

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-533768

(P2009-533768A)

(43) 公表日 平成21年9月17日(2009.9.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 0 5 B 23/02 (2006.01)</b>	G O 5 B 23/02 3 O 2 R	5 H 2 2 3
	G O 5 B 23/02 V	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 20 頁)

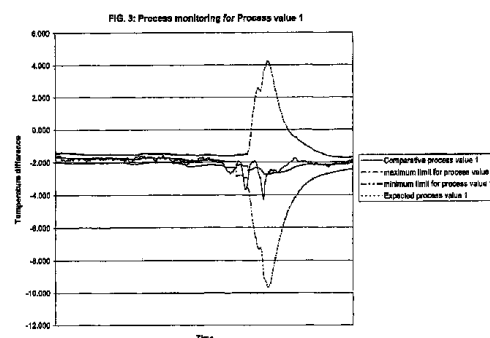
(21) 出願番号	特願2009-505485 (P2009-505485)	(71) 出願人	502141050
(86) (22) 出願日	平成19年4月13日 (2007. 4. 13)		ダウ グローバル テクノロジーズ イン
(85) 翻訳文提出日	平成20年12月8日 (2008. 12. 8)		コーポレイティド
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/009059		アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 6 7 4
(87) 国際公開番号	W02007/120785		, ミッドランド, ダウ センター 2 0 4
(87) 国際公開日	平成19年10月25日 (2007. 10. 25)		O
(31) 優先権主張番号	60/792, 101	(74) 代理人	100092783
(32) 優先日	平成18年4月14日 (2006. 4. 14)		弁理士 小林 浩
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100095360
			弁理士 片山 英二
		(74) 代理人	100120134
			弁理士 大森 規雄
		(74) 代理人	100104282
			弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセス監視技法および関連処置

## (57) 【要約】

本発明は、プロセスを監視する新規な方法を提供する。本方法はまた、監視されたデータに基づいて、予め決められた処置を取る能力を有する。これらの処置は、製品品質、製造および/またはプロセス効率に影響を与え得るプロセス異常または不調を回避または軽減する。本方法は、少なくとも1つの入力プロセス変数を取得するステップと；第1の時間ベース重み付け関数を有する第1の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定するステップと；第2の時間ベース重み付け関数を有する第2の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいて期待プロセス値を決定するステップと；前記少なくとも1つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて第1の偏差値を決定するステップと；前記期待プロセス値と前記第1の偏差値とを使用して最大限界と最小限界とを有する限界範囲を計算するステップと；前記比較プロセス値を前記限界範囲と比較するステップとを含む。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

- a) 少なくとも 1 つの入力プロセス変数を取得するステップと；
  - b) 第 1 の時間ベース重み付け関数を有する第 1 の方法を使用して少なくとも 1 つの入力プロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定するステップと；
  - c) 第 2 の時間ベース重み付け関数を有する第 2 の方法を使用して前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数に基づいて期待プロセス値を決定するステップと；
  - d) 前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて第 1 の偏差値を決定するステップと；
  - e) 前記期待プロセス値と前記第 1 の偏差値とを使用して最大限界と最小限界とを有する限界範囲を計算するステップと；
  - f) 前記比較プロセス値を前記限界範囲と比較するステップと
- を備える、定期的または間欠的プロセス監視方法。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 の偏差値は、第 3 の時間ベース重み付け関数を有する第 3 の方法を使用して前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数に基づいている、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の偏差値は、高い偏差値と低い偏差値とを決定する、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数または履歴データに基づく第 2 の偏差値を更に備える、請求項 2 に記載の方法。

20

**【請求項 5】**

前記第 2 の偏差値は、第 4 の時間ベース重み付け関数を有する第 4 の方法を使用して前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数に基づいている、請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記第 1 の偏差値は高い偏差値を決定し、前記第 2 の偏差値は低い偏差値を決定する、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記方法の少なくとも 1 つは残りの方法とは異なる、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記時間ベース重み付け関数の少なくとも 1 つは残りの時間ベース重み付け関数とは異なる値を生成する、請求項 2 に記載の方法。

30

**【請求項 9】**

前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数は測定され、計算され、あるいは調整される、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記第 1 または第 2 の方法は、前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、または周波数分析を使用する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記第 3 の方法は、前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の、一定数、測定値、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、予測モデリング、または周波数分析を使用する、請求項 2 に記載の方法。

