



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

value at a predetermined command opening degree found from the theoretical approximation formula is compared to an actually-measured value of the flow rate of the liquid, thereby detecting an abnormal opening degree of the control valve. Also, the present invention is a method for detecting an abnormal opening degree of a pressure control valve on a gas process line, wherein data is created in advance for a theoretical approximation formula derived from an average value of command values for an operating load in one pressure change cycle of a reaction container to which the control valve is connected as well as from a pressure change cycle duration, and a theoretical cycle duration at a command value for a predetermined operating load found from the theoretical approximation formula is compared to an actual cycle duration, thereby detecting an abnormal opening degree of the control valve.

(57) 要約: 新たな計装機器の設置や工事を要することなく、流量調節弁や圧力調節弁等の調節弁の開度異常を高い精度で検出できるようにする。本発明は、液体プロセスライン上の流量調節弁の開度異常を検出する方法においては、調節弁に対する指令開度とその指令開度に対する液体の流量とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し、理論近似式から求められる所定の指令開度での理論流量値とその液体の流量の実測値とを比較することで、調節弁の開度異常を検出する。また、気体プロセスライン上の圧力調節弁の開度異常を検出する方法においては、調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期1サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し、理論近似式から求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間と実周期時間とを比較することで、調節弁の開度異常を検出する。

明 細 書

発明の名称：調節弁の開度異常検出装置、開度異常検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、液体や気体のプロセスラインにおける流量調節弁や圧力調節弁等の調節弁の開度異常検出装置、及び開度異常検出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、バルブ駆動制御やプロセスオートメーション、その他の一般産業用機器の駆動制御においては、ポジショナーを用い、そのポジショナーを調節弁に取り付けることによって、弁の制御を可能にしている。

[0003] 例えば、調節弁の開度異常を検知する方法として、一般的には、調節弁のポジショナーから出力される開度信号（実開度％）を調節計からの指令開度に対する偏差として解析するか、あるいはポジショナーから開度異常信号を取得することによって行われる。これらの指令開度の出力や開度信号入力等は、一般的な計装制御システムにより管理される。

[0004] しかしながら、調節弁のポジショナーには、開度信号出力の無い仕様も多く、そのオプション付きのポジショナーへの交換や計装制御システムとの接続を行うために、配線工事や、関係するソフトウェアの改造等が必要となり、コストアップやその構築に時間を費やすことが余儀なくされる。

[0005] 例えば特許文献1には、ラジエータをバイパスして流れる冷却水の流量の流量調整手段の異常の有無を診断する異常診断手段について開示されている。しかしながら、間接データである冷却水温の変化量から冷却系の異常診断を行っているため、流量調整手段の異常診断の精度が低いという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-076689号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、新たな計装機器の設置や工事を要することなく、流量調節弁や圧力調節弁等の調節弁の開度異常を高い精度で検出することができる開度異常検出装置及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者は、上述した課題を解決するために鋭意検討を重ねた。その結果、調節弁に対する指令開度とラインを流れる液体や気体の特性とにより導出される理論近似値に基づく理論値と、その液体の流量又は気体の圧力の実測値とを比較することにより、調節弁の開度異常を高い精度で検出できることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0009] [1] 本発明の第1の発明は、液体プロセスラインに設けられる流量を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出装置であって、前記調節弁に対する指令開度と該指令開度に対する前記液体プロセスラインを流れる液体の流量とにより導出される理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、該液体の流量の実測値とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備える、調節弁の開度異常検出装置である。

[0010] [2] 本発明の第2の発明は、気体プロセスラインに設けられる圧力を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出装置であって、前記調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期1サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間（理論値）と、実測された実周期時間（実測値）とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備える、調節弁の開度異常検出装置である。

[0011] [3] 本発明の第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記理論値と前記実測値との差が、所定の閾値の範囲を超えた場合に、前記調節弁に開

度異常が発生していると判断する、調節弁の開度異常検出装置である。

[0012] [4] 本発明の第4の発明は、第1乃至第3のいずれかの発明において、前記調節弁の開度異常を検出したとき、該開度異常を認知させる警報を発する異常警報部をさらに備える、調節弁の開度異常検出装置である。

[0013] [5] 本発明の第5の発明は、液体プロセスラインに設けられる流量を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出方法であって、前記調節弁に対する指令開度と該指令開度に対する前記液体プロセスラインを流れる液体の流量とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し、前記理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、該液体の流量の実測値とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する、調節弁の開度異常検出方法である。

[0014] [6] 本発明の第6の発明は、気体プロセスラインに設けられる圧力を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出方法であって、前記調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期1サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し、前記理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間（理論値）と、実測された実周期時間（実測値）とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する、調節弁の開度異常検出方法である。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、新たな計装機器の設置や工事を要することなく、流量調節弁や圧力調節弁等の調節弁の開度異常を高い精度で検出することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]開度異常検出装置を含む工場プラント等のプロセス現場における制御設備の構成の一例を示す図である。

[図2]流量調節弁への指令開度 [%] に対する、プロセスラインを流れる液体の流量 [L / h r] の関係を示した相関曲線のグラフ図である。

[図3]流量調節弁への指令開度 [%] に対する、プロセスラインを流れる液体の流量 [L / h r] の関係を示した相関曲線であり、指令開度を最大 1 2 個までに区切ってセグメントとしたときのグラフ図である。

[図4]開度異常検出部における開度異常の検出処理の流れを示すフロー図である。

[図5]水素製造設備の概略構成を示す図である。

[図6]ベッセルに対する所定の操業負荷での圧力変化を示すグラフ図である。

[図7]操業負荷に関する指示値（オペレーションロード）の平均値と圧力変化の周期時間（圧力変化周期時間）との関係を示すグラフ図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の具体的な実施形態について詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更が可能である。

[0018] 《 1. 流量調節弁の開度異常検出装置 》

本発明に係る調節弁の開度異常検出装置（以下、単に「開度異常検出装置」という）は、液体プロセスラインに設けられる流量調節弁の開度（弁開度）の異常（開度異常）を検出する装置である。

[0019] この開度異常検出装置においては、プロセスラインに設けられる流量調節弁に対する指令開度とその指令開度に対するプロセスラインを流通する液体の流量とにより導出される理論近似式のデータを予め保有しており、その理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、そのときの液体の流量の実測値とを比較することにより、調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備えることを特徴としている。

[0020] 「指令開度」とは、流量調節弁に通知される制御指令に基づく開度をいい、プロセスラインを流れる液体の量や速度等に応じて制御され、指示される開度である。また、この指令開度は、単位として「%」で表されるものであり、流量調節弁の最大の開度を 1 0 0 % としたとき、その最大開度に対する割合として定義される。

[0021] 図1は、開度異常検出装置を含む工場プラント等のプロセス現場における制御設備の構成の一例を示す図である。図1に示すように、開度異常検出装置10は、制御設備1内に設けられており、液体が流れるプロセスライン20と電氣的に接続されている。なお、図1では、開度異常検出装置10が、プロセスライン20に設けられる流量調節弁21に対して開度を指令するライン制御部30の一部として構成されている例を示している。

