

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4443057号  
(P4443057)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int. Cl. F I  
**G05D 16/06 (2006.01)** G O 5 D 16/06 F  
**F16K 31/126 (2006.01)** F 1 6 K 31/126 Z

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-616473 (P2000-616473)	(73) 特許権者	500207958
(86) (22) 出願日	平成12年4月17日 (2000.4.17)		パーカー・ハニフィン・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2002-544579 (P2002-544579A)		アメリカ合衆国オハイオ州44124-4
(43) 公表日	平成14年12月24日 (2002.12.24)		141クリーブランド・パークランドブールバード6035
(86) 国際出願番号	PCT/US2000/010292	(74) 代理人	110000741
(87) 国際公開番号	W02000/068753		特許業務法人小田島特許事務所
(87) 国際公開日	平成12年11月16日 (2000.11.16)	(72) 発明者	オリビエ, ルイス・エイ
審査請求日	平成19年1月10日 (2007.1.10)		アメリカ合衆国カリフォルニア州9430
(31) 優先権主張番号	60/133,295		3パロアルト・ファイリツプスロード8
(32) 優先日	平成11年5月10日 (1999.5.10)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)	審査官	川東 孝至

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差動的圧力設定制御を有する流体圧力調整器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加圧流体源を有する流体システム(10)内で使用する流体圧力調整器(50)であって、前記加圧流体源と流体的に連通して接続可能な入り口(74)と出口(75)とを有し、そして前記流体システム(10)が、指定された出口圧力で前記流体圧力調整器(50)の出口(75)から前記加圧流体の流れが供給されるべき流れモードと、交互に、無流れモードと、で動作可能であり、

前記流体の通過流れ用に該入り口(74)と前記調整器(50)の出口(75)との間に規定された流体通路(70)と、

前記無流れモードでの前記流体システム(10)の動作用に前記流体の流れに対して前記流体通路(70)を閉じる第1位置と、前記流れモードでの前記流体システム(10)の動作用に前記流体通路(70)を通る前記流体の流れをスロットルする可変的な第2位置との間で前記調整器(50)の縦軸線(94)に沿い移動可能な弁要素(82)を有する弁組立体と、

前記弁要素(82)と力伝達式に連携して結合され、前記流体の流体圧力の力がそれに印加されるように前記流体通路(70)に流体的に連通して配置されたダイヤフラム(110)とを具備しており、前記流体圧力は前記弁要素(82)を前記第1位置の方へ動かす第1方向で前記ダイヤフラム(110)に印加されており、

前記弁要素(82)を前記第2位置の方へ動かすよう前記第1方向と反対の第2方向に選択出口圧力設定力を前記ダイヤフラム(110)に印加するための調節可能な主圧力設

10

20

定組立体(127)とを更に具備している流体圧力調整器(50)において、

主圧力設定組立体(127)は、縦軸線(94)に沿って回転可能式に変位可能な手動調節ノブと、該手動調節ノブと前記ダイヤフラム(110)組立体との間に間挿された第1ばね部材(130)として形成された圧縮可能な部材とを備えており、前記圧縮可能な部材(130)は、前記ダイヤフラム(110)組立体に前記選択出口圧力設定力を印加するために前記手動調節ノブの縦軸線(94)に沿った変位により圧縮され、

前記流体通路(70)が中に形成される下部ボディ(56)、及び頂部端部と前記ボディ(56)に結合された底部端部と与えられた入力圧力の空圧的制御信号を受取るための信号ポートと

前記頂部及び底部端部間に形成された開口部(140)とを有する上部キャップ(54)を備え、前記ノブが前記開口部(140)を通して手動的にアクセス可能なように前記キャップ(54)内にねじ式に受けられるハウジング(52)、及び

制御信号に応じて前記弁要素(82)を前記第2位置の方へ更に動かすように前記第2方向に差動的力を前記ダイヤフラム(110)に印加するため駆動可能であり、前記差動的力が前記出口圧力設定力から独立して前記ダイヤフラム(110)に印加される差動的圧力組立体(180)、を具備しており、

前記差動的圧力組立体(180)は、

前記第1ばね部材(130)内に同軸状に配置され、前記ダイヤフラム(110)組立体と力伝達式に連携して結合された第2ばね部材(181)と、

前記信号ポートと前記ノブとの間で前記キャップ(54)内に受けられて前記圧縮可能な部材(130)に動作的に結合され、前記制御信号の入力圧力に比例した前記差動的力を前記ダイヤフラム(110)組立体に印加するために、前記制御信号に応答して、普通に偏倚された位置から前記圧縮可能な部材(130)の圧縮をもたらす変位位置まで前記縦軸線(94)に沿い変位可能であるピストン部材(210)と、

前記ピストン部材(210)の変位に回答してそれと圧縮性接触をするために、前記ピストン部材(210)と係合する第1端部から前記第2ばね部材(181)と係合する第2端部まで、前記ノブ及び前記第1ばね部材(130)を同軸に通って前記縦軸線(94)に沿って延びる長い力伝達部材(220)と、を備えており、

前記ダイヤフラム(110)は、前記第1又は第2位置で前記弁要素(82)をバランスさせるために該流体圧力の力と出口圧力設定力と差動的力との正味の和に回答することを特徴とする流体圧力調整器(50)。

#### 【請求項2】

前記差動的圧力組立体(180)は与えられた入力圧力の空圧的前記制御信号により駆動可能であり、そして前記差動的圧力組立体(180)は、

前記ダイヤフラム(110)と力伝達式に連携して結合された圧縮可能な部材(181)と、

前記調整器(50)内に受けられ前記圧縮可能な部材(181)と動作可能に結合されたピストン部材(210)とを備えており、前記ピストン部材(210)は、前記制御信号の入力圧力に比例した前記差動的力を前記ダイヤフラム(110)に印加するために、前記制御信号に回答して、普通に偏倚された位置から前記圧縮可能な部材(181)の圧縮をもたらす変位位置まで前記縦軸線(94)に沿って変位可能であることを特徴とする請求項1に記載の流体圧力調整器。

#### 【請求項3】

前記弁要素(82)を前記第1位置の方へ更に動かすよう前記第1方向に偏倚力を前記ダイヤフラム(110)に印加するために偏倚部材を具備しており、前記ダイヤフラム(110)が更に、前記第1位置又は前記第2位置でバランスされるよう前記偏倚力に回答することを特徴とする請求項1に記載の流体圧力調整器。