40

**【請求項 12】**

前記第 4 の方法は、前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の、一定数、測定値、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、予測モデリング、または周波数分析を使用する、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 13】**

50

前記少なくとも１つの入力プロセス変数は、温度、圧力、流量、電圧、重量、切換え位置、電流、電力、高さ、周波数、モデル予測誤差、濃度、または物理的製品特性測定値である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

前記調整されたプロセス変数は、平均もしくは変分である、または予測モデル計算を使用して決定される、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 15】

前記少なくとも１つの入力プロセス変数は計算された中間値である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

前記計算された中間値は、プロセス変数の和、差、積、商、比または推定値を備える、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

もし前記比較プロセス値が前記限界範囲外であるとき、予め決められた処置を取るステップを更に備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

少なくとも１つのプロセスインジケータが与えられるかどうかを決定するステップを更に備える、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記少なくとも１つのプロセスインジケータはプロセス動作モード、既知の装置誤動作、またはアラーム（警報）状態を備える、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記プロセスインジケータに基づいて、予め決められた処置を与えることを更に備える、請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロセス状態の監視と多数プロセス状態変化（プロセスダイナミクス）のリアルタイム分析とに関する。具体的には本発明の実施形態は、時間ベース重み付け関数を使用する定期的または間欠的プロセス監視方法に関する。リアルタイム情報は、異常なプロセス中断を回避または軽減するために統計的方法を使用することによって計算される予め決められた限界と共に使用される。

【0002】

事前の関連出願

本出願は、2006年4月14日に提出された米国仮出願通番第60/792,101号に対する優先権を主張する。

【0003】

連邦政府支援研究報告書

適用なし

【0004】

マイクロフィッシュ付録の参照

適用なし

【背景技術】

【0005】

化学、機械、電気または人間を含むプロセスは、利用可能な種々の測定値とデータとを有する多数の状態を含む。これらの測定値とデータは絶えず変化し、またこれらの値は典型的にはコンピュータシステムを使用して監視または記録される。このような測定値の例は、僅かの例を挙げると、温度、圧力、オン/オフ状態および抵抗を含み得る。コンピュータシステムを使用してこれらの測定値は、特に化学プロセスを監視または制御するときに、任意の所与の時間間隔で任意の数の選択された測定値を取る特定の計量動作を受ける

10

20

30

40

50

ことが可能である。それから取られた測定値を反映する各計量の出力は、一般にタグと呼ばれる選択された測定値の識別子と共にデータベースに送り込まれ得る。それからこのデータベースは、プロセスにおける多数のパラメータに関連する数値分析を与えることを意図された選択されたプログラムの支配下に置かれ得る。このようなプログラムの出力は望ましくは、管理図および製造記録表またはビデオディスプレイといった形で表現され、それから製造プロセスの責任者によって精査され得る。パラメータの表現に反映された問題を識別すると、必要な修正処置が識別されて取られることが可能である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

このような管理プロセスは人手作業に対する改善を表すが、時宜を得た修正処置が取られ得るように製造要員がデータを精査して解釈する時間はほとんどない。これは特に、管理処置が取られ得る前に精査されなくてはならないデータを各々の基本プロセスがコンピュータに生成させることのできる多数の個別基本プロセスが監視されている化学プロセス監視において真である。製造要員は、これらの情報のうちのどの情報が可能な問題識別のために調べられるべきであるかを識別するという重要な問題に直面している。データ量が多いためにプロセス誤り識別における時間遅延とプロセス修正における関連遅延とが存在し、それによって減少した製造、不合格品および/または他のプロセス非能率という結果を引き起こす。

【0007】

20

プロセスにおける種々の測定値に基づいて、ある予め決められたイベント（事象）が発生したかどうかを決定するために簡単な論理を適用するためにコンピュータアプリケーションも使用されてきた。もしイベントが発生したならば、そのイベントは伝達されて、予め決められた処置が手動または自動で取られる。更に、あるプロセス値と測定値が正常な動作エンベロップ（範囲）の外にあるかどうかを決定するために、他のコンピュータアプリケーションが使用されてきた。このような異常状態を決定するために使用され得る幾つかの技法は、確率論的プロセスモデル、発見的に決定された限界およびプロセス設計限界を含む。

