

(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2004-140373

(P2004-140373A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/44

F I

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/44

J

テーマコード (参考)

4 K O 3 O

5 F O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-357260 (P2003-357260)
 (22) 出願日 平成15年10月17日 (2003.10.17)
 (31) 優先権主張番号 10/274250
 (32) 優先日 平成14年10月18日 (2002.10.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591051184
 ザ・ビーオーシー・グループ・インコーポ
 レーテッド
 THE BOC GROUP INCOR
 PORATED
 アメリカ合衆国ニュージャージー州079
 74, ニュー・プロヴィデンス, マーレイ
 ・ヒル, マウンテン・アベニュー 575
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠式
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

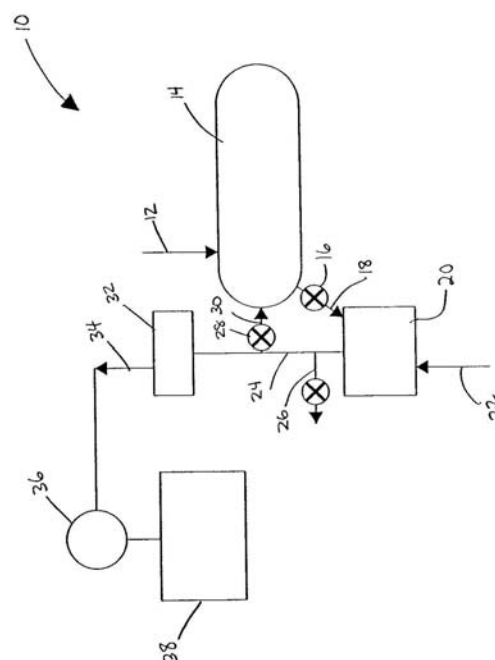
(54) 【発明の名称】 半導体処理チャンバへのフッ素の大気条件よりも低い条件での供給

(57) 【要約】

【解決課題】 半導体処理チャンバの表面からの残渣の除去方法及び装置を提供する。

【解決手段】 装置10は、大気圧以下の圧力で洗浄ガスを貯蔵するための少なくとも1個の容器14と、該少なくとも1個の容器14から、洗浄ガスを掃引するための少なくとも1個の真空ポンプ20を含む。真空ポンプを用いることにより、容器は、大気圧を越えて加圧することなく、合理的な量のガスを貯蔵することができる。真空ポンプは、約1 torr以下迄容器から内容物を掃引するので、容器の全量がプロセスに供給され得る。ガスは1絶対気圧を越える圧力にて貯蔵されることがなく、一定供給圧力にて供給され得るので、安全なガス貯蔵容器を提供する。容器内での如何なる漏洩も、容器の内容物を容器内に残し、周囲雰囲気中の空気をタンクに漏洩させることになる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体処理チャンバの表面から残渣を除去する方法であって、
 (a) 貯蔵容器内に、大気圧よりも低い圧力にて、洗浄ガスを貯蔵する工程と；
 (b) 真空下で、該貯蔵容器から該洗浄ガスを除去する工程と；
 (c) 洗浄すべき処理チャンバに、該洗浄ガスを通過させる工程と；
 を含む方法。

【請求項 2】

前記洗浄ガスを活性化させる遠隔プラズマ源を伴わない処理チャンバに、前記洗浄ガスを通過させる、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記洗浄ガスを活性化させる遠隔プラズマ源を伴う処理チャンバに、前記洗浄ガスを通過させる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記洗浄ガスは、フッ素、塩素、 ClF_x 、 BrF_x 、 O_2 、 O_3 、 NF_3 及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記洗浄ガスは、フッ素である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記貯蔵容器は、約 4 リットル～約 8 リットルの容積を有する、請求項 1 に記載の方法

20

【請求項 7】

前記洗浄ガスは、約 1 torr～約 750 torr の範囲の圧力にて、前記貯蔵容器内に貯蔵される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記処理チャンバは、CVD 処理チャンバである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 CVD 処理チャンバは、 SiO_2 、 SiN_x 、W、WSi、スズ、Ta₂N₅、低 K 誘電率コーティング、高 K 誘電率コーティング、Si 系フォトレジスト、炭素系フォトレジスト、及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される物質をデポジットするため

30

【請求項 10】

さらに、工程 (b) の前に、前記貯蔵容器から洗浄ガスを除去するために用いられる真空ポンプのモーターハウジングに、不活性ガスを通過させる工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記不活性ガスは、アルゴン、ヘリウム、窒素、酸素、乾燥空気、及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記不活性ガスは、アルゴンである、請求項 10 に記載の方法。

40

【請求項 13】

前記不活性ガスは、少なくとも 1 標準リットル / 分の流速で、前記モーターハウジングに流される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

さらに、工程 (b) の後に、前記洗浄ガスを濾過床に通過させる工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記濾過床は、 CF_x ペレット、NaF、KF、 CaF_2 、 $NaHF_2$ 、 $NaF(HF)_y$ 、 $KF(HF)_y$ 、 $CaF_2(HF)_y$ 及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される少なくとも 1 種の濾過媒体を含む、請求項 14 に記載の方法。

50

【請求項 16】

半導体処理チャンバから残渣を除去する再循環法であって、

- (a) 貯蔵容器内に、大気圧よりも低い圧力にて、洗浄ガスを貯蔵する工程と；
- (b) 真空下で、該貯蔵容器から該洗浄ガスを除去する工程と；
- (c) 該洗浄ガスを少なくとも1種の濾過床に通過させて、該洗浄ガスを精製する工程と；
- (d) 該洗浄ガスを洗浄すべき処理チャンバに通過させて、該処理チャンバを洗浄する工程と；
- (e) 該洗浄ガスを洗浄プロセスにて再使用するために工程(c)に再循環させて戻す工程と；

を含む方法。

10

【請求項 17】

工程(d)における前記洗浄ガスを、前記洗浄ガスを活性化させる遠隔プラズマ源を伴わない処理チャンバに通過させる、請求項16に記載の方法。

【請求項 18】

前記洗浄ガスを活性化させる遠隔プラズマ源を伴う処理チャンバに、前記洗浄ガスを通過させる、請求項16に記載の方法。

【請求項 19】

前記貯蔵容器内の前記洗浄ガスは、再循環プロセスの間、前記濾過床を通過する前記洗浄ガスの容積をより大きくするために再循環された洗浄ガスによって、最初に高濃度に調節される、請求項16に記載の方法。

20

【請求項 20】

前記洗浄ガスは、フッ素、塩素、 ClF_x 、 BrF_x 、 O_2 、 O_3 、 NF_3 及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される、請求項16に記載の方法。