[0022] 具体的に、開度異常検出装置10は、開度異常検出部11を備えている。

[0023] 開度異常検出部11は、ライン制御部30から発せられた流量調節弁21に対する指令開度(%)とその指令開度に対するプロセスライン20を流れる液体の流量のデータをサンプリングして蓄積し、そのデータから導出される理論近似式を予め作成している。

[0024] 「理論近似式」とは、上述したように、流量調節弁21に対する指令開度とそのときの液体の流量とのデータを蓄積させて得られる相関曲線から導かれる近似式をいい、指令開度を定義域とした関数であって、2次又は3次の多項式、もしくは直線近似で表わされる。このように、理論近似式は、流量調節弁21の弁開度に対する流量特性の相関性が高いことから定義することができるものである。

[0025] 例えば、この理論近似式は、工場プラントで使用される従来汎用のデータ監視システムにより取得した実測値をもとに算出することができ、そのような実測値データが、流量調節弁21への指令開度に対するそのプロセスライン20の液体の流量特性となる。なお、理論近似式は、パーソナルコンピュータの汎用ソフトで容易に構築ができるため、特別なアプリケーションを特段用意する必要はない。

[0026] 一方で、開度異常検出部11は、プロセスライン20のライン上に設けられている液体の流量計22により流量の実測値を取得する。

[0027] そして、開度異常検出部11では、予め作成し保有していた理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値(理論値)と、そのときの実際に計測して得られる液体の流量の実測値とを比較することによって、

その流量調節弁 21 の開度異常を検出する。より具体的には、理論値と実測値とにより算出される差分（理論値－実測値）の絶対値、又は、その誤差率（理論値－実測値／理論値×100）が、所定の閾値の範囲を超えた場合に、その流量調節弁 21 に開度異常が発生していると判断して検知する。

[0028] このような開度異常検出装置 10 においては、開度異常が生じていない正常なプロセス時において指令開度に対する実計測値のデータをサンプリングし、蓄積されたサンプリングデータに基づいて理論近似式を導出しておくことが重要となる。そして、その予め導出しておいた理論近似式による理論値と、特定の時点における実測値を比較するようにしているため、データをサンプリングしたその現場の流量調節弁 21 に開度異常が生じれば、予め作成した理論近似式に基づいて、細かな異常であってもより緻密に変化を把握することができ、高い精度で開度異常を検出することができる。

[0029] また、新たな計装機器の設置や工事等を要することなく、効率的に流量調節弁 21 の開度異常を検出することができる。

[0030] なお、開度異常検出装置 10 においては、発警報システム（異常警報部）を接続して設けることができる。発警報システムは、流量調節弁 21 に開度異常が発生していると判断される場合に、その異常を知らせるシステムである。発警報システムとしては、特に限定されず、例えば汎用のデータ監視システムと LAN ネットワークで接続された作業者個人の PC により構成でき、アラーム音を発する態様や、PC 画面上に警報画面を表示させる態様等、種々の方法により発警報することができる。

[0031] より具体的に、液体としてのメタノールが流通するプロセスラインに設けられる流量調節弁 21 の開度異常を検出する装置に関して、その異常検出の流れを説明する。なお、開度異常検出装置 10 が適用されるプロセスラインを流通する液体としては、メタノールに限られず、その他の化合物溶液や、純水、プロセス凝集水等の液体であってもよい。

[0032] 流量調節弁 21 の開度異常検出装置 10 を含む工場プラント等の現場における制御設備の構成の一例は、図 1 に示した通りである。図 1 に示すように

、開度異常検出装置 10 は、プロセスライン 20 に設けられる流量調節弁 21 に対して開度を指令するライン制御部 30 の一部として構成されている。なお、プロセスライン 20 においては、配管（ライン）を流れるメタノールの流量を調整する流量調節弁 21 と、その配管を流れるメタノールの流量を測定する流量計 22 とが設けられている。

[0033] 本発明に係る開度異常検出装置 10 は、開度異常検出部 11 を備えている。図 4 は、開度異常検出部 11 における、開度異常の検出処理の流れを示すフロー図である。

[0034] (ステップ S 1)

図 4 のフロー図に示すように、先ず、ステップ S 1 として、所定の期間において指令開度に対するプロセスライン 20 を流れるメタノールの流量に関するデータを収集する。

[0035] 図 1 に示すように、プロセスライン 20 にメタノールが流通している所定の期間において、プロセスライン 20 の配管上に設けられた流量計 22 により、配管内を流れるメタノールの流量計測値 $[L/min]$ が測定され、その流量計測値に関する電気信号 (s 1) がライン制御部 30 に送られる。ライン制御部 30 は、受信した流量計測値に対応する流量調節弁 21 への指令開度 [%]、すなわち流量計測値に対応する理論開度に関する情報の電気信号 (s 2) を、汎用のデータ監視システム 40 に送信する。データ監視システム 40 は、取得した情報を収集するとともに、その情報の電気信号 (s 3) を作業者の個人 PC 41 に送信する。なお、データ監視システム 40 における情報収集のサンプリング時間はおよそ 1 分程度であり、個人 PC 41 におけるサンプリング時間間隔は数分間おきに実行すればよい。

[0036] 一方、ライン制御部 30 においては、受信した流量計測値に基づいて、その配管上に設けられた流量調節弁 21 の開度がその流量計測値に対応する開度となるように、その流量調節弁 21 に対して指令開度に関する電気信号 (s 4) を送信する。

[0037] (ステップ S 2)

次に、ステップS 2として、サンプリングした情報に基づいて理論近似式を導出し、その理論近似式を予め保有して、特定の指令開度に対する理論流量値（理論値）を算出可能とする。

[0038] 具体的に、データ監視システム40においては、サンプリングした情報に基づいて、指令開度に対するメタノールの流量（流量計測値）の関係のデータをテーブル化する。例えば、図2に示すように、横軸を指令開度[%]とし、縦軸を液体流量[L/h r]としたときの相関曲線を作成してテーブル化する。この図2に示すような相関曲線によれば、2次の多項式として理論近似式を導出することができる。

[0039] なお、相関係数が高ければ（例えば0.9以上）、その近似式を理論近似式として採用することができる。また、図3に示すように、折れ線近似とすることもでき、例えば指令開度を最大12個までに区切ってセグメント（線分）を作成することもできる。

[0040] （ステップS 3）

次に、ステップS 3として、予め作成し保有している理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、そのときのメタノールの流量の実測値とを比較する。

[0041] 開度異常検出部11においては、ステップS 2にて得られた理論近似式に基づいて所定の指令開度に対する理論流量値を求め、その理論流量値と、そのときに流量計22により実際に計測されるメタノールの流量の実測値との比較を行う。そして、その比較に基づいて流量調節弁21の開度異常の有無を検出する。

[0042] 開度異常検出部11における開度異常の判定方法としては、例えば図2や図3のように得られた、開度指令に対する理論流量値と、流量計22により計測される実測値とを比較したときの流量の「差」が、予め設定した閾値の範囲を超えているか否かを判断する。ここで、理論流量値と実測値との差とは、差分の絶対値であってもよく、あるいはその理論流量値と実測値との誤差率（理論流量値に対する差分の絶対値の割合）であってもよい。

[0043] (ステップS4)