【0008】

30

このような技法が利用可能であっても、より良好なプロセス制御のためにはシステム内に存在する多数のプロセス状態変化のリアルタイム分析が必要とされる。好適には人間の介入なしで適切な修正処置と組み合わせられた異常状態の迅速で明確な識別が有益である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

本発明の一実施形態では、定期的または間欠的プロセス監視方法が説明される。この実施形態は、少なくとも1つの入力プロセス変数を取得することと；第1の時間ベース重み付け関数を有する第1の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定することと；第2の時間ベース重み付け関数を有する第2の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいて期待プロセス値を決定することと；前記少なくとも1つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて第1の偏差値を決定することと；前記期待プロセス値と前記第1の偏差値とを使用して最大限界と最小限界とを有する限界範囲を計算することと；前記比較プロセス値を前記限界範囲と比較することとを含む。

【0010】

50

ある実施形態では前記第1の偏差値は、第3の時間ベース重み付け関数を有する第3の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいている。他の実施形態では前記第1の偏差値は、高い偏差値と低い偏差値とを決定する。代替の実施形態では第2の偏差値も前記少なくとも1つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて決定される。前記第2の偏差値は、第4の時間ベース重み付け関数を有する第4の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づき得る。ある実施形態では前記第1の偏差

値は高い偏差値を決定し、前記第2の偏差値は低い偏差値を決定する。

【0011】

ある実施形態では前記比較プロセス値、前記期待プロセス値または偏差値を決定するための方法の少なくとも1つは、残りの方法とは異なっている。更に、前記時間ベース重み付け関数の少なくとも1つは残りの時間ベース重み付け関数とは異なる値を生成する。前記第1または第2の方法は、前記少なくとも1つの入力プロセス変数の移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、または周波数分析を使用し得る。前記第3の方法は、前記少なくとも1つの入力プロセス変数の一定数、測定値、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、予測モデル化または周波数分析を使用し得る。前記第4の方法は、前記少なくとも1つの入力プロセス変数の一定数、測定値、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、予測モデル化または周波数分析を使用し得る。

10

【0012】

ある実施形態では前記入力プロセス変数は、測定され、計算され、または調整される。ある実施形態では前記入力プロセス変数は、温度、圧力、電圧、流量、重量、切換え位置、電流、電力、高さ、周波数、モデル予測誤差、濃度または物理的製品特性測定値であり得る。もしプロセス変数が調整されれば、これは平均または変分であり得るか、または予測モデル計算を使用して決定され得る。この入力プロセス変数は、計算された中間値であり得る。もしこれが計算された中間値であるならば、これはプロセス変数の和、差、積、商、比または推定値であり得る。

20

【0013】

他の実施形態では本方法はまた、もし前記比較プロセス値が前記限界範囲の外にあれば予め決められた処置を取るステップを含む。本方法はまた、少なくとも1つのプロセスインジケータが与えられるかどうかを決定するステップを含み得る。前記少なくとも1つのプロセスインジケータは、プロセス動作モード、既知の装置誤動作、またはアラーム（警報）状態であり得る。本方法は更に、前記プロセスインジケータに基づいて、予め決められた処置を与えるステップを含み得る。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

下記の説明では本明細書で開示されるすべての数は、単語「約（about）」、「近似的（approximate）」が数値に関連して使用されているかどうかに関係なく、近似値である。これらの数は、1%、2%、5%だけ、また時には10~20%も変わり得る。下限RLと上限RUとを有する数値範囲が開示されるときは何時でも、この範囲内に入る任意の数が具体的に開示される。特にこの範囲内の下記の数はいずれも、 $R = RL + k \cdot (RU - RL)$ と開示され、ここでkは1%増分を有する、1%から100%の範囲にある変数である、すなわちkは1%、2%、3%、4%、5%、・・・、50%、51%、51%、・・・、95%、96%、97%、98%、99%または100%である。更に、上記に定義された2つのR数によって定義される任意の数値範囲も具体的に開示される。