【請求項 21】

前記洗浄ガスは、フッ素である、請求項16に記載の方法。

【請求項 22】

前記貯蔵容器は、約4リットル～約8リットルの容積を有する、請求項16に記載の方法。

【請求項 23】

前記処理チャンバは、CVD処理チャンバである、請求項16に記載の方法。

30

【請求項 24】

前記CVD処理チャンバは、 SiO_2 、 SiN_x 、W、WSi、スズ、Ta₂N₅、低K誘電率コーティング、高K誘電率コーティング、Si系フォトレジスト、炭素系フォトレジスト、及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される物質をデポジットするために用いられる請求項23に記載の方法。

【請求項 25】

さらに、工程(c)の前に、前記貯蔵容器から洗浄ガスを除去するために用いられる真空ポンプのモーターハウジングに、不活性ガスを通過させる工程を含む、請求項16に記載の方法。

40

【請求項 26】

前記不活性ガスは、アルゴン、ヘリウム、窒素、酸素、乾燥空気、及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される、請求項25に記載の方法。

【請求項 27】

前記不活性ガスは、アルゴンである、請求項25に記載の方法。

【請求項 28】

前記不活性ガスは、少なくとも1標準リットル/分の流速で、前記モーターハウジングに流される、請求項25に記載の方法。

【請求項 29】

前記濾過床は、 CF_x ペレット、NaF、KF、 CaF_2 、 $NaHF_2$ 、 $NaF(HF)_y$

50

、 $\text{KF}(\text{HF})_y$ 、 $\text{CaF}_2(\text{HF})_y$ 及びこれらの任意の組み合わせからなる群より選択される少なくとも1種の濾過媒体を含む、請求項16に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、半導体処理チャンバへのガス供給方法及び装置に関する。特に、本発明は、ガスが大気条件よりも低い状態で貯蔵されていることを特徴とする半導体処理チャンバへのガス供給方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造における最初の工程は、蒸気前駆体の化学反応による半導体基板上での薄膜の形成である。典型的なデポジットプロセスとしては、化学蒸着(CVD)を挙げることができる。慣用の熱CVDプロセスは、基板表面に反応性ガスを供給し、熱誘導型化学反応が生じて、処理されている基板上に薄膜層を形成する。

【0003】

しかし、デポジットは、基板上だけではなく、チャンバ全体で生じる。最も重いデポジットは、典型的に基板の領域内にあるチャンバの最も熱い領域で生じるが、程良く冷たい領域又は蒸気前駆体に直接暴露されていない領域で生じるデポジットもある。

【0004】

これらのデポジットは、ガスノズルにおける微小孔を詰まらせたり、均一なガスフローを混乱させてプロセスの均一性に影響を与えたり、チャンバ窓を曇らせてチャンバ内を見づらくさせたり、などの多くの問題を生じさせ得る。さらに、これらのデポジットは、基板上に落下し得る粒子を形成させ、デポジット層に欠陥を生じさせるか又はデポジット装置の機械的操作に影響を与えるかもしれない。

【0005】

このような問題を避けるために、チャンバの内部表面を定期的に洗浄して、望ましくないデポジット物質をチャンバ壁及び処理チャンバの同様な領域から除去する。このような洗浄手順は、通常、ウェハごと又はn個のウェハごとに、デポジット工程の間に行われる。手順の一つとしては、チャンバを分解して、各部品を溶液又は溶剤で洗浄し、次いで乾燥させて、装置を再度組み立てる手順を挙げることができる。この手順は、労働集約的で且つ時間消費型であり、ウェハ製造ライン効率を低下させ、コストを増加させる。

【0006】

別の洗浄手順において、洗浄操作において腐食ガスとして用いられているガスの例として、分子状フッ素(F_2)及び三フッ化塩素(ClF_3)がある。分子状フッ素は、高度に腐食性であり、特別の取り扱い方法を必要とする危険なガスである。ほとんどの装置は、効率的な運転のために、比較的一定な供給圧力を必要とする。したがって、フッ素はこの要求を満たすために、正圧下で貯蔵されている。このタイプの加圧装置における主要な欠点は、フッ素を保持する容器内にリークが生じることであり、フッ素ガスが容器から周囲環境中に漏出することである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、半導体処理チャンバの表面からの残渣を除去する方法を提供する。本方法は、

- (a) 貯蔵容器内に、大気圧以下の圧力で、洗浄ガスを貯蔵する工程と；
 - (b) 真空下で、貯蔵容器から該洗浄ガスを除去する工程と；
 - (c) 該洗浄ガスを、洗浄すべき処理チャンバに通過させる工程と；
- を含む。

【0008】

10

20

30

40

50

洗浄ガスは、洗浄ガスを活性化させる遠隔リモートプラズマ源を伴うか又は伴わない処理チャンバを通過してもよい。本発明の方法の一実施形態において、濾過床が設けられる。洗浄ガスは、濾過床を通過して、望ましくない不純物を除去し、洗浄ガスを精製する。精製された洗浄ガスは、次いで、洗浄されるべき処理チャンバに流される。

【0009】

本発明はさらに、半導体処理チャンバの表面からの残渣を除去する再循環方法を提供する。再循環方法は、

- (a) 貯蔵容器内に、大気圧以下の圧力にて、洗浄ガスを貯蔵する工程と；
 - (b) 真空下で、貯蔵容器から、該洗浄ガスを除去する工程と；
 - (c) 該洗浄ガスを、少なくとも1種の濾過床に通過させて、該洗浄ガスを精製する工程と；
 - (d) 該洗浄ガスを洗浄されるべき処理チャンバに流し、該処理チャンバを洗浄する工程と；
 - (e) 洗浄プロセスにて再使用するために、該洗浄ガスを工程(c)に再循環させる工程と；
- を含む。

【0010】

洗浄ガスは、洗浄ガスを活性化するための遠隔プラズマ源を伴うか又は伴わない処理チャンバを通過してもよい。貯蔵容器からの洗浄ガス流は、プロセスの初期にて高濃度に調節され、再循環された洗浄ガスは、洗浄プロセスの後のステージでフローをより大量にメークアップする。結果として、洗浄プロセスの後のステージで、貯蔵容器からの洗浄ガスの要求は少量である。

【0011】

本発明はさらに、半導体処理チャンバの表面からの残渣を除去する装置を提供する。本装置は、

洗浄ガスを貯蔵するための少なくとも1個の容器と；

該少なくとも1個の容器から、洗浄ガスを掃引するための少なくとも1個の真空ポンプと；

を含む。

【0012】

洗浄ガスは、約1 torr ~ 約750 torrの範囲の圧力にて、少なくとも1個の容器内に貯蔵される。

本発明は、さらに、半導体処理チャンバの表面からの残渣を除去するための再循環システムを提供する。本再循環システムは、

洗浄ガスを貯蔵するための少なくとも1個の容器と；

少なくとも1個の容器から、洗浄ガスを掃引するための少なくとも1個の真空ポンプと；

洗浄ガスを濾過するための少なくとも1個の濾過/吸着床と；

を含む。

【0013】

洗浄ガスは、約1 torr ~ 約750 torrの範囲の圧力にて、少なくとも1個の容器内に貯蔵される。

[好ましい実施形態]