そして、ステップS4として、理論流量値と実測値との差が所定の閾値を超えた場合（「YES」の場合）に、流量調節弁21の開度異常が発生していると判定する。

[0044] 例えば、理論流量値と実測値とを比較したときに、その差の絶対値が閾値としての $\pm 5 \text{ L/min}$ の範囲内であるか否か、あるいは、その差が理論流量値に対する割合で閾値としての $\pm 5\%$ の範囲内である否かを判断する。そして、その差が、予め設定した閾値の範囲内であれば流量調節弁21の開度異常は発生していないと判定し、その閾値の範囲を超える場合には流量調節弁21の開度異常が発生していると判定する。なお、閾値は、例示した値に限定されず、任意の値を設定することができる。

[0045] なお、理論流量値と実測値との差が所定の閾値の範囲内であれば（「NO」の場合）、開度異常の発生していないと判定され、ステップS3に戻り繰り返される。

[0046] (ステップS5)

ステップS5として、ステップS4にて開度異常が発生していると判定されたときに、流量調節弁21の開度異常を認知させる警報を発する。

[0047] 例えば、開度異常が発生していると判定されたときには、開度異常検出装置10（開度異常検出部11）に接続された発警報システムから、その検出された流量調節弁21の開度異常を認知される警報を発するようすることができる。警報としては、制御設備1内にいる作業員に知らせるためのサイレンであってもよく、また、開度異常検出装置10に接続された作業者のPC41に警告メッセージ（警告画面）を表示させるものであってもよい。

[0048] このように、本発明に係る開度異常検出装置10は、開度異常検出部11を備え、流量調節弁21に対する指令開度とその指令開度に対する液体プロセスラインを流れるメタノールの流量とにより導出される近似式のデータを予め作成して保有し、その理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、そのときのメタノールの流量の実測値とを比

較することで流量調節弁 21 の開度異常を検出するようにしている。このことにより、新たな計装機器の設置や工事を要することなく、流量調節弁 21 の開度異常を高い精度で検出することができる。

[0049] ≪ 2. 圧力調節弁の開度異常検出装置 ≫

次に、本発明に係る開度異常検出装置として、気体プロセスラインに設けられる圧力調節弁の開度の異常を検出する装置について説明する。以下では、水素製造設備に設けられる開度異常検出装置を具体例として挙げて説明するが、プロセスラインを流通する気体としては、水素に限られない。

[0050] 図 5 は、水素製造設備の概略構成を示す図である。図 5 に示すように、水素製造設備 5 においては、複数の水素精製ベッセル（以下、単に「ベッセル」ともいう）52 が並列し、粗水素ガスが流通する粗水素ガスライン 53 から各ベッセル 52 に粗水素ガスが流入する配管に圧力調節弁 54 が設けられている。また、各ベッセル 52 には、精製水素ガスの吐出側に、ベッセル内圧力監視用の圧力伝送器 55 がそれぞれ設けられており、その吐出した精製水素ガスを精製水素ガスライン 57 へ移送する配管上には自動弁 56 が設けられている。

[0051] 水素製造設備 5 においては、開度異常検出装置 50 が設けられており、各ベッセル 52 に流入する粗水素ガスの圧力を調節する各圧力調節弁 54 に接続されている。そして、その開度異常検出装置 50 においては、圧力調節弁 54 の開度異常を検出する開度異常検出部 51 を備えている。

[0052] 水素製造設備 5 においては、精製水素ガスの供給先の設備で消費される水素ガス量の条件に基づき、当該水素製造設備 5 を構成するベッセル 52 に対する操業負荷の指示値であるオペレーションロード [%] と呼ばれる要素により、ベッセル 52 からの精製水素ガスの吐出量が調整されている。水素製造設備 5 においては、そのオペレーションロードの指令に基づいてベッセル 52 内の圧力をコントロールするために、ベッセル 52 に流入させる粗水素ガスの圧力を調整する圧力調節弁 54 の開度を決定している。

[0053] ここで、操業負荷とは、水素製造設備を構成するベッセルに対して、その

ベッセルにて製造する最終生産物である水素の製造量を決定する要素であって、ベッセルに対する製造負荷であり、操業負荷率とも称される。また、オペレーションロードとは、その操業負荷の指示値であって、ベッセルにて製造した水素ガスを供給するガス量に基づいて制御される要素であり、例えば水素ガスの最大供給量を100%としたときのその最大供給量に対する割合として定義される。

[0054] 水素製造設備5を構成する各ベッセル52においては、操業負荷に応じて、粗水素ガスライン53から粗水素ガスが流入し、内部で粗水素ガスを精製して精製水素ガスとし、その精製水素ガスを精製水素ガスライン57に向けて吐出する。そのため、ベッセル52内では、所定の時間間隔において周期的に圧力が変化する。なお、この周期を「圧力変化周期」という。また、周期1サイクルの所要時間を「圧力変化周期時間」という。

[0055] 本発明者の検証により、ベッセル52内の圧力変化に着目したとき、圧力変化周期1サイクルにおいて、各オペレーションロードの平均値(%)に対する圧力変化周期時間の関係に高い相関性を有することが見出された。そこで、開度異常検出装置50においては、ベッセル52に対する操業負荷に関する指示値(オペレーションロード)と、そのときのベッセル内の圧力との関係で表される圧力変化周期を利用し、それらの相関関係を近似式(理論近似式)として求める。そして、求められた理論近似式に基づく理論周期時間と、実測された実周期時間とを比較することによって、圧力調節弁54の開度異常を検出する。このように、開度異常検出装置50においては、圧力調節弁54の開度に関係する要素である圧力変化周期を利用する。

[0056] より具体的には、開度異常検出装置50は、圧力調節弁54が接続されたベッセル52の圧力変化周期1サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め作成して保有し、その理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷に関する指示値での理論周期時間(理論値)と、実測された実周期時間(実測値)とを比較することにより、圧力調節弁54の開度異常を検出する。

[0057] 例えば、図6は、ベッセル52に対する一定期間における所定の操業負荷での圧力変化を示すグラフ図である。開度異常検出装置50においては、先ず、図6に示すような圧力変化周期を利用して、操業負荷に関する指示値と、圧力変化周期時間とにより近似式を導出する。

[0058] (1) 先ず、開度異常検出装置50は、モニタリング開始時刻から、ベッセル52内の圧力値と操業負荷に関する指示値とを計測し、目安とした圧力値(図6の例では0.3MPa)未満のデータを比較演算しながら、最小圧力値の時刻(T_i)を求める。

[0059] (2) (1)の手順と同様に、次に現れる最小圧力値の時刻(T_{i+1})を求める。

[0060] (3) そして、求められた最小圧力値の時刻から、 $[T_{i+1}] - [T_i] = T_{cy_1}$ を算出し、これを圧力変化周期時間(以下、単に「周期時間」ともいう)と定義する。

[0061] (4) 次に、時刻「 T_i 」～「 T_{i+1} 」の区間(圧力変化周期の1サイクル)における操業負荷に関する指示値の平均値を算出する。

[0062] (5) そして、(4)の手順で算出した、圧力変化周期1サイクルにおける操業負荷に関する指示値の平均値に対する周期時間(T_{cy_1})の近似式を作成し、そこから理論周期時間(T_{th_1})を求める。