40

【0015】

本発明の実施形態は、プロセスを監視する新規な方法を提供する。本明細書で説明される少なくとも幾つかの方法の実施形態はまた、監視されたデータに基づいて、予め決められた処置を取る能力を有する。これらの処置は、製造、製品品質および/またはプロセス効率に影響を与え得るプロセス異常または不調を回避または軽減する。参考が図1に示され、図1は定期的または間欠的プロセス監視方法10を示す一般化された流れ図である。この方法は、a) 少なくとも1つの入力プロセス変数を取得するステップ100と；b) 第1の時間ベース重み付け関数を有する第1の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定するステップ105と；c) 第2の時間ベース重み付け関数を有する第2の方法を使用して前記少なくとも1つの入力プロセス変数

50

に基づいて期待プロセス値を決定するステップ 110 と； d) 前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて第 1 の偏差値を決定するステップ 115 と； e) 前記期待プロセス値と前記第 1 の偏差値とを使用して最大限界と最小限界とを有する限界範囲を計算するステップ 120 と； f) 前記比較プロセス値を前記限界範囲と比較するステップ 125 とを含む。これらのステップは、これから更に詳細に論じられる。

#### 【0016】

(a) 少なくとも 1 つの入力プロセス変数を取得するステップ 100。プロセス変数は、温度、圧力、電圧、流量、重量、切換え位置、電流、電力、高さ、周波数、モデル予測誤差、濃度、または物理的製品特性測定値といったものであるが、これらに限定されない種々のプロセス状態の値である。これらの値は典型的には、プロセス測定装置によって、ならびに種々の計算装置からの計算によって生成される。これらの値は、数値（例えば 24.12）ならびに離散値（例えばオンまたはオフ）であり得る。これらの値の伝達是一般に、コンピュータ、プログラマブルロジックコントローラ（プログラム可能論理コントローラ）および分散制御システムを含み得るがこれらに限定されない種々のプロセス制御装置によって行われる。これらのプロセス変数は、測定され、計算され、または調整され得る。代替実施形態では、関心のプロセス変数は 1 つより多く存在し得る。好適な実施形態ではプロセス変数は、分散制御システム（DCS）に接続されたプロセスコンピュータシステムを介して取得される。代替実施形態では、コンピュータ、制御システム、データロガーなどといったものであるがこれらに限定されない、データを収集してデータを記憶する如何なる装置でも適用可能である。プロセス変数は、ある間隔で動作期間に亘って収集される。動作期間は、如何なる長さの時間でもよい。時間は、任意の単位名であり得る。しかしながら典型的には動作期間はおよそ、秒、分、時間、または日である。ある好適な実施形態では、動作期間は 24 時間である。代替実施形態では、動作期間は 1、2、4、8、12、36、48 または 72 時間であり得るが、これに限定されない。代替実施形態では、動作期間は約 1～2 時間、約 2～4 時間、約 4～8 時間、約 8～12 時間、約 12～36 時間、約 36 時間～48 時間、または約 48～72 時間の範囲にあり得る。ある好適な実施形態では、データ収集の間隔は 15 秒である。代替実施形態ではこの間隔は 10、30、または 60 秒であり得る。代替実施形態では、データ収集の間隔は約 5～10 秒、約 10～30 秒、または約 30～60 秒の範囲にあり得る。

#### 【0017】

もしプロセス変数が調整されれば、これは平均または変分であり得るか、あるいは予測モデル計算を使用して決定され得る。代替実施形態ではプロセス変数は、2 つまたはそれ以上のプロセス変数から数学的または論理的に創造される中間値であり得る。中間値の例は、プロセス変数の和、差、積、商、比または推定値を含むが、これらに限定されない。プロセス条件が温度である幾つかの実施形態では、温度は一般に温度 または T と呼ばれる 2 つのプロセス温度間の差を決定することによって調整される。

#### 【0018】

(b) 第 1 の時間ベース重み付け関数を有する第 1 の方法を使用して少なくとも 1 つのプロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定するステップ 105。

#### 【0019】

第 1 の時間ベース重み付け関数を有する第 1 の方法は、下記のもの、すなわち前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、または周波数分析から選択され得る。選択される方法とは無関係に、値は特定のタイムウィンドウに亘って計算される。この方法は、関心の最近の期間に亘って関心の変数を表す値にプロセス変数を変換する。タイムウィンドウは、プロセス変数、中間値、期待値、最大限界および最小限界が計算される基準の時間フレームである。例は、データが平均値、フィルタリングされた平均値、分散、予測計算値を計算するために使用される期間を含むが、これに限定されない。時間は、監視されるプロセスには適しているが、典型的にはおよそ秒、分、時間、または日である任意の単位名であり得る。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約