#### 【請求項4】

前記弁組立体は前記通路(70)内に規定された弁シート(84)を備えており、前記弁シート(84)は前記ダイヤフラム(110)組立体への前記流体圧を受け入れるた

10

20

30

40

50

めのアパーチャ(90)を有し、前記流体の流れの方向に対し上流側(86)と下流側(88)とを有するよう配向されており、

前記弁要素(82)は前記アパーチャ(90)の上流側(86)に相対して配置され、前記アパーチャ(90)の方へ及びそれから離れる方へ前記縦軸線(94)に沿って動く時前記アパーチャ(90)の相対的寸法を変えるよう構成された下部ヘッド部分(96)を有するよう、そして前記アパーチャ(90)を通して前記ダイヤフラム(110)組立体と力伝達式接触に入るよう延びる上部ステム部分(98)を有するよう形成されていることを特徴とする請求項1に記載の流体圧力調整器。

【請求項5】

前記ダイヤフラム(110)は前記弁要素(82)ステム部分が中へ受けられる内部中央通路(116)と前記ピストン力伝達部材(220)によりそれを圧縮するために第2ばね部材(181)を支持する外部肩部部分(118)とを有するよう形成されることを特徴とする請求項4に記載の流体圧力調整器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】

本発明は広くは流体圧力調整器と同品を動作させる方法に関し、特に、半導体プロセス産業で見出される様な、例えば、バッチ式ガス供給応用(batchwise gas delivery applications)での使用時に改良された応答を提供する制御された差動的圧力の能力を有する圧力調整器に関する。

【0002】

流体圧力調整器は加圧プロセスガス等の供給又は他の輸送を含む種々の流体輸送応用で使用される。これらの応用では、調整された出口圧力(regulated outlet pressure)での加圧ガス又は他の流体の流れを供給し、そして該ガス流量(gas flow rate)から概ね独立した設定値にその圧力を保持するために圧力調整器が提供される。その目的で、該圧力調整器はその入り口ポートで該望ましい出口圧力より実質的に高い圧力が典型的な流体源(source of fluid)により供給される。該望ましい出口圧力は設定されそして該調整器は、実際の出口圧力と該設定圧力との間のオフセットを最小化するためにその入り口及び出口のポート間の可変通路(variable passage)の寸法を調節するために内部弁(internal valve)を自動的に駆動する。

【0003】

共通に譲渡された米国特許第5、787、925号、第5、762、086号、第5、755、428号、第5、732、736号、第5、458、001号、第5、230、359号、第4、702、277号そして第4、257、450号でより十分に詳述されている様に、従来これに含まれる種類の圧力調整器は力の平衡の原理で動作する。この点で、該調整器の内部ダイヤフラム組立体(internal diaphragm assembly)は相対する方向に作用する力を受ける。これらの力は、第1方向に作用しそしてコイル又は他のばねの手動圧縮により典型的に展開され、該圧力設定に関連する第1力と、該第1方向と反対の第2方向に作用しそしてそれらの圧力に曝される該ダイヤフラムの有効面積に印加される入り口及び出口圧力により展開される第2力とを含む。標準動作条件で、該圧力設定の第1力は、該入り口又は出口圧力の何等かの変動が該ダイヤフラムに印加されつつある第2の、反対の力に比例的变化をもたらすように、一定に保持される。それによりこれらの相対する第1及び第2力間で創られる不平衡が該ダイヤフラムをそらさせる。この反り(deflection)は該弁(valve)に直接伝達され、該弁は付随する弁シート(valve seat)と協力して該弁と該シート間に規定されたオリフイス又は他の流体通路(fluid passage)の開く面積(open area)を変化させそして、結果として、該調整器の入り口からその出口への流体流れを変化させる。米国特許第4、066、091号は大気密度の変動に応答した開閉動作を補償するためにダイヤフラムと係合する大気密度補償機構(atmospheric density compensating mechanism)を有する圧力スイッチング弁(pressure switching valve)を説明している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

例えば、出口流量のステップ变化的増加 (step change increase) は一般に出口圧力を減じる傾向がありそして、比例的に、第 2 の、反対の力が該出口圧力により該ダイヤフラムに印加される。それにより展開される力の不平衡は該ダイヤフラムのそりを介して該弁要素 (valve element) へと移される (translated)。この様なそりは該弁要素を、該要素とその付随弁シートとの間に規定された流体流れオリフィスの面積を増加させる方向に動くよう促す。この増加は、今度は、該調整器を通しての流体流量の対応する増加をもたらす終局的に該出口圧力の減少が調節された定常状態条件 (steady state condition) で平衡する。

## 【 0 0 0 5 】

逆に、該出口流量のステップ变化的減少については、それにより展開された流れの不平衡は反対方向へ該弁要素を動かす結果を有し、その流体流れオリフィスの面積をそして、比例的に、該流量を減じる。かくして新しい平衡がもたらされそこでは該出口圧力は該ステップ变化的減少の前の出口流れに比して僅かに増加させられる。

## 【 0 0 0 6 】

上記説明の自動的動作は出口圧力の幾らかの変化が出口流れの変化を受け入れるため必要なことを図解する。従って圧力調整の目的は流れ変動の与えられた範囲に対し出口圧力の変化を最小化することである。出口圧力に加えて、圧力調整器の応答は該調整された出口圧力への入り口圧力変化の影響を、そして又該流量がゼロに近付いた時の該影響を受け入れねばならない。後者は無流れ状態 (no-flow condition) での該圧力調整器の閉じる能力 (ability of the pressure regulator to close) として表現される。

## 【 0 0 0 7 】

入り口圧力の変化の影響に関しては、弁通路の面積に印加された入り口圧力は、前述の様に、圧力設定力のそれと反対方向に作用する力を展開する。例えば、入り口圧力の減少は該ダイヤフラムに印加される力での比例的減少に帰着し、該力の平衡は出口圧力での対応する増加により回復される。順に、入り口圧力の該減少は該圧力設定力に相対する力を減少させ、それは今度は該ダイヤフラム組立体をして該弁開口度を増加させる。それによる弁間の流れが増加され、加圧される出口は新しい値に増加しそれは該力の平衡を再び回復させる。従来約 2、068.44 - 34,474 hPa (30 - 500 ピーエスアイ) の入り口圧力で動作時、これに含まれる種類の圧力調整器は入り口圧力での各約 6、894.8 hPa (100 ピーエスアイ) の変化に対し、典型的に約 137.896 - 551.584 hPa (2 - 4 ピーエスアイ) の増加又は、場合がそうであると、減少を出口圧力で示す。

## 【 0 0 0 8 】

入り口圧力減少と出口圧力増加の間の精密な関係は該弁通路と該ダイヤフラムとの有効面積の比により決定される。この効果のより詳細な解析については、本発明者の前の米国特許第 5、230、359 号、名称 " 供給圧力補償された流体圧力調整器と方法 (Supply Pressure Compensated Fluid Pressure Regulator And Method) "、を参照されてもよい。

## 【 0 0 0 9 】

使用点でプロセスガスのバッチ式供給を含む応用では特に、各供給サイクルの初めに速いスタートアップ (start-up) を提供することに関心が表明されて来た。この様なスタートアップは、供給サイクルの開始の前の流れ無し (no flow) から、与えられた供給流量へガス流れが増加する時、該調整器の出口圧力が定常値 (steady-state value) で速く安定するよう制御されると達成される。