本発明は、真空 ~ 約750 torrの範囲での任意の圧力での処理設備、特に半導体処理チャンバ洗浄設備の汎用操作性を可能とする。本発明のシステムは、大気圧以下での圧力でガスを貯蔵可能な貯蔵容器と真空ポンプとを具備することにより、これを達成する。真空ポンプを用いることで、本システムは、大気圧を超えて加圧することなく、容器に合理的な量のガスを貯蔵することができるようになる。したがって、真空ポンプが容器からの内容物を約1 torrまで掃引するので、容器の容量の大半をプロセスに供給することができる。

10

20

30

40

50

【0014】

さらに、供給ガスが1絶対気圧を超える圧力で貯蔵されることはないので、安全ガス貯蔵容器を提供しながら、ガスは一定の供給圧力にて提供され得る。結果として、容器内のいかなる漏出も、容器の内容物を容器内に保存し、周囲の環境中の空気が実際にタンク内に漏出することになる。したがって、ガスが周囲の環境中に漏出するおそれなしに、高度に反応性で危険なガスを貯蔵することができる。

【0015】

本発明の別の利点は、洗浄ガスを活性化するための遠隔プラズマ源を伴うか又は伴わないいずれの処理チャンバにも、洗浄ガスを通過させることができることである。

図1を参照すると、本発明による処理チャンバ洗浄システムは、概して、参照符号10で表されている。システム10は、洗浄ガスを保持するように設計された保持タンク又は容器14を有する。本発明において用いられる適切な洗浄ガスとしては、例えば、フッ素、塩素、 ClF_x 、及び BrF_x （式中、 $x = 1, 3, 5$ 、 O_2 、 O_3 、 NF_3 又はこれらの任意の組み合わせ）を挙げることができる。好ましくは、洗浄ガスは、フッ素である。

【0016】

洗浄ガスは、個々の洗浄プロセスの需要を満足するに十分な容量で与えられる。例として、この容量は、約4～約8リットルであるが、容量は、行われるべき洗浄プロセスに非常に依存する。本発明の洗浄プロセスは、例えば、 SiO_2 、 SiN_x 、W、WSi、スズ、Ta₂N₅、低K誘電率コーティング、高K誘電率コーティング、Si-系フォトレジスト、カーボン系フォトレジストのCVD又はフッ素と反応して揮発性反応生成物を生成する他のデポジットなど、多くの半導体プロセスに関連するデポジット運転とデポジット運転の間に、処理チャンバを洗浄するために用いることができる。

【0017】

洗浄ガスが必要とされる場合、ポンプ20は、マスコントローラ32により示される速度にて、容器14内に保存されているガスを掃引する。ポンプ20は、洗浄ガスを流すための任意の適切な真空ポンプでよい。フッ素の攻撃に耐える正確な表面パッシベーションを有するHowleack Regenerative Technology（再生技術）を用いるポンプが適切であろう。例として、BOC Edwards IPX及びEPX モデルポンプが適切である。

【0018】

ポンプ20のモーターハウジング（図示せず）に正圧が存在するようにするために、不活性ガスをポンプ20内のベアリングに流して、モーターハウジングへの洗浄ガスの逆流を防止する。これは、本運転において、重要な安全及び信頼性の問題である。安全性及び信頼性を確立するために、不活性ガスを少なくとも1標準リットル/分の流速でポンプハウジングに流す。適切な不活性ガスとしては、例えばアルゴン、ヘリウム、 N_2 、 O_2 、乾燥空気及びこれらの任意の組み合わせを挙げることができる。エッチングプロセスが O_2 又は N_2 により影響されない場合には、 N_2 及び O_2 が用いられてもよい。好ましくは、本発明においては、アルゴンを用いる。

【0019】

ポンプを過剰に加圧することを防止するために、バイパスバルブ28、及びバイパスライン30が置かれ、洗浄ガスを容器14に流し戻し、ポンプ20での過剰の背圧を回避する。洗浄ガスのいくらかの希釈が生じるであろう。 NF_3 等の洗浄ガスは、ほとんどのプロセスにおいて、不活性ガスによって希釈されるから、この希釈は洗浄プロセスに損傷を与えない。

【0020】

容器14に入る洗浄ガス源は、多様な源からのものでよく、例えば、加圧シリンダガス又は発生器でもよい。容器14への供給は、約550 torr～約750 torrの間に、好ましくは約550 torr～約700 torrの間に、圧力を維持するように設計される。ポンプ20は、必要に応じて、容器14から洗浄ガスを掃引する。プロセス開始の直前に、ポンプ20を賦活化するか又はポンプ20を定運転モードに維持する。マスコントローラ32の命令が必要な場合には、洗浄ガスがもはや必要でなくなるまで、バルブ2

10

20

30

40

50

8 を閉じて、洗浄ガスのフローをマスコントローラ 32 を通して遠くのプラズマチャンバ 36 へ経路づける。これらの条件下で、容器 14 内のガス圧は、約 550 torr ~ 約 750 torr で開始し、需要が供給を超えると、1 torr ほどに低くなる。したがって、容器 14 内又は供給ライン 12 での漏出が生じて、容器内は大気圧よりも低い圧力下にあるから、洗浄ガスは環境中には漏出しない。これは、結果的に、安全な耐漏出システムを生じさせる。プロセスで必要な量よりもより多量のガスが収容される場合には、過剰の洗浄ガスはライン 26 を通って排気される。

【0021】

図 2 を参照すると、濾過床を有する洗浄システムが、概して、参照符号 40 で表されている。システム 40 は、図 1 に図示した要素に加えて、濾過 / 吸着床 42 を有する。濾過床 42 は、容器 14 への供給ガス中に存在しているかもしれない HF、CF₄、SiF₄ 及び他の汚染物質を吸着する CF_x のペレット（式中、x は 0.9 ~ 1.2）、NaF、KF、CaF₂、NaHF₂、NaF(HF)_y、KF(HF)_y、CaF₂(HF)_y（式中、y は 1 ~ 4）及びこれらの任意の組み合わせであってもよい。この構成において、濾過床は、洗浄ガスをプラズマチャンバ 36 へ進行させるだけでなく、容器 14 に供給される洗浄ガスの品質を最適よりも低くし、コストを削減する。

【0022】

図 3 を参照すると、再循環構成を有する大気圧以下でのシステムが、概して参照符号 50 で表されている。システム 50 は、ガスを再循環させる処理チャンバ 38 からのラインを有する。フッ素の場合、洗浄プロセスにおいてチャンバに入るフッ素の 60% ~ 80% は用いられないから、F₂ に戻される。処理チャンバ内で粒子状物質の問題を引き起こし得るガス（すなわち、SiF₄、CF₄、HF）を、濾過床 42 により、処理チャンバ 38 を出る使用済み洗浄ガスから除く。窒素及びアルゴンなどの不活性ガスを富 F₂ ストリームと一緒に再循環させて、次いで高濃度のフッ素を伴い遠隔プラズマチャンバ 36 を供給することができる。これは、フッ素の実際の使用を最大化する。