1 ~ 5 分、約 5 ~ 15 分、約 15 ~ 30 分、約 30 ~ 45 分、約 45 ~ 60 分、または約 60 ~ 90 分の範囲にあり得る。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 または 90 分であり得る。適当なタイムウィンドウは、プロセス特性、例えば応答時間、遅延時間および雑音、に基づいて予め決められるべきである。ある好適な実施形態では比較プロセス値は、4 分タイムウィンドウに亘って再帰的移動平均を使用して取得される。代替実施形態では比較プロセス値は、約 1 ~ 2 分タイムウィンドウ、約 2 ~ 4 分タイムウィンドウ、約 4 ~ 10 分タイムウィンドウ、または約 10 ~ 30 分タイムウィンドウに亘って再帰的移動平均を使用して取得され得る。

#### 【0020】

10

移動平均は、関心の最近の期間に亘って関心の変数を表す値にデータを変換するために主として使用される方法である。各データポイントは、このデータポイントとその近隣ポイントとの重み付け平均によって置き換えられる。幾つかの実施形態では移動平均方法は、データ列を滑らかにし、関心の特定の特徴を識別する。移動平均は、予め決められた数の順次的データポイントを取ってそれらの値を加算し、それからその合計を加算されたデータポイントの数で除算することによって計算される。言い換えれば、移動平均は、特定の期間に亘るプロセス変数の平均値である。この平均値は予め決められた時間フレームに亘って動く。例えば 30 秒移動平均において、プロセス変数に関する値の計算で使用されたデータセットは、前の 30 秒に亘って収集された値を含む。所望であれば中心の移動平均が使用されることもあり得る。特定の実施形態において適当なもう 1 つの方法は、再帰的移動平均である。再帰的移動平均は、時刻  $t_{(i-1)}$  に関して前に計算された平均値（どのようにしてでも計算された）と 1 つまたはそれ以上の新しいデータポイントとを使用して時刻  $t_{(i)}$  における平均値を計算し、それによって単純な計算で無限に長い時間に亘る測定値を近似する。

20

#### 【0021】

(c) 第 2 の時間ベース重み付け関数を有する第 2 の方法を使用して少なくとも 1 つのプロセス変数に基づいて期待プロセス値を決定するステップ 110。期待プロセス値は、プロセス状態を反映する、典型的には予め決められたタイムウィンドウに亘るプロセスを反映するために利用可能な情報と知識とに基づいて選択される値である。幾つかの実施形態では、期待値は、平均値（移動、再帰的、あるいはこれらの任意の組合せ）、変分、または任意の適当なデータフィルタリング手段によって決定される他の予測計算値である。

30

#### 【0022】

第 2 の時間ベース重み付け関数を有する第 2 の方法は、下記のもの、すなわち、前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、または周波数分析から選択され得る。この方法は、関心の最近の期間に亘る関心の変数を表す値にプロセス変数を変換する。ある好適な実施形態では、第 2 の方法は、90 分タイムウィンドウに亘って再帰的移動平均を使用して期待プロセス値を決定する。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約 1 ~ 5 分、約 5 ~ 15 分、約 15 ~ 30 分、約 30 ~ 45 分、約 45 ~ 60 分、または約 60 ~ 90 分の範囲にあり得る。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 または 90 分であり得る。第 2 の方法は、第 1 の方法と同じであることも、異なることもあり得る。幾つかの実施形態では第 2 の方法は、第 1 の方法と同じであるが、異なる時間ベース重み付け関数を使用する。第 1、第 2 の時間ベース重み付け関数は、異なる値を生成すべきである。比較プロセス値時間ベース重み付け関数は典型的には、期待プロセス値時間ベース重み付け関数より短いタイムフレームをカバーすべきである。ある好適な実施形態の実施では、現在プロセス値時間ベース重み付け関数は、タイムフレームについて期待値時間ベース重み付け関数のタイムフレームよりひとけた分小さくあるべきである。