## 【 0 0 1 0 】

例えば、半導体産業は集積回路 { アイシー (IC) } チップ (chips) 又はダイ (dies) の製造でプロセスガス (process gas) のバッチ式供給を使用する。半導体素子の全体の量産では、数百の同一の " 集積化された (integrated) " 回路 (アイシー) のトレースパターン (trace patterns) が 1 つの半導体ウエーハ上の数層上にフトリゾグラフィ式に (ph

10

20

30

40

50

otolithographically) 画像作成され、該ウエーハは、今度は、数百の同一ダイ又はチップに切断される。該ダイ層の各々内で、6フッ化タングステン(tungsten hexafluoride) (WF6) の様なメタライズ用プロセスガス(metallizing process gas) から蒸着され、もう1つのプロセスガスから蒸着された絶縁材料により次層から分離される。該プロセスガスは加圧源(pressurized supplies) から離散流れサイクル(discrete flow cycles) で又は"バッチ式" に供給されるのが典型的で、ここでは交互の流れと無流れのモード(alternate flow and no-flow modes) で動作する種類の供給システムを要する。

#### 【0011】

この様な種類の代表的供給システム(representative delivery system) は図1の略図で10で示される。図1を参照すると、供給システム10は従来、1連の、ガス源(gas supply) 12, 空圧式分離弁(pneumatic isolation valve)、14、圧力調整器(pressure regulator)、16、圧力変換器(pressure transducer)、18、手動弁(manual valve)、20、質量流れ制御器(mass flow controller)、22、そして空圧式オン/オフ弁(pneumatic on/off valve)、24を含むのが見られる。システム10を通しての流体流れは矢印30で参照される方向にある。

10

#### 【0012】

供給サイクルの始動(initiation)の前に、システム10はスタートアップ/スタンバイ又は"無流れ"動作モードにありここでは空圧式弁14と24は閉じるよう命じられ、手動弁20は開いて設定され、そして質量流れ制御器22はゼロに設定される。"流れ"又は供給動作モードの始動では、空圧式弁14と24とが開くよう命じられ質量流れ制御器22は望ましい流量での制御流れに設定される。その後、該流れモードの終了では、該空圧式弁14と24とは閉じるよう命じられ該質量流れ制御器22の設定はゼロに戻される。両動作モード中は何時も、該圧力調整器16は望ましい調整圧力に設定され、源又は入り口圧力は該調整器の入り口に32に供給されそして出口又は供給圧力は該調整器の出口34から質量流れ制御器22へ供給される。

20

#### 【0013】

実際、システム10の様な流体システム内で、低い又は無流れから比較的高い流れまでの該システムの動作モード間で変わるガス流量要求にも拘わらず概ね一定のガス圧を保持する特別のニーズがある。この点で、質量流れ制御器22の様な、これらのシステムで使われる流れ調整装置は、該装置の入り口で安定なガス圧力が保持出来れば、一般に高精度である。しかしながら、該供給システムの流れ要求の変化に付随する大きな圧力降下は、安定なガス圧力保持をそして、ひいては、流れ調整装置の該精度を保証することを難しくさせることが多い。終局的に該プロセスの欠陥率(defect rate)とイールド(yield)が損なわれるよう影響される。

30

#### 【0014】

更に、該供給モード(delivery mode)で流れが始動されるや否や調整器22の出口圧力は減少を始め、そしてそれが該調整器の設定に対応する値に到達するまで減少し続けることがシステム10の従来動作に連携して観察されて来た。該圧力減少は2つの成分、すなわち"クリープ(creep)"成分と"ドループ(droop)成分"を含む。これらの成分の影響は図2を参照して評価されてもよく、ここではこれに含まれる種類の代表的圧力調整器の流れ曲線が与えられた入り口圧力の流量(R)の対数に対する出口圧力(Po)の関数として40でプロットされる。矢印42で参照される方向で流量が約50から10、 $0.00 \times 10^{-3} \text{ l/min}$ へ増加すると、該ドループ成分は該流量に比例した圧力降下で表される。翻って、該クリープ成分は、該流量がゼロから約20 -  $50 \times 10^{-3} \text{ l/min}$ の少ない値に増加すると圧力降下として表されるか、又は代わって該流れが20 -  $50 \times 10^{-3} \text{ l/min}$ からゼロに減少すると矢印44により参照される方向で圧力増加で表される。

40

#### 【0015】

従って調整器の該"クリープ(creep)"は該流れが小さな値から無流れ条件に減少した時一定出口圧力を保持するその能力と規定される。この点で、シート用材料(seatin

50

g material) のコールドフロー (cold flow) 又は他の変形の結果として、何れの圧力調整器の内部弁もゼロ流れ条件で絶対的な流体不浸透性シール (absolutely fluid-tight seal) を作ることが出来ない。従って該調整器の出口圧力は時間が経つとゆっくり増加することが観察される。出口圧力のこの増加は該加圧ガス源からの該調整器への入り口圧力の対応した減少に伴われる。終局的に、該入り口での圧力と出口圧力は、初期出口圧力より高く該初期入り口圧力より低い値で等しくなる。該出口圧力の増加は該無流れ条件の初期の該入り口及び出口圧力間の初期圧力差の関数 (function of the initial pressure differential between the inlet and outlet pressures) である。増加率は一般的に非線形で時間が経つと減少し、すなわち該出口圧力が約  $68.948 \text{ hPa}$  (1 ピーエスアイ) だけ増加するのに 30 秒、約  $137.896 \text{ hPa}$  (2 ピーエスアイ) に 3 分そして約  $206.844 \text{ hPa}$  (3 ピーエスアイ) に 30 分かかる。

10

## 【0016】

図 1 のシステム 10 の様な流体システムの動作へのクリープの影響は、該出口圧力がより高い、クリープが誘起される無流れ値から、調整器設定により決定されるより低い、動作又は設定値まで減少せねばならないので、定常流れに到達するために該システムの応答時間を増すことである。該出口圧力が該調整器の設定点の値まで到達するために必要な時間は該流量と、該調整器 16 と該質量流れ制御器 22 との間の流体容積と、の関数である。例えば、すなわち約  $1.172.116 \text{ hPa}$  (17 ピーエスアイ) から約  $1.934.22 \text{ hPa}$  (15 ピーエスアイ) の標準動作圧力までの約  $137.896 \text{ hPa}$  (2 ピーエスアイ) の減少は  $8 \times 10^{-3} \text{ l}$  の典型的な流体容積と  $200 \times 10^{-3} \text{ l/min}$  の流量用で約 0.3 秒要する。しかしながら、より低い流量、すなわち、 $20 - 50 \times 10^{-3} \text{ l/min}$  では該応答時間は可成りに、すなわち 1 - 3 秒になり、1 秒より短い応答が一般的に望ましいので受け入れ不可能でさえある。