【0023】

洗浄再循環プロセスの間、バルブ 52、56、62 及び 68 を閉じる。バルブ 58 及び 66 は開く。新しい洗浄ガスを容器 14 からマスフローコントローラ 32 を通して、ポンプ 20 により掃引する。ガスは、濾過床 42 を通って、ここで汚染物質が洗浄ガスから除かれる。精製された洗浄ガスは、次いで、プラズマチャンバ 36 に供給され、最終的には処理チャンバ 38 に供給され、ここで洗浄を行う。洗浄ガスは、次いで処理チャンバ 38 から掃引され、再循環のためにポンプ 20 に戻される前に、供給洗浄ガスと組み合わせられる。この再循環プロセスは、洗浄プロセスが完了するまで、続ける。

【0024】

洗浄ガストリームは、プロセスの初期に、プロセス運転の後半の部分での流のより大きな程度を占める再循環された洗浄ガスで、高濃度に調節される。結果として、洗浄プロセスの後半のステージでは、より少量の洗浄ガス供給が必要となるだけで、コスト節約となる。

【0025】

図 4 を参照すると、図 3 に示した処理チャンバが処理モードになる場合、システムは、図 4 に示すように、再生モードに再構成される。再生モードにおいて、バルブ 58、66 及び 70 は閉じる。バルブ 52、56、62 及び 68 を開く。ポンプ 64 は、チャンバ 38 から排気ライン 74 までプロセスガスを掃引することによって、処理チャンバ運転を再開させる。このプロセスの間、濾過床 42 は再生される。床 42 を負圧に掃引するポンプ 20 により、窒素などの不活性ガスを床 42 を通して戻す。結果として、床に吸着された不純物は脱着され、こうして床は再生される。脱着された不純物は、ポンプ 20 によって、床から排気ライン 26 に排気される。このプロセスの間、F₂ ガス供給は、圧力容器 14 を満たし、次の洗浄プロセスサイクルに備える。

【0026】

上述の説明は、本発明の説明のためだけであることは理解されたい。本発明から逸脱し

ない限りにおいて、種々の変更例や変形例が当業者により工夫され得る。したがって、本発明は、そのような変更例や変形例をすべて含むことを意図するものである。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】図1は、本発明の一実施形態による大気圧以下での供給システムを示す。