[0063] 図7は、上記の(1)～(5)の手順により作成される、操業負荷に関する指示値の平均値と圧力変化の周期時間との関係を示すグラフ図であり、例えばサンプリング時間は1分毎とすることができる。

[0064] (6) 次に、圧力調節弁の開度異常を判定するための閾値を決定する。この閾値は、作製した近似式で得られた理論周期時間(T_{th_1})と、計測された実周期時間(T_{cy_1})との時間差、もしくは時間差誤差率(%)に対して用意し、それぞれ「 T_{sh} 」、「 $T_{sh_er\%}$ 」とする。なお、時間差誤差率(%)は、 $abs(T_{cy_1} - T_{th_1}) / T_{th_1} \times 100$ で定義されるものである。

[0065] (7) 続いて、操業負荷に関する指示値の平均値の理論周期時間(T_{th}

__1) を近似式より求め、計測した実周期時間 (T_{cy_1}) との時間差 ($abs(T_{cy_1} - T_{th_1})$) が、予め決定した閾値 (T_{sh}) の範囲に入るか否かを判断し、その閾値を超えた場合には、圧力調節弁 54 に開度異常が発生していると判定する。あるいは、その時間差の誤差率が、閾値 (T_{sh_er}) の範囲に入るか否かを判断し、その閾値を超えた場合には、圧力調節弁 54 に開度異常が発生していると判定する。

[0066] (8) 開度異常が発生していると判定されると、圧力調節弁 54 の開度異常を認知させる警報を発生する。なお、警報を発するため、開度異常検出装置 50 においては発警報システム (異常警報部) を接続して設けることができる。発警報システムは、圧力調節弁 54 に開度異常が発生していると判断される場合に、その異常を知らせるシステムである。警報としては、水素製造設備 5 内にいる作業員に知らせるためのサイレンであってもよく、また、開度異常検出装置 50 に接続された作業者の PC に警告メッセージ (警告画面) を表示させるものであってもよい。

[0067] (9) なお、圧力調節弁 54 や、ベッセル 52 の吐出側の自動弁 56 に不具合が生じた場合には、図 6 中の破線 (パターン 1, 2, 3) で示すような圧力変化も考えられる。その場合も、警報を発するようにするとよい。

[0068] このように、本発明に係る開度異常検出装置 50 は、開度異常検出部 51 を備え、その開度異常検出部 51 は、ベッセル 52 の圧力変化周期 1 サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と、圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し保有している。そして、その理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間 (理論値) と、実測された実周期時間 (実測値) とを比較することで、流量調節弁 21 の開度異常を検出するようにしている。

[0069] このような開度異常検出装置 50 においては、正常なオペレーション時に予め、ベッセル 52 内の圧力変化周期 1 サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値とその圧力変化周期時間とのデータをサンプリングして理論近似式を導出することが重要となる。そして、その予め導出しておいた理論近似式

による理論値と、特定の時点における実周期時間とを比較するようにしているため、データをサンプリングしたその現場の圧力調節弁54の開度異常が生じれば、予め作成した理論近似式に基づいて、細かな異常であってもより精密に変化を把握することができ、高い精度で開度異常を検出することができる。

[0070] また、新たな計装機器の設置や工事等を要することなく、効率的に圧力調節弁54の開度異常を検出することができる。

符号の説明

- [0071]
- | | |
|----|-----------|
| 1 | 制御設備 |
| 5 | 水素製造設備 |
| 10 | 開度異常検出装置 |
| 11 | 開度異常検出部 |
| 20 | プロセスライン |
| 21 | 流量調節弁 |
| 22 | 流量計 |
| 30 | ライン制御部 |
| 40 | データ監視システム |
| 50 | 開度異常検出装置 |
| 51 | 開度異常検出部 |
| 52 | ベッセル |
| 53 | 粗水素ガスライン |
| 54 | 圧力調節弁 |
| 55 | 圧力伝送器 |
| 56 | 自動弁 |
| 57 | 精製水素ガスライン |

請求の範囲

- [請求項1] 液体プロセスラインに設けられる流量を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出装置であって、
- 前記調節弁に対する指令開度と該指令開度に対する前記液体プロセスラインを流れる液体の流量とにより導出される理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、該液体の流量の実測値とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備える
- 調節弁の開度異常検出装置。
- [請求項2] 気体プロセスラインに設けられる圧力を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出装置であって、
- 前記調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期 1 サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間（理論値）と、実測された実周期時間（実測値）とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備える
- 調節弁の開度異常検出装置。
- [請求項3] 前記理論値と前記実測値との差が、所定の閾値の範囲を超えた場合に、前記調節弁に開度異常が発生していると判断する
- 請求項 1 又は 2 に記載の調節弁の開度異常検出装置。
- [請求項4] 前記調節弁の開度異常を検出したとき、該開度異常を認知させる警報を発する異常警報部をさらに備える
- 請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の調節弁の開度異常検出装置。
- [請求項5] 液体プロセスラインに設けられる流量を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出方法であって、
- 前記調節弁に対する指令開度と該指令開度に対する前記液体プロセスラインを流れる液体の流量とにより導出される理論近似式のデータ

を予め作成し、

前記理論近似式に基づいて求められる所定の指令開度での理論流量値（理論値）と、該液体の流量の実測値とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する

調節弁の開度異常検出方法。

[請求項6]

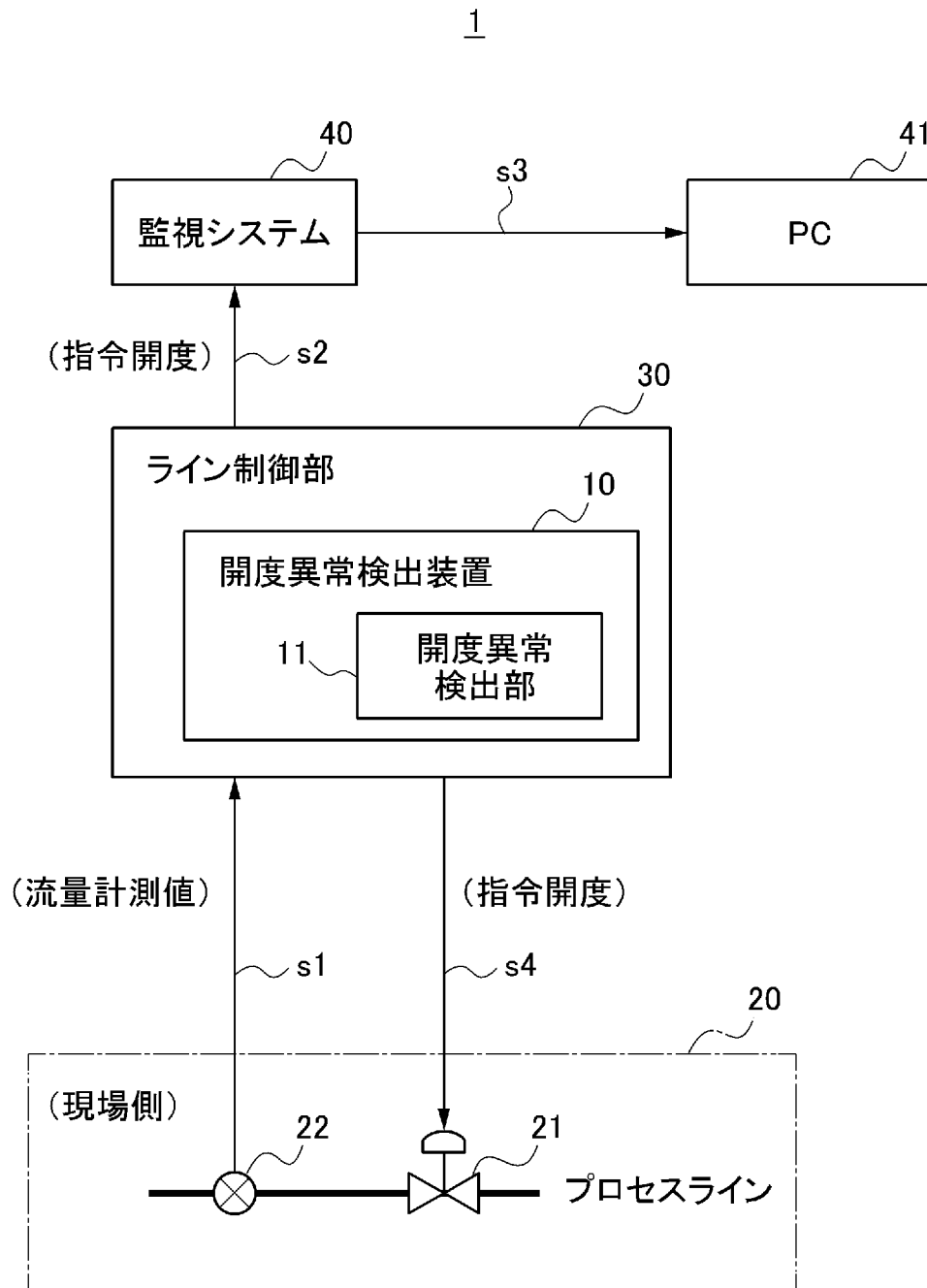
気体プロセスラインに設けられる圧力を調節するための調節弁の開度異常を検出する開度異常検出方法であって、