20

## 【0017】

別の、しかし同様に重要な考慮点は該出口圧力が流量のステップ変化にตอบสนองして定常状態条件に近づく仕方である。すなわち、もし該出口圧力応答が線形でないが、幾らかのオーバーシュート (overshoot) とリカバリー (recovery) を有して振動的 (oscillatory) であるなら、望ましい 1 秒の時間内に該質量流れ制御器への定常状態流れを確立することは不可能である。この点で、該質量流れ制御器の動作は圧力オーバーシュートで起こる圧力逆転により悪影響を受けることが知られている。該クリープで誘起される無流れ弁から該動作設定点までの該出口圧力減少が大きい程、該圧力オーバーシュートの可能性を増加させる。

30

## 【0018】

前記を見れば、プロセスガス供給及び他のバス (bath) プロセス用圧力調整器の設計の更に進んだ改良が半導体製造産業により特に歓迎されることは評価される。無流れから該流体回路の流れ条件への圧力オーバーシュートのない急速応答を提供し、かくしてバッチ当たりのより高いイールドに対しプロセスガスの使用を節約する調整器が特に望まれている。

## 【0019】

## 【発明の概要】

本発明は流体圧力調整器構造と同品の動作方法に広く向けられている。特に、本発明は半導体プロセス産業に於いてのみならず流れ及び無流れ動作モードを有する他の応用に於いても見出される様な加圧ガスのバッチ式供給用に、例えば、流体システムで使用される時、改良された応答を提供する制御された差動的圧力能力を可能にするダイアフラム型調整器 (diaphragm-type regulator) の構造と方法に向けられている。この様な能力は差動的圧力が主圧力設定力 (main pressure setting force) から独立に該調整器のダイアフラムに印加されることを可能にする。結果として、本発明の調整器は、圧力オーバーシュート他のシステム不安定化ヒステシス効果無し (without pressure overshoot other system de-stabilizing hysteresis effects) の定常流れへのより急激な接近用に該出口圧力へのクリープの影響を取り除くか又は少なくとも最小化する仕方で動作する。

40

50

## 【0020】

本発明の指針に依れば、その調整器は従来の仕方で流体システム内で動作するが例外は、出口圧力設定が、手動調節可能な主圧力設定力と、空圧的に又はもう1つの圧力信号により制御される別の、差動的力(differential force)と、の両者で決定されることである。この点で、該主圧力設定力は、該出口流れが質量流れ制御器又は他の該流体システムの流れ要素用に指定された該出口圧力よりインクレメンタルに小さな出口圧力に調整されるように調節される。流れモードでの該システムの動作のスタート付近では、該差動的力は、該流体流れが概略該指定された出口圧力である出口圧力に該システムの流れモードで調整されるように、該主圧力設定力と同じ方向で該ダイヤフラムに印加される。その後、該流れモードの該システムの動作の終わり、すなわち該無流れモードの始め付近で該差動的力の印加は終了する。この方法で、代用的クリープ効果(ersatz creep effect)は、該出口圧力が該システムの無流れモードで該指定値に概略等しいか、又はほんの僅かより大きい値で、ずっと、保持されたと、酷似したものになる。従って、該差動的力に応答して該出口圧力が立ち上がる前に該差動的力が再印加され、該システム流れが始動させられると、定常状態動作に急速に近づき、該流量が増加した時出口圧力内の僅かのドループ減少が出口圧力にあるに過ぎずそして、結果として実質的に圧力オーバーシュートはない。従って、例えば、半導体の製造で使われると、本発明の調整器と方法はバッチ当たりのより高いイールドに対してプロセスガスの使用を節約する。

10

## 【0021】

好ましい実施例では、本発明の該調整器は該差動的力を印加するために空圧的な又は他の圧力の信号に応答するよう提供される。この点で、該調整器は該ダイヤフラムと力伝達式に連携して結合された、ばねコイルでもよい別の圧縮可能なばね部材を有する。該ダイヤフラムに該差動的力を印加するように該コイルを圧縮するために、ピストン部材が該圧縮可能な部材に動作可能に結合されるよう前記調整器内で受けられる。該ピストン部材は、該信号の入力圧力に比例する差動的力を前記ダイヤフラムに印加するために、該圧力信号に応答して、普通に偏倚された(normally-biased)第1位置から該圧縮可能な部材の圧縮をもたらす第2位置まで該調整器の縦軸線に沿って変位可能である。有利なことは、該信号は該差動的力の印加が該システムの流れモードと同時期の始動となるように該流体システムの該調整器と空圧式弁との両者に供給されるべく制御されることである。

20

## 【0022】

従って本発明は、下記詳細な開示で例示される装置と、構造、要素組み合わせ、そして部品及び過程の配置とを具備している。本発明の利点は、より速い圧力応答と定常状態動作として交互の流れ及び無流れモードで動作する流体システムで使用時圧力クリープを最小化する圧力調整器と同品の動作させる方法とを含んでいる。追加的利点は一般的に頑丈で製造が経済で、多数段、電子制御、又は追加的弁及びより安定な動作に従来必要な部品の必要性を除く調整器構造を含んでいる。これら及び他の利点はここに含まれる開示に基づけば当業者には容易に明らかになるであろう。

30

## 【0023】

## 【本発明の詳細な説明】

何等か限定する目的よりむしろ便宜のために、或る用語が、下記説明で使用される。例えば、用語"前方向(forward)"、"後方向(rearward)"、"右"、"左"、"上部(upper)"、"下部(lower)"は、参照される図面内の方向を称し、用語"内側"、"内部"又は"機内"そして"外側"、"外部"又は"機外"は、それぞれ、参照要素の中央に向かう及び離れる方向を称し、用語"半径方向"そして"軸方向"は、それぞれ、該参照要素の縦中央軸線に対し直角及び平行な方向又は平面を称し、そして用語"下流"及び"上流"は、それぞれ、流体流れのそれに対し同じ又は反対の方向を称する。上記で特定の述べられた用語の他の同様な意味の用語は同じく何等か限定する意味でよりむしろ便宜的な目的で使用されていると考慮すべきである。

40

## 【0024】

下記議論の目的のために、ここに含まれる本発明の、該圧力調整器と、その制御された差

50

動的設定動作の指針を、図 1 に示す供給回路の様な、源から加圧ガスがバッチ式に供給される、流体システム内でのこの様な調整器の使用法と連携して説明する。しかしながら、本発明の側面が交互の流れと無流れのモードで動作する他の流体システムでも応用されることは評価されよう。従ってこの様な他の応用での利用は明確に本発明の範囲内にあると考えられるべきである。

