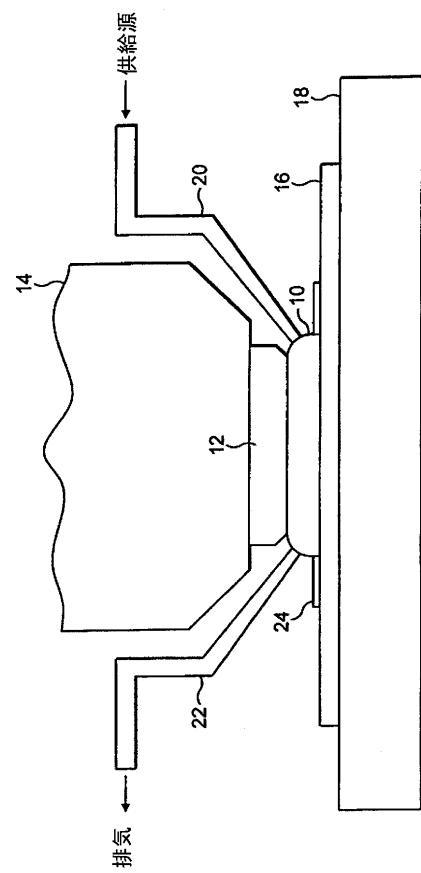


FIG. 1  
(従来技術)

【図2】

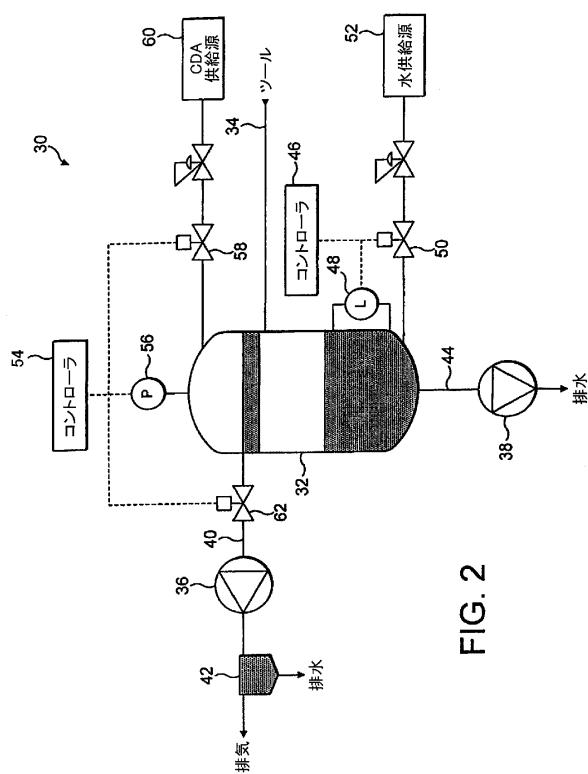


FIG. 2

---

フロントページの続き

(72)発明者 シェクター ポール ジョン  
イギリス ピーエル5 3エスエル ランカシャー ボルトン ウエストホールトン グレイト バ  
ンク ロード ウィンゲイツ インダストリアル エステイト ピーオーシー エドワーズ内  
(72)発明者 ストックマン ポール アラン  
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08844 ヒルズボロー フェレン プレイス 3

審査官 秋田 将行

(56)参考文献 特開2005-005713 (JP, A)  
特開2005-057278 (JP, A)  
特開2005-191344 (JP, A)  
特開2005-223315 (JP, A)  
特開2006-060223 (JP, A)  
特開2006-165500 (JP, A)  
国際公開第2005/122221 (WO, A1)  
米国特許出願公開第2004/0069330 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027