【図2】図2は、本発明の一実施形態による濾過/吸着床を有する大気圧以下の供給システムを示す。

【図3】図3は、本発明の一実施形態による再循環構成を有する大気圧以下での供給システムを示す。

【図4】図4は、本発明の一実施形態による再循環構成を有する大気圧以下での別の供給システムを示す。 10

【符号の説明】

【0028】

10：処理チャンバ洗浄システム

12：供給ライン

14：容器

20：ポンプ

36：プラズマチャンバ

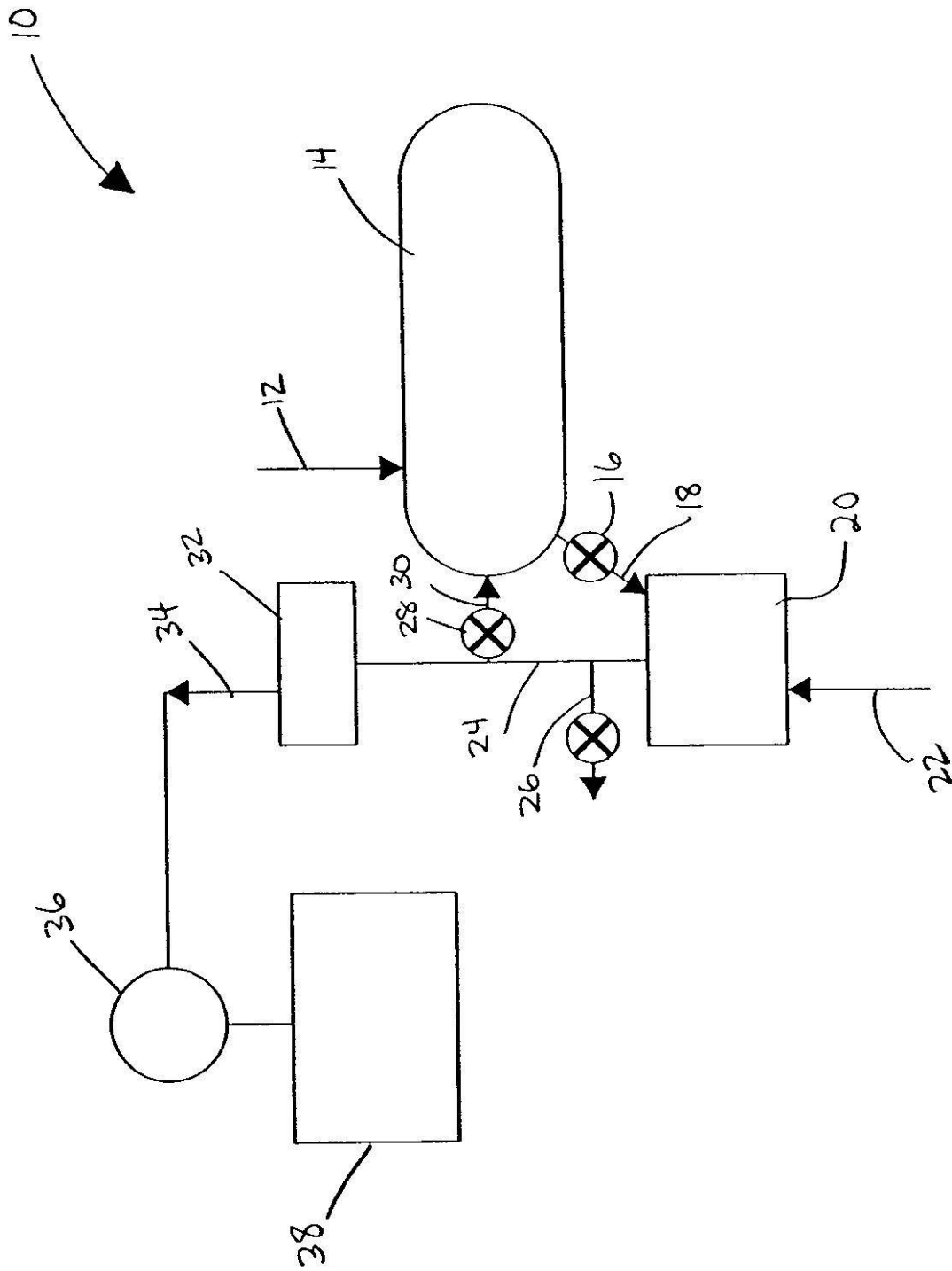
38：処理チャンバ

40：洗浄システム

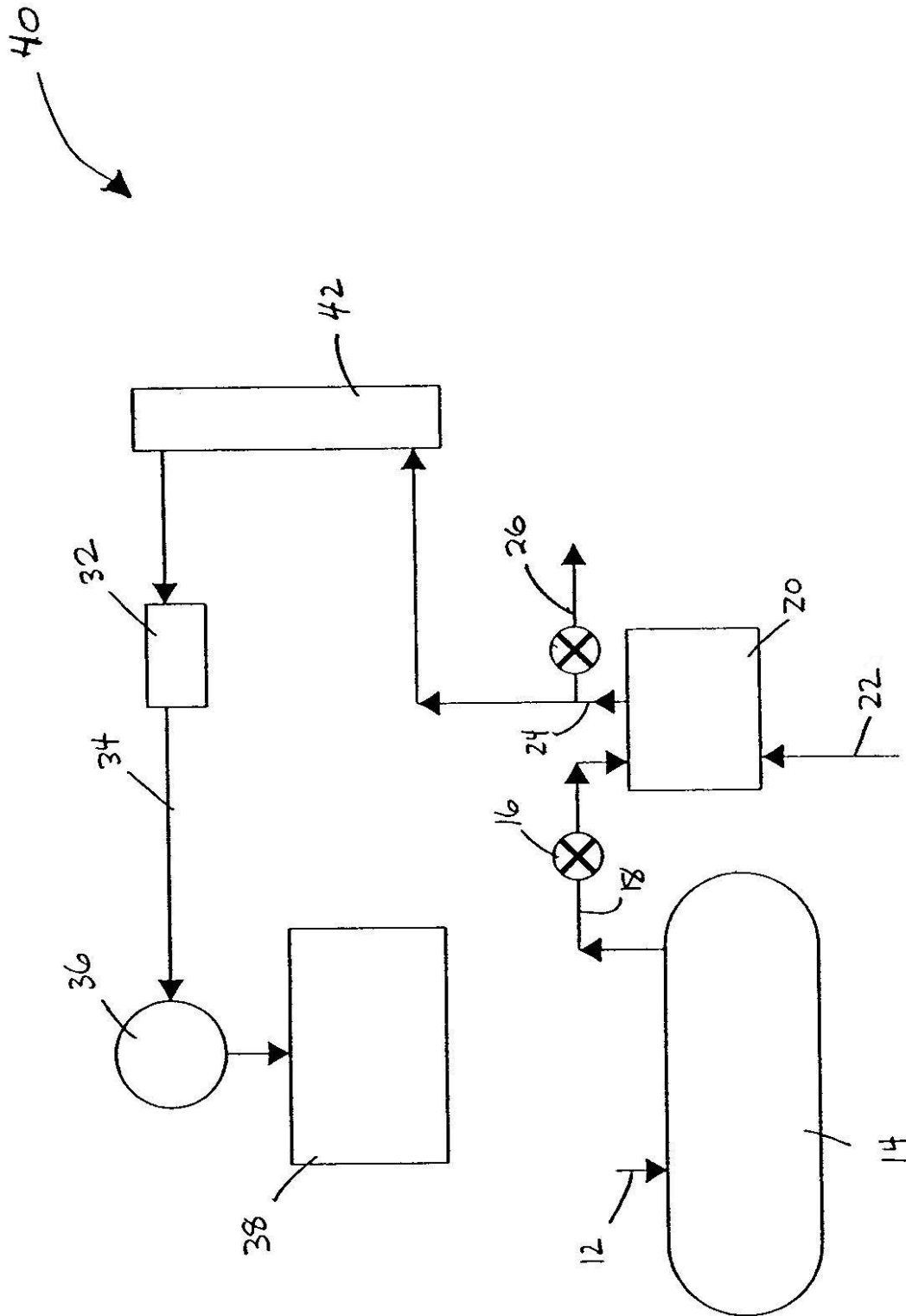
42：濾過/吸着床

50：再循環システム

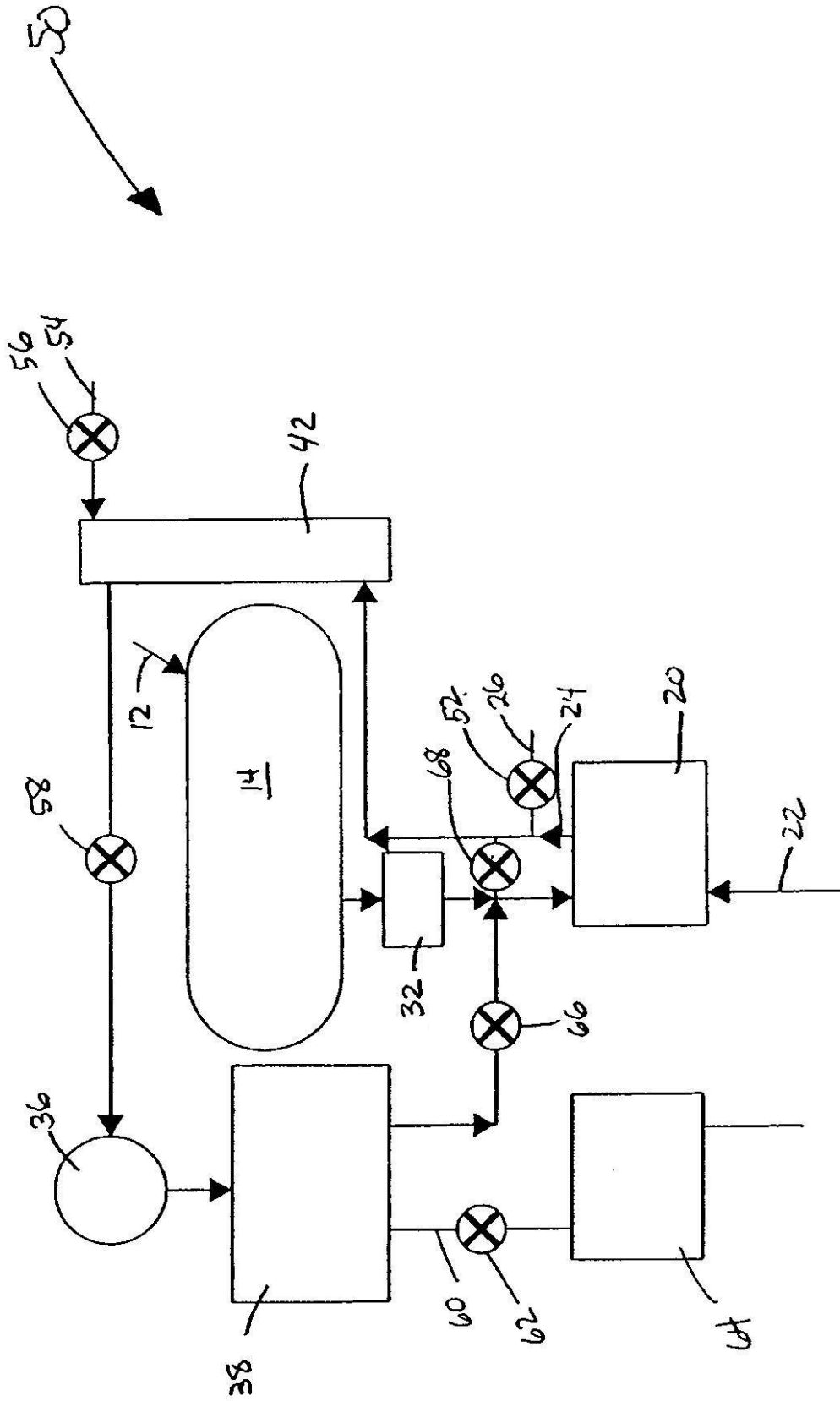
【図 1】