#### 【 0 0 2 5 】

幾つかの図を通して対応する要素を呼称するために対応する参照番号が使用されているが、図 3 の断面図を参照すると、本発明の流体圧力調整器が全体で 5 0 で示される。基本構造では、調整器 5 0 は、概ね環状の、上部キャップ部分、5 4 と下部ボディ部分 5 6 とを有する、5 2 で参照されるハウジングを備える。ボディ 5 6 のおねじを切られた上部端部、6 2 とのねじ結合のために、キャップ、5 4 のフランジ付き下部端部、6 0 の上で付随ナット、5 8、が受けられている。キャップとボディ部分 5 4、5 6 はそれらによりハウジング 5 2 内に、内部室、6 3 を規定するよう係合する。上部及び下部支持プレート、6 4、6 5 は、それぞれ、他の調整器部品を支持するために該キャップ及びボディ部分、5 4、5 6 間にクランプされる。プレート、6 4、6 5 の各々はそれぞれ中央開口部、6 6、6 7 を有するよう形成される。更にプレート 6 5 は、それらの 1 つが 6 8 で参照される、複数の軸線方向に貫通するボア又はチャンネルを有するよう形成され、そして該調整器 5 0 を通り流れるガス又は他の流体の漏洩に対しバックアップのシールをもたらすために、ボディ 5 6 の隆起環状面、6 9 と圧縮式に係合するよう作られている。

#### 【 0 0 2 6 】

ハウジング 5 2 のボディ部分 5 6 自身は内部流体通路、7 0 を有するよう形成されており、それは、各々がボディ 5 6 の軸線方向面 7 2 からその上部半径方向面 7 3 へ延びる概ね L 字型の上流及び下流部分 7 1 a 及び 7 1 b に分かれている。流体通路 7 0 自身は矢印 7 6 で参照される方向に通り返る流体の流れ用に該調整器の入り口、7 4 及び出口、7 5 間に延びている。図 1 の流体回路 1 0 内には、ガスの高圧流れが源 1 2 から調整器入り口 7 4 へ供給され、そして調整された、より低い圧力の流れが調整器出口 7 5 から質量流れ制御器 2 2 へ供給される。この点で、調整器入り口 7 4 は弁 1 4 を経由して源 1 2 と流体的に連通して結合されており、出口 7 5 は弁 2 0 を経由して質量流れ制御器 2 2 に流体的に連通して結合されている。従って入り口 7 4 と出口 7 5 の各々は、図示の様に、それぞれフランジ付き延長配管 (flanged tubing extension) 7 6 a - b の様に構成され、それらはボディ部分 5 6 とロー付けされる (brazed) か又は他の仕方で接合される。流体回路 1 0 内の結合用に、延長部 7 6 a は付随雌嵌合コネクター、7 8 を有するよう示され、延長部 7 6 b は付随雌コネクター、8 0 を有するよう示される。

#### 【 0 0 2 7 】

通路 7 0 を通る流体流れを制御するために、室 (chamber) 6 3 はポペット (popet)、8 2、及び付随弁シート (associated valve seat)、8 4、を有する弁作用組立体 (valving assembly) を収容するが、該弁シートは、通路 7 0 の上流支持プレート 7 1 a 上に支持され、下部支持プレート 6 5 の中央開口部 6 7 と通路部分 7 1 a の開口部との間でボディ部分 5 6 の上部半径方向面 7 3 内へクランプされた、ディスクに依る様に、通路 7 0 内に規定されている。弁シート 8 4 は上流側、8 6、と下流側、8 8、を有するよう流れ方向 7 6 に対し配向され、室 6 3 の下部プレナム (lower plenum) 9 2 内への流体圧受け入れ用にアパーチャ 9 0 を有し、該プレナムは下部支持プレート 6 5 により部分的に規定される。プレナム 9 2 からのそして通路 7 0 の下流部分 7 1 b 内への流れはプレートチャンネル 6 9 を経由して受け入れられる。弁シートディスク 8 4 用該ディスクは好ましくはプラスチック又は他のポリマー材料、最も好ましくはケルエフアール (Kel-FR) {ミネソタ州、セントポールの、スリーエム (3M, St. Paul., MN) } の様なフルオロポリマー (fluoropolymer) で形成されるのが良い。

#### 【 0 0 2 8 】

ポペット 8 2 は、その無流れモードで流体システム 1 0 (図 1) の動作用に流体流れに対し通路 7 0 を閉じる第 1 位置 (図 3 に示す) と、その流れモードでのシステム 1 0 の動作

10

20

30

40

50



用に通路70の通る流体流れをスロットルする可変第2位置(variable second position)と、の間で調整器50の中央縦軸線、94に沿って移動出来る。弁シート84との協同のために、ポペット82は、弁シート84の上流側86に相対して配置された、下部ヘッド部分(lower head portion)、96から、今度は、ヘッド部分96に結合された下部の近位の端部、100から上部の遠位の端部、102までアパーチャ90及び下部プレート開口部67を通して軸線94に沿って、延びる上部の、長いステム部分(upper elongate stem)、98まで、軸線94に沿って延びるよう提供される。ポペットヘッド部分96は、アパーチャ90の相対的寸法を環状で変え、従って、該可変第2ポペット位置で弁シート84の方へ又はそれから離れるよう動かされた時、該調整器を通る流量を変えるように、図示の様に概ね円錐形の様な、形状をしている。

10

#### 【0029】

軸線94に沿うポペット82の移動の制御のために、ダイアフラム、110、は、プレナム92の柔軟な上壁を規定するべく通路70と流体的に連通して配置されるよう、そしてポペット82と力伝達式に接触して結合されるよう、室63内に受けられる。ダイアフラム110は従来の1つ又は多数ピース構造であり、周辺に延びる、概ね柔軟な”膜(membrane)”部分112を有するが、それは、アルミニウム、鋼、又は他の金属箔(metal foil)の薄い、コルゲートされた(corrugated)シートから構成されてもよい。膜部分112は外縁まで外方へ半径方向に延びるが、該縁は該ダイアフラム110の外周を規定しそして該膜110の室63内への設置用に上部及び下部プレート64、65間にクランプされている。ダイアフラム110の2ピース構造では、膜部分112はバックアップ部分114に溶接されるか、ボンド(bonded)されるか、又は他の仕方で取付られるが、該バックアップ部分は該膜112を支持しており、そして内部中央通路、116、及び外部肩部、118を有する円筒形延長部、115、を規定しつつそこからプレート64の開口部66を通して軸線方向に延びている。通路116はポペットステム98の遠位の端部102を受けよう構成され、ステム98の雄ねじ部分120と係合するためめねじを切られてもよい。その様に室63内に受け入れられ、ダイアフラム110は、調整器50への流体流れの入り口圧力( $P_i$ )と出口流体圧力( $P_o$ )との比例している、そしてポペット82を流体流れに対し通路70を閉じるその第1位置の方へ動かすよう122で参照される方向に印加される、流体圧力の力に応答するよう提供される。気圧( $P_a$ )がそれぞれキャップ54とナット58を通して形成されるポート124及び126を経由してダイアフラム110の下流側上で室63内に導入される。