前記調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期 1 サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め作成し、

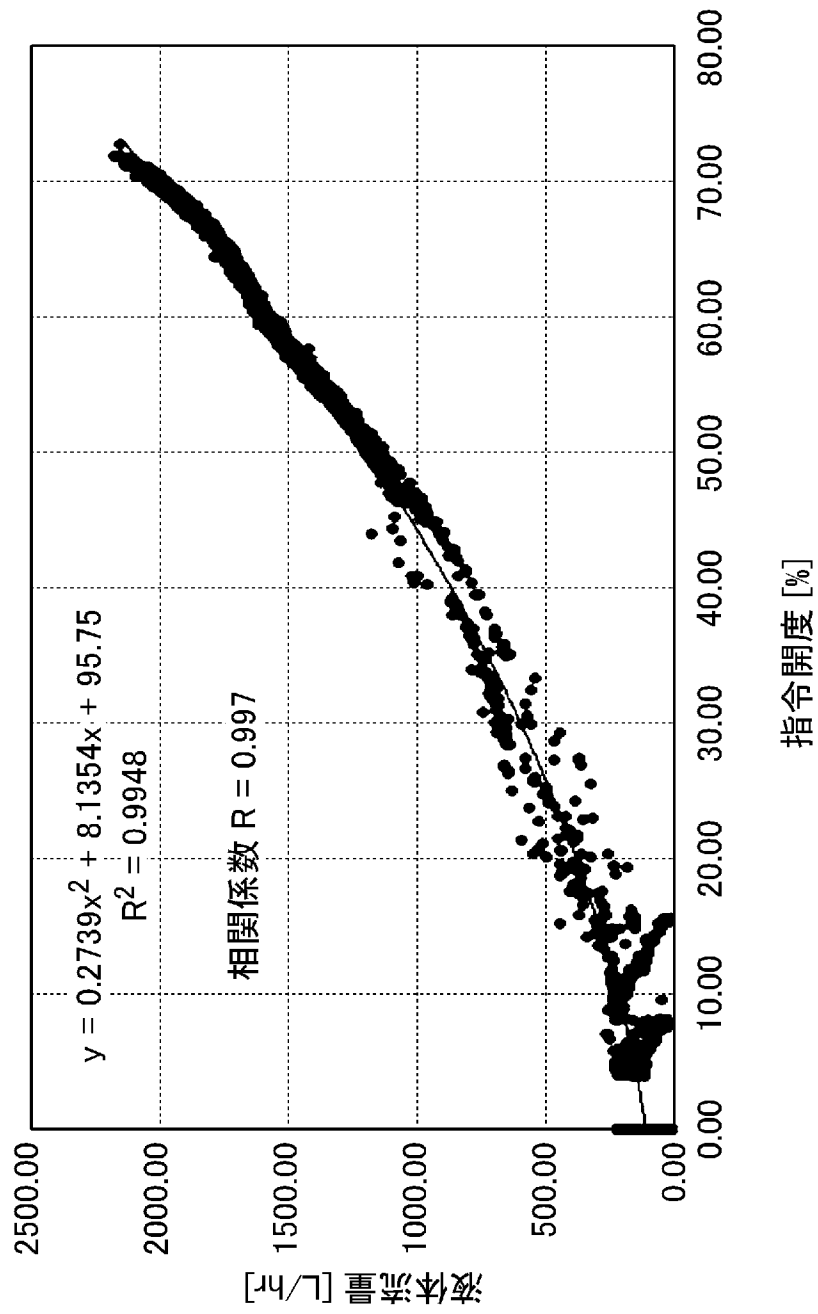
前記理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間（理論値）と、実測された実周期時間（実測値）とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する