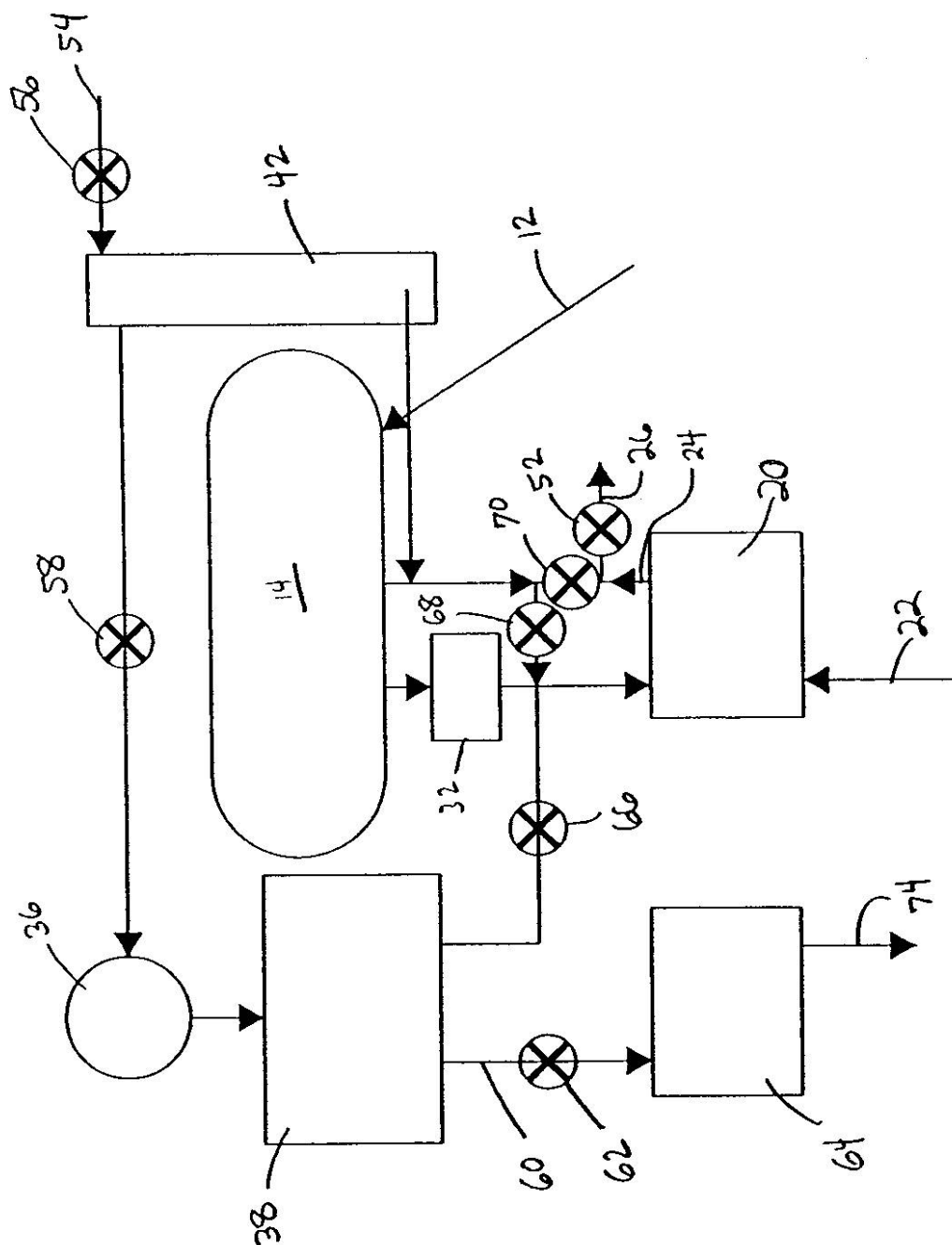
【図 2】



【 図 3 】



【図 4】



【手続補正書】

【提出日】平成15年10月23日(2003.10.23)

【手続補正1】

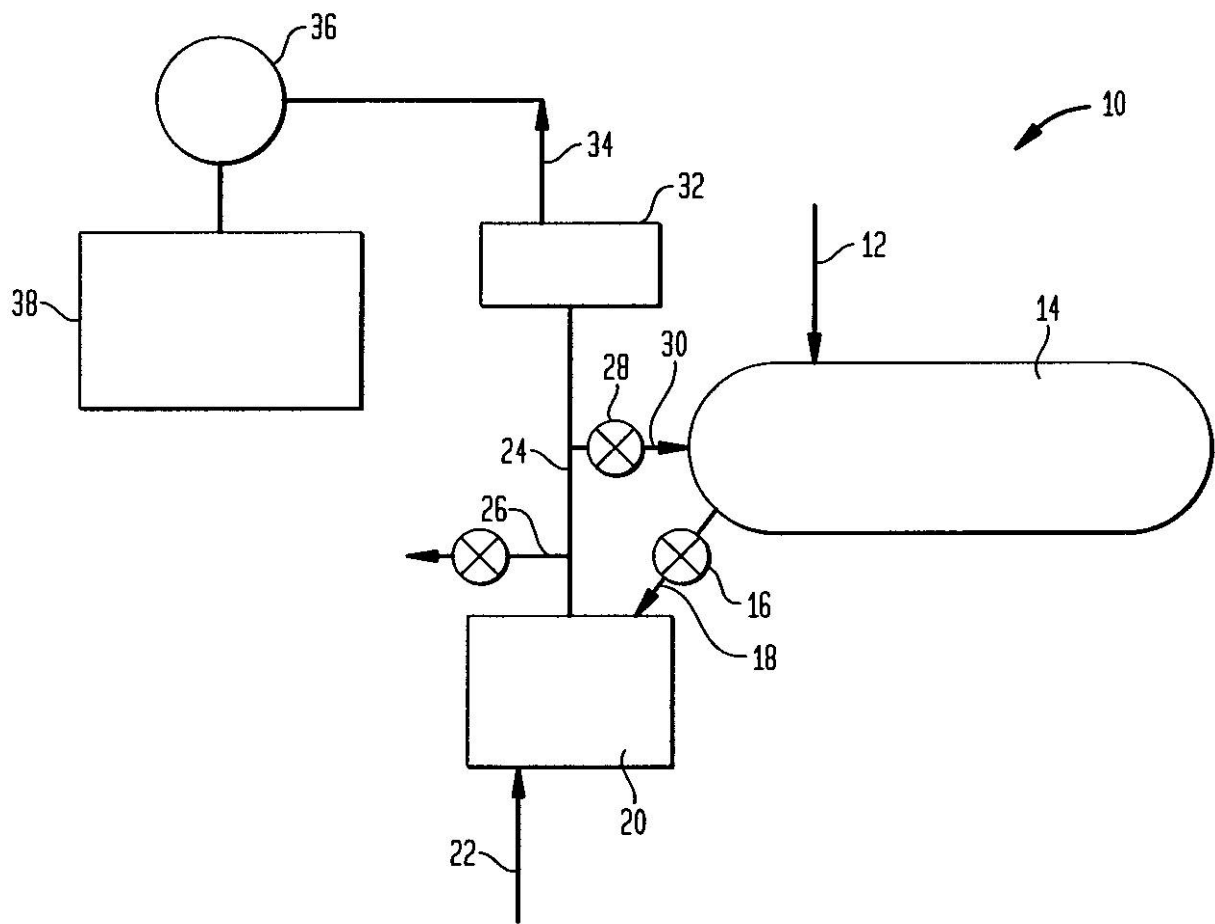
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