20

30

#### 【0030】

127で全体的に参照される、主圧力設定組立体(main pressure setting assembly)は、該流体圧力の力122に相対するためそしてポペット82を流体流れに対し通路70を開くその第2位置の方に動かすために、128で参照される方向にダイアフラム110にバランスさせる力を印加するよう駆動可能(actuable)である。この様な力128は、少なくとも部分的には、130で仮想的に示す、主コイルばね、又は室63内で受けられた他の弾性部材の調節可能な圧縮により展開される。図3の図解された実施例では、ダイアフラム110と、軸線94に沿って並進可能になっている手動調節可能なノブ、132との間での圧縮用に、ばね130が軸線94と同軸に配置されている。調整器50のコンパクトな設計用に、ノブ132は134に於ける様に雄ねじが切れ、その雌ねじ部分、136とねじ式に回転可能に係合されるようキャップ54内に収容されている。図4に示す圧力設定組立体127の拡大正面図の瞬間的参照で最も良く分かる様に、キャップ54は窓140を有して提供され(図3でも仮想的に示されている)、該窓を通してノブ132のローレット切り部分(knurlled portion)、142は、手でアクセス出来るように提供される。

40

#### 【0031】

図3の断面図に戻ると、ばね130は上部リテーナー、150、及び下部リテーナー、152、の間に配置されるよう室63内で受けられるのが見られる。上部ばねリテーナー150は概ねディスク形で、ノブ132のスラスト部分、154と隣接する、力伝達式接触

50

をするよう配置されている。下部ばねリテーナー 152 は概ね円筒形で、そのおねじ部分 156 と力伝達式接触をしてねじ式に係合されるようダイアフラムバックアップ延長部 115 上に同軸に受けられる。リテーナー 152 はナット 160 で延長部 115 上に締結され、該ナットは付随 O リング、162 を有し、該 O リング上にはばね 130 の下端が該ばねの軸線 94 と同軸整合を助けるために摩擦嵌合 (friction fit) されている。該延長部上で該リテーナーの移動の範囲を決めるために圧縮リング、164 又は他のスペーサーが延長部 115 上でリテーナー 152 を用いて受けられてもよい。

#### 【0032】

矢印 122 の方向でのダイアフラム 110 への追加的力の印加用に、170 で仮想的に図示する、波形ばね (wave spring) 又は他の圧縮可能な部材がリテーナー 152 上で同軸的に受けられる。ばね 170 はその間の圧縮用の上部支持プレート 64 とリテーナー 152 の半径方向に外方に延びるフランジ部分、172 との上に支持される。ばね 170 のこの様な圧縮は、圧力設定力 128 が無い時流体通路 70 が普通閉じるようにポペット 82 をその第 1 位置の方へ更に動かす偏倚力を提供する。ポペット 82 のその第 1 及び第 2 位置間の移動は、リテーナー 152 とプレート 64 との間の圧縮用にダイアフラム延長部 115 上で同軸に受けられた圧縮可能なフォームワッシャー (foam washer)、174 で減衰される。その第 2 位置のポペット 82 の圧力設定力 128 の印加による変位はリテーナー 152 の下部停止面、176 のプレート 64 との突き合わせの係合により範囲を決められる。

#### 【0033】

調整器 50 は更に全体を 180 で参照される差動的圧力組立体 (differential pressure assembly) を有する。本発明の指針に依れば、差動的圧力組立体 180 は、差動的力を、第 2 コイルばね部材、181、の圧縮を介しての様に、矢印 128 の方向でダイアフラム 110 へ印加し更にポペット 82 を流体流れへの通路 70 を開く第 2 位置の方へ動かすために該主圧力設定組立体 127 から独立に駆動され得るよう提供される。図 3 の図解された実施例では、差動的圧力組立体 180 は与えられた入り口圧力 (Ps) の空圧的オン/オフ制御信号 (pneumatic on/off control signal) に応答して駆動可能であり、該入り口圧力は、好ましくは、図 1 の流体システム 10 の空圧式弁 14 及び 24 の動作で従来使用されたと同じレベルであるべき約 2、757.92 - 4、136.88 hPa (約 40 - 60 ピーエスアイジー) の間にあるのがよい。組立体 180 のみならずシステム 10 の弁 14 及び 24 への信号は、例えば、空圧的 3 方弁 (pneumatic 3-way valve) (図示せず) の共通の制御下で提供される。

#### 【0034】

圧力制御信号は、例えば、上述の 3 方弁又は他の制御信号源への配管又は他の接続用に構成された雌の端部、184 と調整器ハウジング 52 のアダプター、190、とのねじ式接続用に構成された雄の端部、186 とを有する配管又は他の接続部品、182 を経由して調整器 50 へ受け入れられる。アダプター 190 は、今度は、キャップ 54 の雌ねじを切られた上部端部、194、とねじ接続するよう構成された雄の端部、192 と、嵌合端部 186 の寸法により、ブッシング (bushing) 又は他のレジュースー (reducer)、198 を介してそれに接続される雌の端部、196 とを有する。アダプター 190 の雌の端部 196 は更に、ハウジング 52 内で第 2 室、202 を規定する内部端部壁 200 へ延びる凹部を有するよう構成される。該アダプターの雄の端部 192 は更に、軸線 94 に沿って該ノブをガイドするのに役立つノブ 132 の概ね円筒形の深座ぐり孔 (counter bore) 206 内に嵌合される長いガイド部分、204、を有するよう構成される。

#### 【0035】

第 2 ばね部材 181 の圧縮を制御するために、付随 O リング又は他のシール又はパッキングリング、211、を有するピストン、210 は、室 202 の下部端部壁 200 と上部端部壁、212、の間で変位可能なように室 202 内で受けられる。上部端部壁 212 は、アダプター 190 とレジュースー 198 との共通の開口部、214、の付近に、レジュースー 198 の内部肩部部分を半径方向に内方に延ばすことによる様に、規定されるが、該

10

20

30

40

50

開口部 214 は信号流体圧力を室 202 内に受け入れるポートとして機能する。

【0036】

ピストン 210 は長い力伝達部材、220 を介してばね 181 に動作的に結合される。この様な部材 220 は、ピストン 220 と突き合わせ接触して配置された上部端部 224 から、ばね 181 と突き合わせ接触して配置された下部端部、226 まで、アダプター 190、ノブ 132、そしてばねリテーナー 150 の各々を通して形成された中央ボア (central bore)、222 を通して同軸状に受けられるよう、軸線 94 に沿って延びる。ばね 181 自身は、その肩部部分 118 と、ばね 181 及び長い部材 220 の下部端部 226 の間に間挿された逆 U 字型リテーナー (inverted U-shaped retainer) 228 と間での圧縮用に、ダイヤフラム延長部 115 上に設置されるように、主圧力設定ばね 130 内に同軸に配置される。