調節弁の開度異常検出方法。

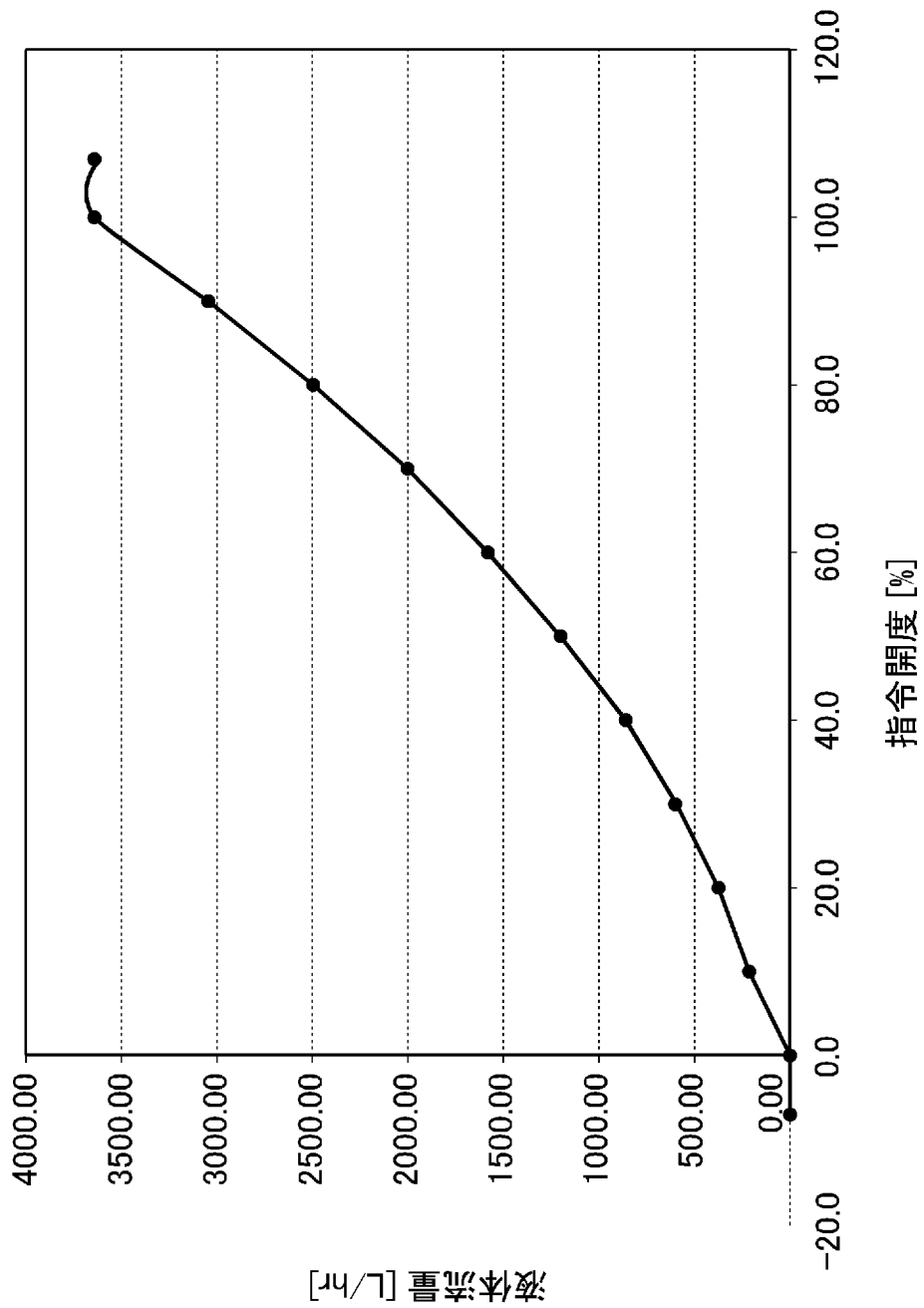
[図1]



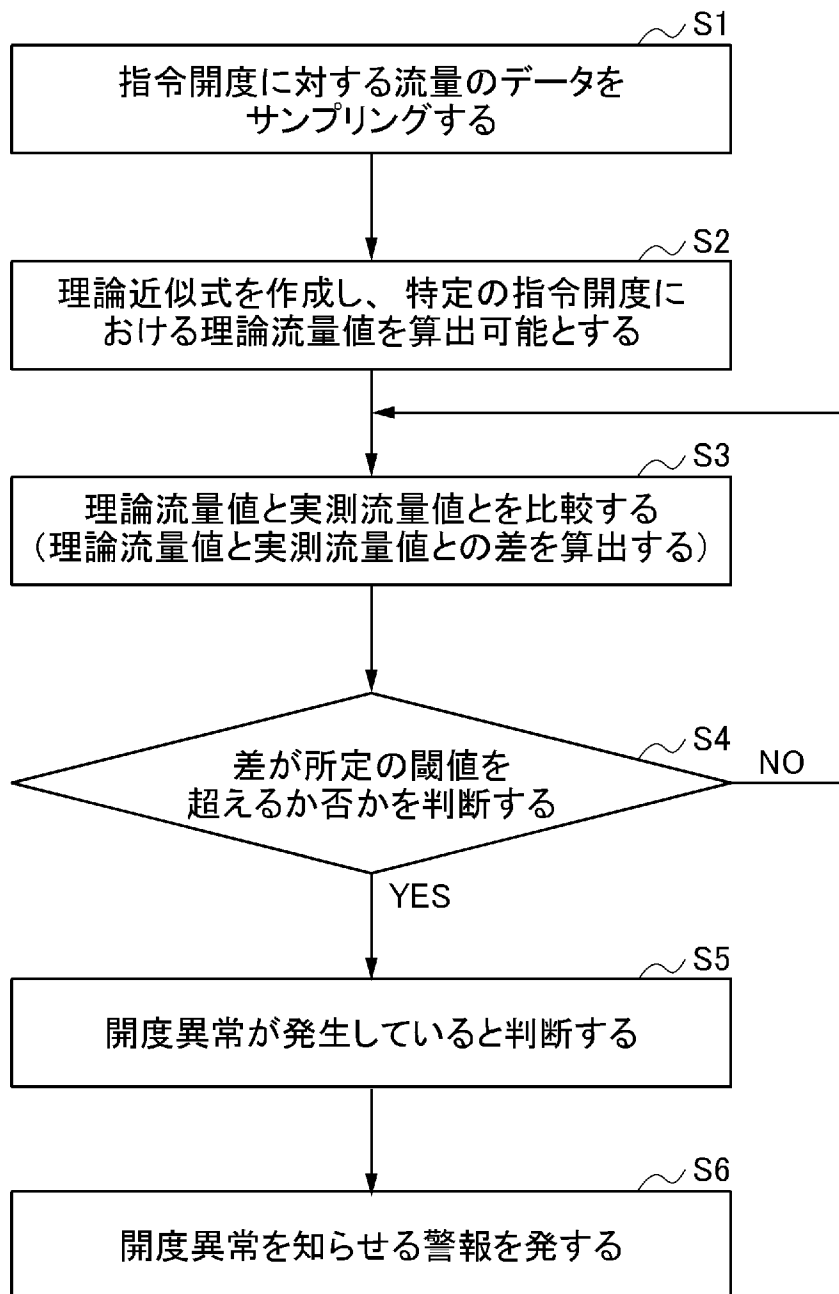
[図2]