40

#### 【0023】

(d) 少なくとも 1 つのプロセス変数または履歴データに基づいて第 1 の偏差値を決定

50

するステップ 115。前記第 1 の偏差値は、第 3 の時間ベース重み付け関数を有する第 3 の方法を使用して少なくとも 1 つのプロセス変数に基づいている可能性がある。第 3 の時間ベース重み付け関数を使用する第 3 の方法は、前記少なくとも 1 つの入力プロセス変数の一定数、測定値、移動平均、再帰的移動平均、移動標準偏差、再帰的移動標準偏差、移動分散、再帰的移動分散、現在データ、履歴データ、予測モデリング、または周波数分析であり得る。第 1 の偏差値はまた、一定値または履歴データからの測定値であり得る。幾つかの実施形態では第 1 の偏差値は、入力プロセス変数に関する一定のバイアスであり得る。ある好適な実施形態では偏差値は、90 分タイムウィンドウに亘る再帰的標準偏差を使用して決定される。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 または 90 分であり得る。幾つかの実施形態ではタイムウィンドウは、約 1 ~ 5 分、約 5 ~ 15 分、約 15 ~ 30 分、約 30 ~ 45 分、約 45 ~ 60 分、または約 60 ~ 90 分の範囲にあり得る。ある実施形態では第 1 の偏差値は、高い偏差値および低い偏差値として使用される。

10

#### 【0024】

本発明の代替実施形態では第 2 の偏差値は、少なくとも 1 つの入力プロセス変数または履歴データに基づいて決定される。第 2 の偏差値は、第 4 の時間ベース重み付け関数を有する第 4 の方法を使用して少なくとも 1 つのプロセス変数に基づくことがあり得る。第 4 の時間ベース重み付け関数を使用する第 4 の方法は、本明細書で前に説明された如何なる方法でもあり得る。幾つかの実施形態では第 1 の偏差値は高い偏差値を決定し、第 2 の偏差値は低い偏差値を決定する。第 3、第 4 の方法は異なる可能性があり、あるいは異なる時間ベース重み付け関数を有する同じものである可能性もある。第 3、第 4 の時間ベース重み付け関数は異なる値を生成すべきである。

20

#### 【0025】

ある代替実施形態では、偏差値は乗率パラメータを有する。乗率パラメータは前の分散計算に基づく適当な限界条件を与えるプロセスデータの分析に基づいて選択される。これはしばしば、プロセス特性、製品特性および他のプロセス変数によって影響される。乗率は典型的には、関連するプロセス変数の期待される変分の正常範囲を反映するように選択される。乗率によって計算された限界を超える偏差値は、適当な処置が必要とされることを示唆している。幾つかの実施形態では、乗率は 2 つ (2 個) の標準偏差である。代替実施形態では乗率は、約 1、1 ~ 3 標準偏差、約 3 ~ 5 標準偏差、約 5 ~ 7 標準偏差、または約 7 ~ 10 標準偏差の範囲にあり得る。

30

#### 【0026】

(e) プロセス変数に関する期待プロセス値と第 1 の偏差値限界とを使用して最小限界と最大限界とを有する限界範囲を計算するステップ 120。最小および最大限界は、プロセス変数がある一定のタイムウィンドウ内に入るように期待される、または期待されない領域を定義する。ある代替実施形態では、第 2 の偏差値も限界範囲を計算するために使用される。好適な実施形態では、高い偏差値と低い偏差値は期待プロセス値に加算される。

#### 【0027】

(f) 比較プロセス値を限界範囲と比較するステップ 125。比較プロセス値は、ステップ (e) で計算された限界範囲と比較される。もし比較プロセス値が限界範囲の外にあれば、これはプロセスが正常動作エンベロップ (範囲) に戻るために調整される必要があることを意味している可能性がある。

40

#### 【0028】

参考が図 2 に示され、ある代替実施形態では本方法は、ステップ 125 からの比較に基づいて、予め決められた処置を取ることを更に備える。もし比較プロセス値が限界範囲の外になれば、如何なる処置も取られなくてよい。もし比較プロセス値が限界範囲の外にあれば、予め決められた処置 130 が取られ得る。予め決められた処置は、ステップ 125 の比較の結果に応じて行われるステップ、手順または論理である。予め決められた処置は、手動であり得る、および / または自動化され得る。予め決められた処置は、プロセス異常の回避または軽減を与えるために適当な手順、プログラムまたは論理を実行する。予

50



め決められた処置の例は、圧力、温度、または供給量といった、しかしこれらに限定されない1つまたはそれ以上の動作条件を変えることであり得るが、これに限定されない。幾つかの実施形態では、予め決められた処置はシャットダウン（運転停止）手順を実行することを含む。他の実施形態では、如何なる予め決められた処置も取られない。