10

【0037】

室 202 内では、ピストン 210 は、開口部 213 を通して受け入れられそして該ピストンの上部面、230、に印加される該制御圧力信号に応答して駆動可能である。すなわち、ピストン 210 は普通の偏倚された上部位置から図 3 に示す下部位置まで軸線 94 に沿って変位可能である。ピストンをその上部位置に偏倚させるために、圧縮可能なばねコイル、232、はアダプター下部端部壁 200 に対して圧縮するためにピストンの下面 236 内に形成された凹部、234 内で受けられる。その下部位置では、ピストン 210 は長い部材 220 を押し下げ、該部材は、今度は、約 206.844 - 274.592 hPa (約 3 - 4 ピーエスアイ) の間にある差動的力をダイヤフラム 10 に印加するばね 181 の圧縮をもたらす。この方法で、差動的力の制御された印加が該主圧力設定力の印加から独立して達成される。

20

【0038】

ばね 181 により印加される力は、それが主圧力設定を変えることなく該調整器出口圧力の比例的变化をもたらす階段関数 (step function) として印加されてもよい点で "微分的 (differential)" である。例えば、調整器 50 の該主圧力設定 127 が約 0 - 2068.44 hPa (約 0 - 30 ピーエスアイ) の間の範囲に調節されていて、差動的圧力組立体 180 は有効調整器設定を公称約 206.844 hPa (3 ピーエスアイ) だけ増加するよう制御信号により駆動可能である。もし望むなら、該制御信号の圧力は該差動的力での概ね比例的増加又は減少をもたらすよう調節されてもよい。

30

【0039】

次に、図 1 のバッチ式ガス供給回路の様な代表的流体回路内で使われる本発明の調整器 50 の動作を考えると、図 5 を追加的に参照するが、そこではこの様な回路内の調整器 50 の典型的応答が、時間 (t) 対出口圧力 (Po) の対数プロットとして 250 にグラフィックに描かれている。約 2,068.44 - 34,474 hPa (約 30 - 500 ピーエスアイ) の間の与えられた入り口流体圧力、そして約 1,034.22 hPa (約 15 ピーエスアイ) の指定出口圧力設定点に対して、該システムは流れモードで時刻 t0 の前に動作させられる。この様なモードでは、ガスは、例えば、 $200 \times 10^{-3} \text{ l/min}$  の定常流量と、約 1,020.43 hPa (約 14.8 ピーエスアイ) の調整された出口圧力で調整器 50 を通して供給される。この様な圧力が、約 827.38 hPa (12 ピーエスアイ) の公称圧力に調節された該調整器 50 の主圧力設定の制御下で、そして公称約 206.844 hPa (3 ピーエスアイ) の差動的圧力を印加するよう該調整器に信号圧力が供給されて、もたらされた。該主圧力及び差動的圧力の両者は、例えば、50 ピーエスアイのより低い流量で設定されてもよい。この点で、該流量が無流れ又は低流れからその定常状態流れに増加した時定常流れの実際の調整器出口圧力が "ドロップ (drop)" (図 2 参照) の効果のため該設定点より約 13.8 hPa (約 0.2 ピーエスアイ) 少ないことが注目される。

40

【0040】

約時刻 t0 では、該流れモードの終了に対応して、該質量流れ制御器 22 (図 1) は "オフ" と命じられる。その直ぐ後、すなわち、0.5 秒以下の後、空圧式オン/オフ弁 24

50

は流体流れが定常状態流量からゼロに減少するように閉じるべく駆動される。弁 24 の駆動と概ね同時に、該差動的圧力を除去するために調整器 50 への信号圧力が遮断される。この点で、弁 24 と調整器 50 の動作は共通の信号圧力の制御下で同期化されてもよい。

【0041】

該差動的圧力が除去されて、調整器 50 の設定は有効に約 827.376 hPa (約 12 ピーエスアイ) に減少させられる。該出口圧力が約 1,020.43 hPa (約 14.8 ピーエスアイ) の動作圧力に留まるから、該調整器は該出口圧力が実質的に約 1,020.43 hPa (14.8 ピーエスアイ) に保持されるように閉じる。無流れ期間の長さ及び/又は、該無流れモードが始動される時と該調整器の閉じ動作をもたらすよう該制御圧信号が除去される時の間の、典型的には 0.5 秒の、期間 (interval) に依って、該出口圧力は該期間 t<sub>0</sub> に亘り、僅かに、恐らくは約 1,034.22 hPa (15 ピーエスアイ) に増加する。しかしながら、制御された差動的圧力のために、例え該システムが非常の長い期間、すなわち 1 時間以上、該流れモード間で動作させられても、感知される程のクリープ効果は現れないことは評価される。

10

【0042】

次いでトレース 250 に沿って続け、次の流れモードの始動に対応して、時刻 t<sub>1</sub> で、該圧力信号が、弁 24 を開き、該調整器に差動的力を再印加するよう再開される。その後直ぐ、該質量流れ制御器 22 は再び流れを制御するよう命じられる。この様な動作で、流れは、約 827.376 hPa (12 ピーエスアイ) から約 1,034.22 hPa (15 ピーエスアイ) への該調整器設定の有効な変化から誘起されるクリープの結果として該出口圧力での何等かの感知される増加の前にゼロから定常状態値に増加される。かくして、該流量が増加すると、該出口圧力は、約 0.5 秒以下の非常に短い期間 t<sub>1</sub> 内に該動作圧力に速く安定するために約 13.80 hPa (約 0.2 ピーエスアイ) 減少するだけである。重要なことは、オーバーシュート (overshoot) 又は他の振動的効果が観察されないので、ゼロから定常状態流れへの移行が 1 秒以下で確立出来ることである。

20

【0043】

比較の目的で、約 1,034.22 hPa (15 ピーエスアイ) の一定圧力設定で従来式に動作する調整器の圧力トレースが 250' で示される。時刻 t<sub>0</sub> でそして 100 秒以上の期間 t<sub>0</sub>' に亘り続けると、該出口圧力のトレース 250' は該動作圧から約 137.896 hPa (約 2 ピーエスアイ) だけ増加することが気付かれる。本発明の弁 50 についての約 13.80 hPa (0.2 ピーエスアイ) の増加に比して、この様な増加は可成りであり、それは幾らかのオーバーシュート又は他の振動的結果が明らかである 1.5 秒以上の期間 t<sub>1</sub>' がそうであるのと同様である。