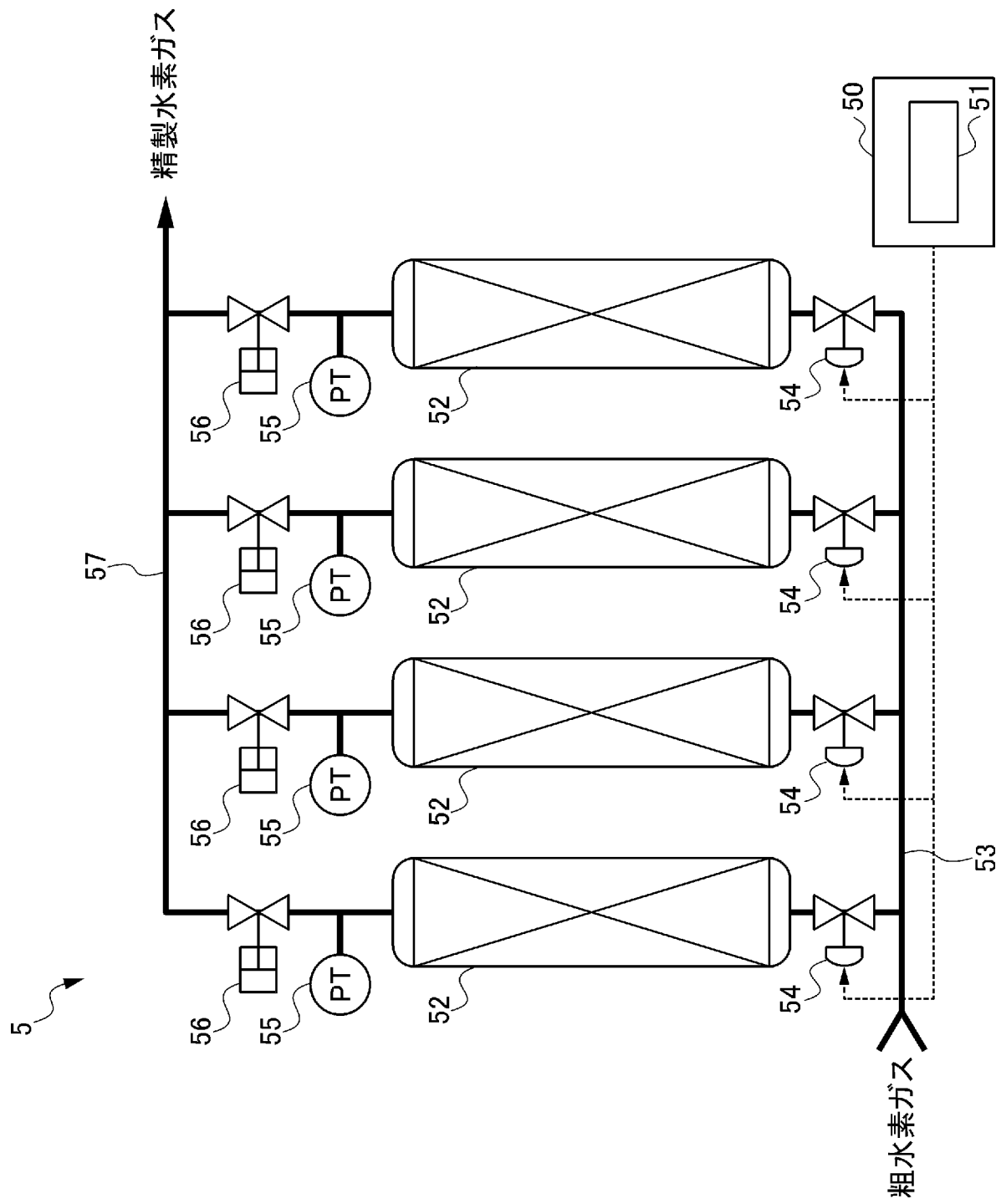
[図3]



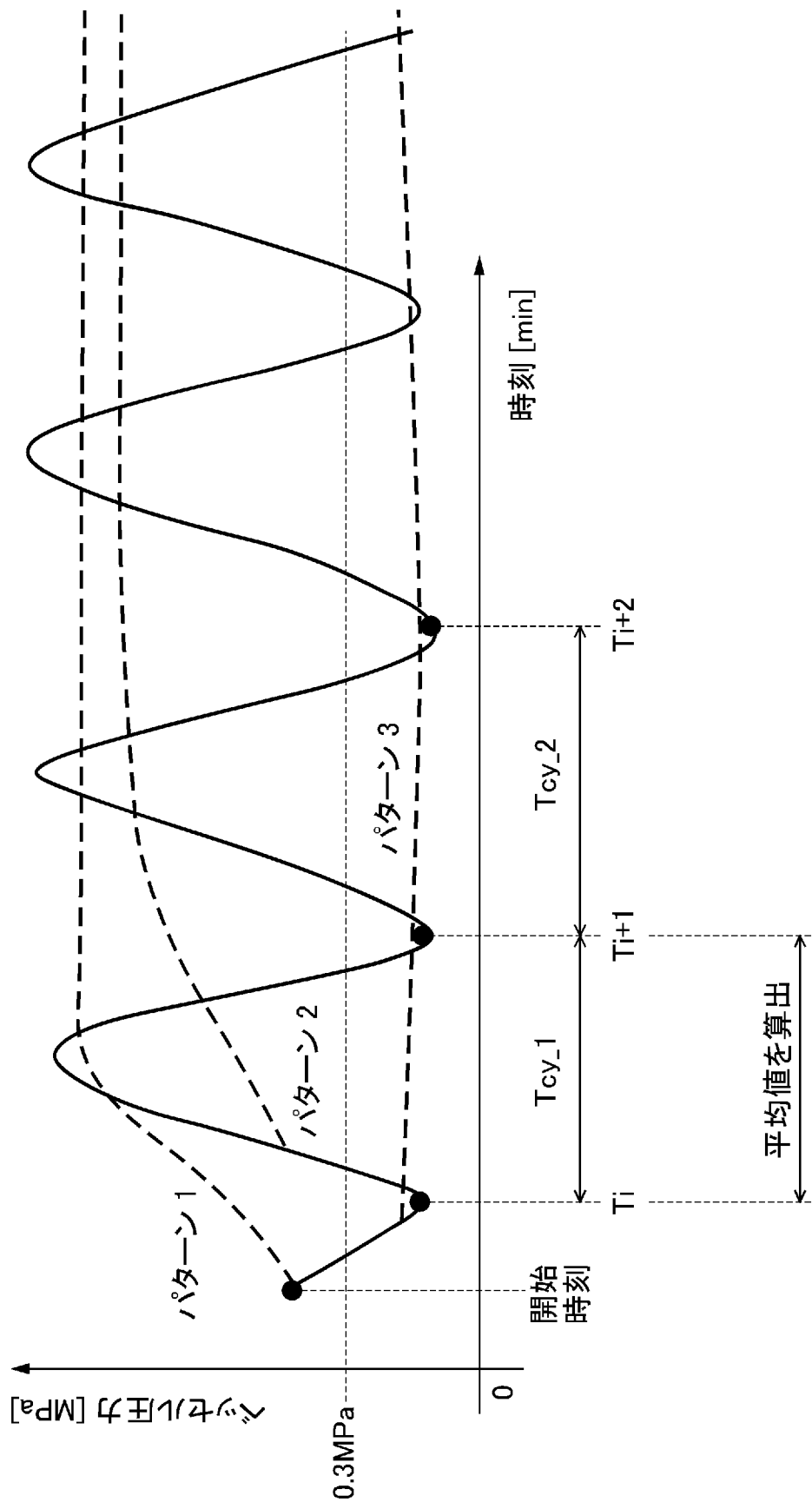
[図4]