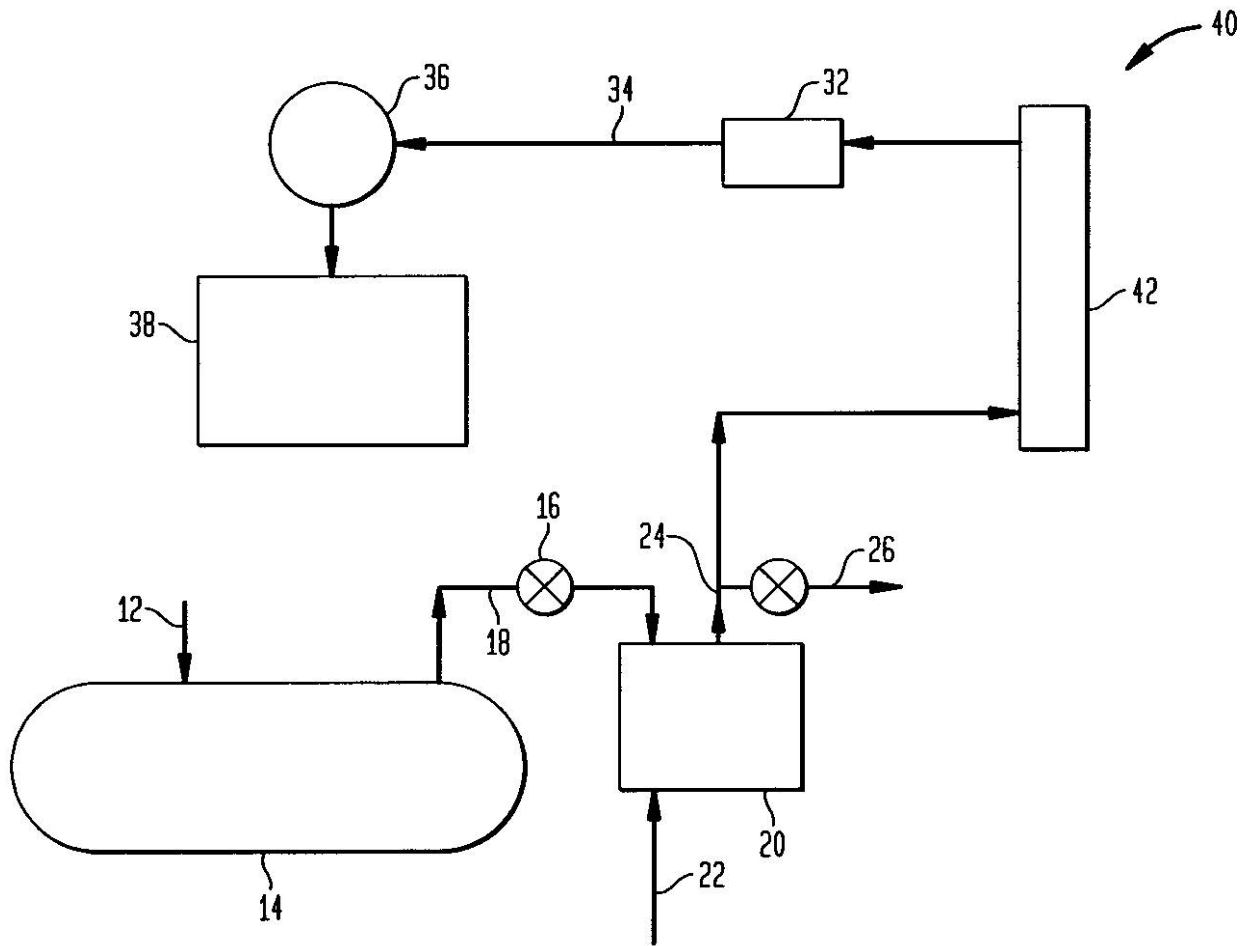
【補正方法】変更

【補正の内容】

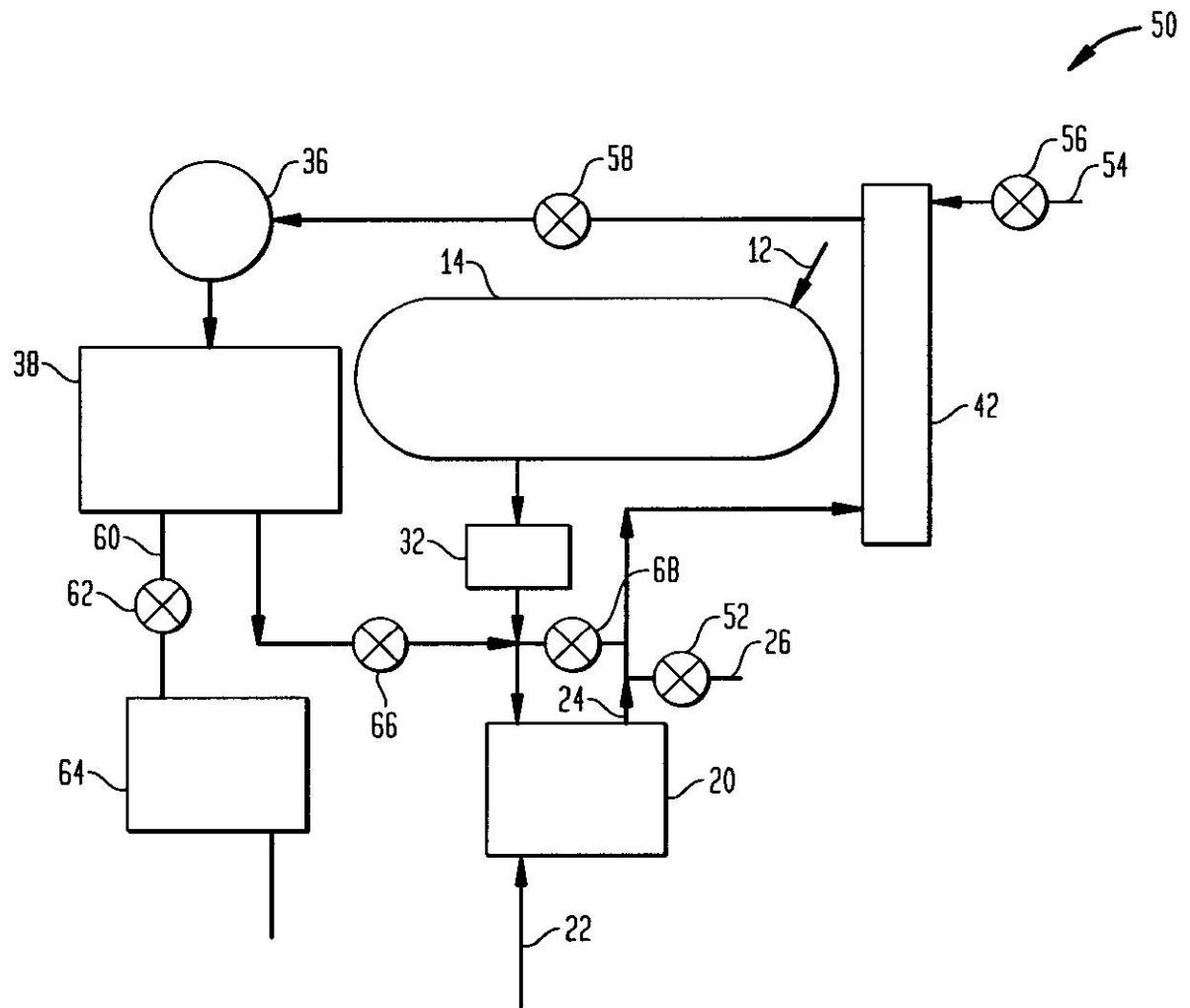
【 図 1 】



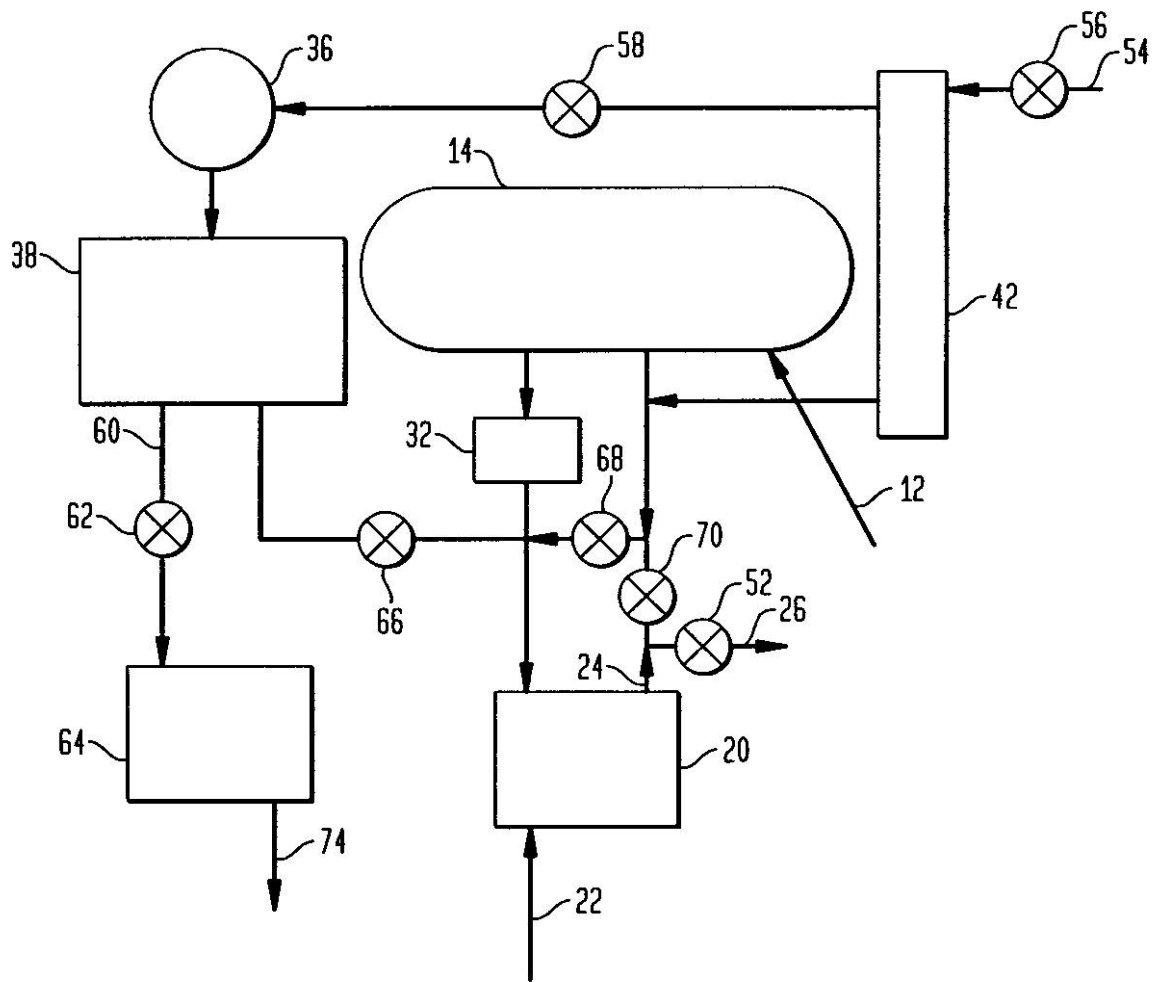
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100080137

弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100112634

弁理士 松山 美奈子

(72)発明者 リチャード・エイ・ホグル

アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 2 0 5 6 , オーシャンサイド , メリック・コート 4 6 5 4

(72)発明者 グラハム・エイ・マクファーレン

アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 2 5 6 3 , マリエッタ , ミクリッチ・ドライブ 4 0 2 7 7

(72)発明者 グラハム・ホジソン

イギリス国ランカシャー エフワイ 6 7 エイチキュー , ポウルトン - レ - フィルデ , ファーロン
グ・レーン 8

(72)発明者 ピーター・ハロルド・バックレー

アメリカ合衆国ニューハンプシャー州 0 3 0 7 9 , セイラム , サリー・レーン 3

F ターム(参考) 4K030 CA04 DA06 LA15

5F045 AA08 AE21 AE23 AE25 AF01 BB15 EB06 EE01