30

【0044】

かくして、ユニークで効率的な流体圧力調整器構造と動作方法を説明したが、それは圧力クリープの影響を和らげそして、それは、交互の流れと無流れのモードで動作する流体システムで使用時、改良されたプロセスガス使用や他のシステム経済性のためのより速い圧力応答及び定常状態動作を可能にする。

【0045】

他の仕方の指定がなければ、構造材料は関与する使用法で従来考えられたものとするべきである。この様な材料は概ね耐食性でありそして輸送される流体との両立性又は望ましい機械的特性用に他の仕方で選択される。

40

【0046】

或る種の変更がここに含まれる指針から離れることなく本発明内で行われることが予想されるが、前記説明に含まれる全ての内容は限定する意味よりも図解的なものとして解釈されるよう意図されている。ここで行われた引用は全て引用により組み入れられるよう表明するものである。

【0047】

本発明の性質と目的とのより充分な理解用には、付属する図面と連携して行われる上記詳細な説明を参照されるべきである。

50

【図面の簡単な説明】

【図1】 源から半導体製造用工具 ( semiconductor manufacturing tool ) への加圧プロセスガスの調整された、バッチ式流れを供給するために本発明と連携して使用される代表的流体回路の略図的線図である。

【図2】 ダイアフラム型圧力調整器用の与えられた入り口又は源の圧力で典型的流れカーブであり、該カーブは流量に対する該調整器出口圧力又は供給圧力の対数プロットとして示されている。

【図3】 本発明のダイアフラム型圧力調整器の代表的実施例の断面図であり、それは手動調節可能な主圧力設定組立体と該主圧力設定力から独立に該調整器ダイアフラム上に差動的力を印加するために駆動可能な空圧的に制御可能な差動的圧力組立体を含んでいる。

【図4】 図3の調整器の拡大図であり、その手動主圧力設定調節部を更に詳細に示す。

【図5】 制御された差動的圧力設定を有する本発明で動作する調整器の代表的圧力応答であり、該応答は、時間の周期的関数としてトレースされた調整器出口圧力として、そして一定圧力設定で従来式に動作する調整器の応答と比較して示される。

該図面は上記本発明の詳細な説明と連携して更に説明される。

【図1】

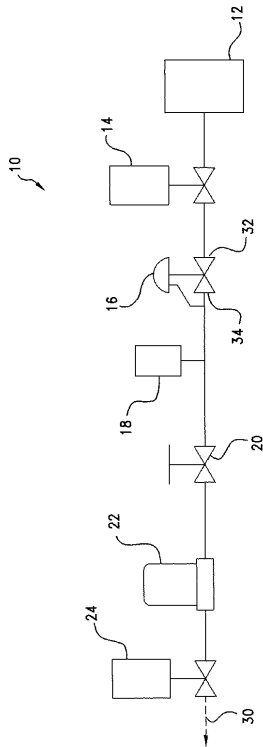


Fig. 1

【図2】

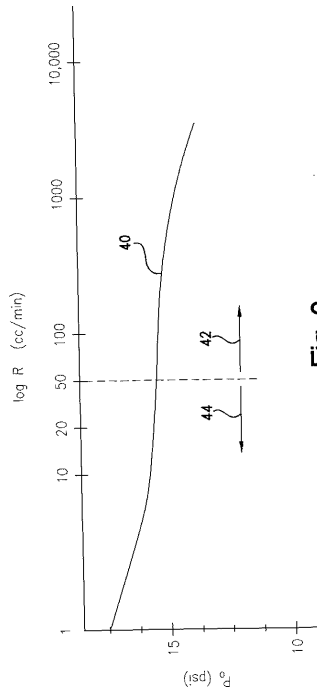


Fig. 2

【 図 3 】

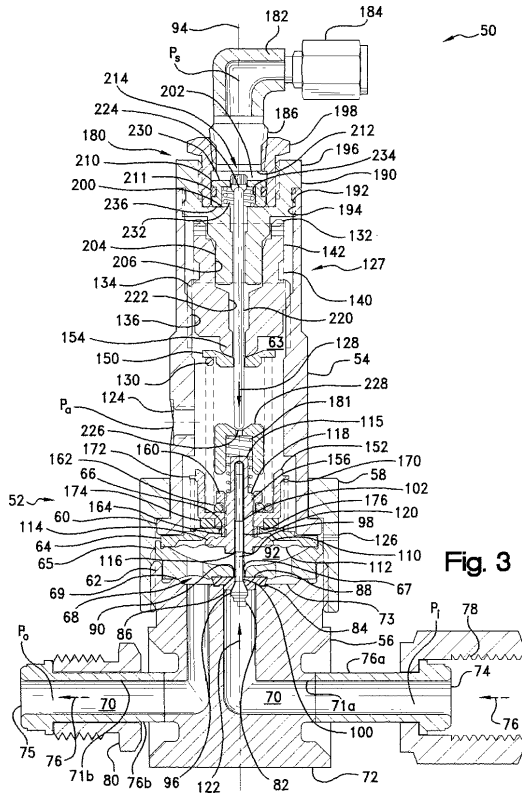


Fig. 3

【 図 4 】

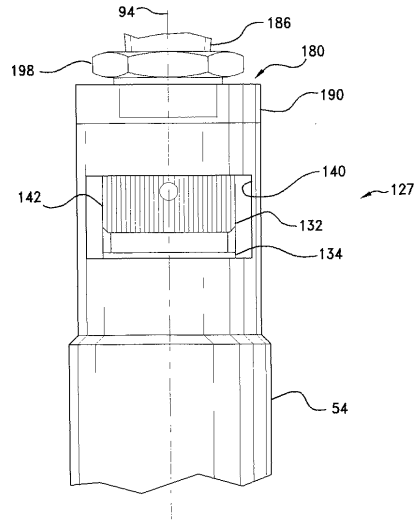


Fig. 4

【 図 5 】

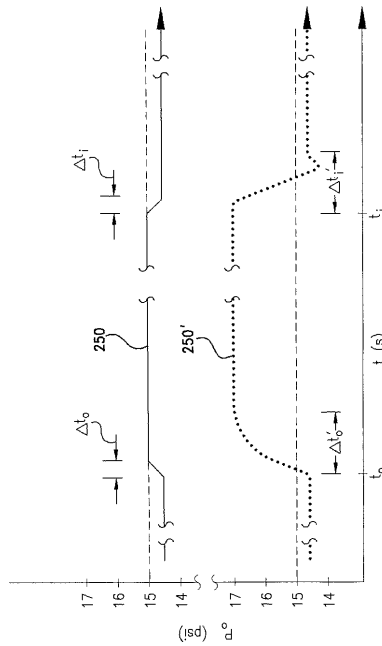


Fig. 5

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平01-072612(JP,U)  
実開昭56-140814(JP,U)  
実開平05-066715(JP,U)  
実開平04-015709(JP,U)  
特開平02-266405(JP,A)  
特開昭49-034628(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 16/06

F16K 31/126