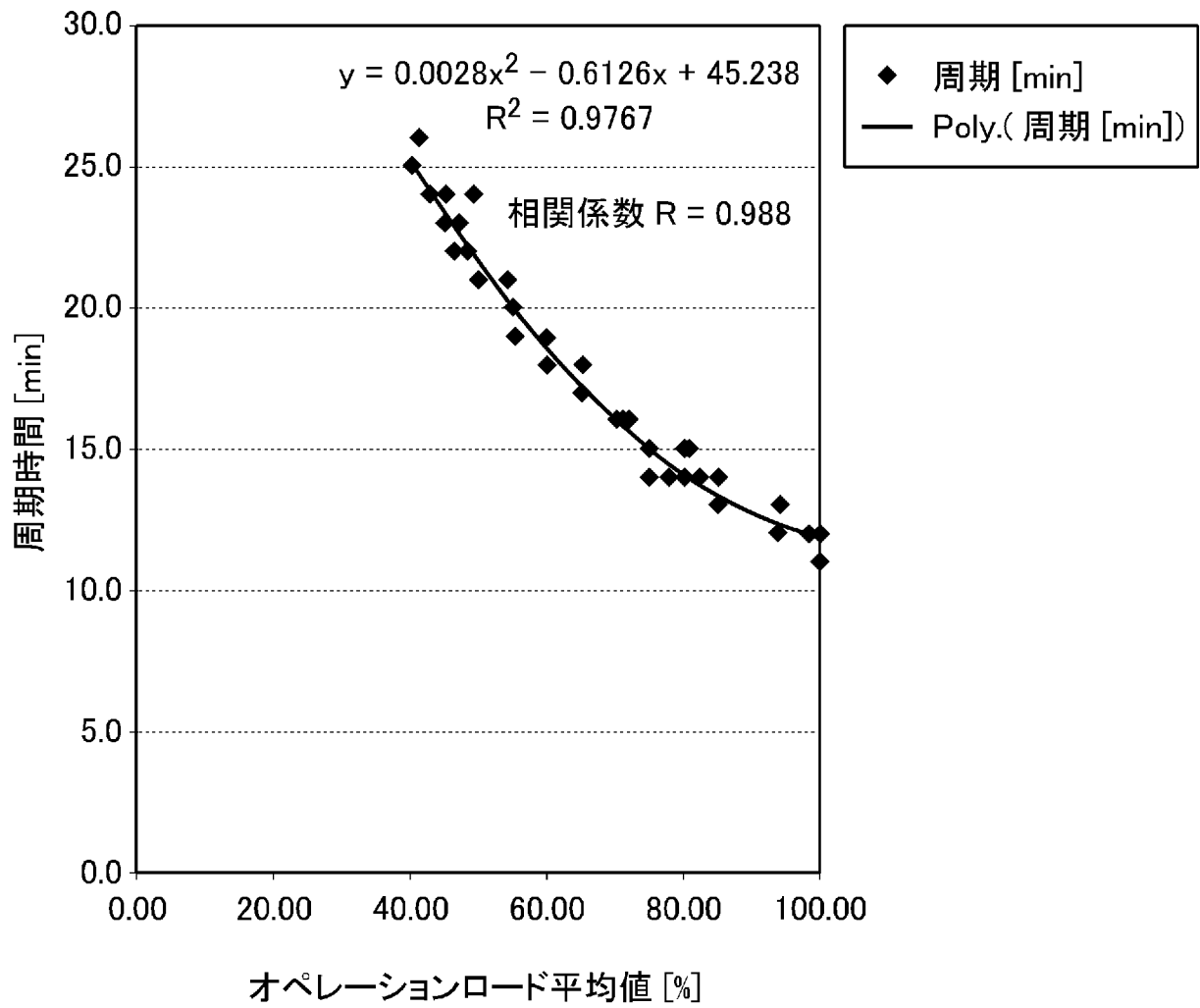
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05B23/02 (2006.01) i, G05D7/06 (2006.01) i, G05D16/00 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G05B23/02, G05D7/06, G05D16/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-267572 A (JFE STEEL CORPORATION) 29 September 2005, paragraphs [0016]-[0034], fig. 1 (Family: none)	1, 3-5
A	JP 2013-088946 A (HORIBA STEC, CO., LTD.) 13 May 2013 & US 2013/0092258 A1 & KR 10-2013-0040741 A	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 June 2018 (28.06.2018)

Date of mailing of the international search report
10 July 2018 (10.07.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018971

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/018971

<Continuation of Box No. III>

Document 1: JP 2005-267572 A (JFE STEEL CORPORATION) 29 September 2005, paragraphs [0016]-[0034], fig. 1 (Family: none)

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1 and 5, and claims 3-4 referring to claim 1

Claims 1 and 5, and claims 3-4 referring to claim 1 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2

Claims 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2 have the technical feature of "an opening abnormality detection device for detecting an opening abnormality of a regulation valve provided in a fluid process line", wherein the opening abnormality detection device is preloaded with data about a theoretical approximation formula, and detects the opening abnormality of the regulation valve by comparing a theoretical value, which is obtained on the basis of the theoretical approximation formula, and an actual measurement value, in common with claim 1 classified as invention 1. However, said technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1 (in particular, paragraphs [0016], [0024]-[0034], and fig. 1), and thus cannot be considered a special technical feature. Also, there are no other identical or corresponding special technical features between claims 2 and 6, claims 3-4 referring to claim 2, and claim 1.

Furthermore, claims 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2 are not dependent on claim 1. Moreover, claim 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2 are not substantially identical or equivalent to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2 cannot be classified as invention 1.

Also, claims 2 and 6, and claims 3-4 referring to claim 2 have the special technical feature of "comprising an opening abnormality detection unit which: is preloaded with data about the average value of indicated values of operation loads for one cycle of a pressure change cycle of a reaction vessel to which the regulation valve is connected, and about a theoretical approximation formula derived from a pressure change cycle time; and detects an opening abnormality in the regulation valve by comparing a theoretical cycle time (a theoretical value) of an indicated value of a predetermined operation load and an actual cycle time (an actual measurement value) which is actually measured, the theoretical cycle time being obtained on the basis of the theoretical approximation formula", and are thus classified as invention 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05B23/02(2006.01)i, G05D7/06(2006.01)i, G05D16/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G05B23/02, G05D7/06, G05D16/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-267572 A（J F E スチール株式会社） 2005.09.29, 段落[0016]-[0034], 図1 (ファミリーなし)	1, 3-5
A	JP 2013-088946 A（株式会社堀場エステック） 2013.05.13 & US 2013/0092258 A1 & KR 10-2013-0040741 A	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.06.2018

国際調査報告の発送日

10.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

黒田 暁子

3 U

4853

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

〈第 III 欄の続き〉

文献 1 : JP 2005-267572 A (J F E スチール株式会社)
2005.09.29, 段落[0016]-[0034], 図 1
(ファミリーなし)

請求の範囲は、以下の 2 つの発明に区分される。

(発明 1) 請求項 1、5、請求項 1 を引用する請求項 3 - 4

請求項 1、5、請求項 1 を引用する請求項 3 - 4 は、発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4

請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 は、発明 1 に区分された請求項 1 と、「流体プロセスラインに設けられる調節弁の開度異常を検出する開度異常検出装置」であって、理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる理論値と実測値とを比較することにより、調節弁の開度異常を検出する、という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1 の開示内容（特に段落[0016]、[0024]-[0034]，図 1 を参照）に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 と請求項 1 との間に、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 は請求項 1 の従属請求項ではない。また、請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 は、発明 1 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 2、6、請求項 2 を引用する請求項 3 - 4 は、「前記調節弁が接続された反応容器の圧力変化周期 1 サイクルにおける操業負荷の指示値の平均値と圧力変化周期時間とにより導出される理論近似式のデータを予め保有し、該理論近似式に基づいて求められる所定の操業負荷の指示値での理論周期時間（理論値）と、実測された実周期時間（実測値）とを比較することにより、該調節弁の開度異常を検出する開度異常検出部を備える」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 2 に区分する。