【0029】

ある代替実施形態ではプロセスは、プロセスに更なる情報を与えるために他のプログラム、装置などからのインジケータと状態とを使用すること135を更に含む。これらのインジケータまたは状態は、プロセス動作モード、既知の装置誤動作およびアラーム状態であり得るが、これらに限定されない。これらのインジケータまたは状態に基づく情報を使用して、プロセス性能を所望の動作エンベロープ内に保持するため、または動作状態の異常な変化を識別するために予め決められた処置が与えられる140。予め決められた処置は、プロセスインジケータの状態を決定した後に行われるステップ、手順または論理である。予め決められた処置は、手動であり得る、および/または自動化され得る。予め決められた処置は、プロセス異常の回避または軽減を与えるために適当な手順、プログラムまたは論理を実行する。予め決められた処置の例は、圧力、温度、または供給量といった、しかしこれらに限定されない1つまたはそれ以上の動作状態を変えることであり得るが、これに限定されない。幾つかの実施形態では、予め決められた処置はシャットダウン手順を実行することを含む。他の実施形態では、如何なる予め決められた処置も取られない。

10

【0030】

下記の実施例は、本発明の一実施形態を例示している。これは、別なふうに説明され、また本明細書で請求されるように、本発明を限定しない。この実施例におけるすべての数は近似値である。

20

【実施例1】

【0031】

メタロセン触媒を使用する気相流動化ベッド反応装置において重合プロセスが実行される。反応装置は下記の範囲内で、すなわち、a) 約23.6から約24.1バール絶対圧力（約343から約349 psig）の全反応装置圧力；b) 約84.0から約95.0の反応装置ベッド温度で連続的に動作する。オレフィンエチレンとヘキセン1である。供給ガスの組成は、重量で約60から約63パーセントのエチレンと；約0.42から約0.44パーセントのヘキセン1と；約0.177から約0.192パーセントの水素と；窒素、エタン、メタンおよびプロパンを含む残りである。

30

【0032】

反応装置ベッド温度（RBT）は、分配板の約30センチメートル上方に約20センチメートル挿入された抵抗温度検出器（RTD）によって測定される。

【0033】

3つの壁温度は、反応装置に約0.6センチメートル挿入された熱電対を用いて反応装置の壁に沿って測定される。壁温度1（WT1）は反応装置分配板の約15センチメートル上に位置しており；壁温度2（WT2）は分配板の約90センチメートル上であり；壁温度3（WT3）は分配板の約180センチメートル上である。

【0034】

約24時間プロセス動作期間が調査され、本方法のステップは、分散制御システム（DCS）に接続されたプロセスコンピュータを使用して15秒ごとに周期的に実行される。本方法は下記のステップを備える。

40

【0035】

(a) 少なくとも1つのプロセス変数を取得するステップ。上記の4つの温度（RBT、WT1、WT2およびWT3）は、DCSからプロセスコンピュータ内に取り込まれる。3つの反応装置壁温度（WT1、WT2およびWT3）を使用して、反応装置壁温度と反応装置ベッド温度との差（ $WT_n - RBT$ ）を計算する。この差は、中間プロセス変数である。（WT1 - RBT）は、動作期間に亘って約-4.5から-1.4まで変化した。（WT2 - RBT）は、動作期間に亘って約-0.8から0.7まで変

50

化した。(WT3 - RBT)は、動作期間に亘って約0.5から1.7まで変化した。

【0036】

(b)第1の時間ベース重み付け関数を有する第1の方法を使用して少なくとも1つのプロセス変数に基づいて比較プロセス値を決定するステップ。4分タイムウィンドウに亘って再帰的移動平均を使用して、これらの温度差の各々に関して比較プロセス値が計算される。現在プロセス値は、反応装置温度差1に関して約-4.3から約-1.6；反応装置温度差2に関して約1.8から約-0.2；反応装置温度差3に関して約0.5から約1.5 変化した。

【0037】

(c)第2の時間ベース重み付け関数を有する第2の方法を使用して少なくとも1つのプロセス変数に基づいて期待プロセス値を決定するステップ。90分タイムウィンドウに亘って再帰的移動平均を使用して、これらの温度差の各々に関して期待プロセス値が計算される。

【0038】

(d)少なくとも1つのプロセス変数に基づいて第1の偏差値を決定するステップ。90分タイムウィンドウに亘って再帰的移動標準偏差を使用して、これらの温度差の各々に関して標準偏差を計算する。更に30分タイムウィンドウに亘って再帰的移動標準偏差を使用して、反応装置ベッド温度設定点に関して標準偏差を計算する。反応装置ベッド温度設定点標準偏差は、反応装置ベッド温度設定点が変わるときにプロセスのより高い期待分散を明らかにするように意図されている。反応装置ベッド温度設定点の典型的影響は、主として製品移行時またはプロセス不調時に観察される。他のときに反応装置ベッド温度設定点は変化しないので、反応装置ベッド温度設定点は計算された標準偏差に如何なる影響も与えない。

【0039】

温度差標準偏差と反応装置ベッド設定温度標準は、各温度差に関する標準偏差の合計または のために互いに加算される。それからこの は、乗率パラメータ、この場合2.0と乗算される。この乗率は、プロセスデータを分析してシステムの必要な感度を決定することによって到達される。この場合の乗数は、当業者に広く知られている基本的統計的事実である2.0 (標準偏差)である。

【0040】

(e)期待プロセス値と第1の偏差値限界とを使用して最小値と最大値とを有する限界範囲を計算するステップ。乗算された は、最小限界を取得するために温度差の各々に関して計算された期待値から減算され、また最大限界を取得するために温度差の各々に関して計算された期待値に加算される。最小限界は、反応装置温度差1に関しては約-9.7から-1.9 まで；反応装置温度差2に関しては約-7.4から-0.6 まで；反応装置温度差3に関しては約-4.9から1.2 まで変化した。最大限界は、反応装置温度差1に関しては約-1.7から4.2 まで；反応装置温度差2に関しては約-0.8から5.4 まで；反応装置温度差3に関しては約1.0から6.9 まで変化した。

【0041】

表1は、15秒ごとに取られて図3、4、5を作るために使用される、実行された計算の例示的データポイントを示す。

【0042】

(f)比較プロセス値を限界範囲と比較するステップ。ステップ(b)からの比較プロセス値は、ステップ(e)で計算されたこれらの対応する最小および最大限界と比較される。プロセス動作期間の大部分の間、すべての反応装置温度差に関する現在プロセス値は、最小および最大限界内に入った。図3、4および5はプロセス変数1 ( (WT1 - RBT)、2 ( (WT2 - RBT)、および3 ( (WT3 - RBT)それぞれに関してプロセス監視技法を描くグラフである。図1を参照すると、反応装置温度差1に関する現在プロセス値は約45分間、最小限界(約-2.34)より下に降下した。反応装置温

10

20

30

40

50

度差 1 に関する現在プロセス値は約 3 9 分間、最小限界より上に戻って、それから約 2 5 分間、最小限界（約 - 2 . 9 5 ）より下に降下した。

【表 1】

表 1 : 例示的データポイント

壁温度 1 (WT1), °C	83.353	
壁温度 2 (WT2), °C	85.402	10
壁温度 3 (WT3), °C	86.321	
反応装置ベッド温度 (RBT), °C	85.121	
中間プロセス変数 1 ( $\Delta$ WT1-RBT), °C	-1.768	
中間プロセス変数 2 ( $\Delta$ WT2-RBT), °C	0.281	
中間プロセス変数 3 ( $\Delta$ WT3-RBT), °C	1.200	20
比較プロセス値 1, °C	-1.604	
比較プロセス値 2, °C	-0.416	
比較プロセス値 3, °C	1.394	
プロセス値 1 に関する最大限界, °C	-1.435	
プロセス値 2 に関する最大限界, °C	0.016	
プロセス値 3 に関する最大限界, °C	1.545	30
プロセス値 1 に関する最小限界, °C	-1.936	
プロセス値 2 に関する最小限界, °C	-0.879	
プロセス値 3 に関する最小限界, °C	1.123	
期待プロセス値 1, °C	-1.686	
期待プロセス値 2, °C	-0.431	40
期待プロセス値 3, °C	1.334	

【 0 0 4 3 】

プロセス動作期間の大部分の間、上記の 2 つの違反を除いて、予め決められた処置は取られない。上記のように 2 つの別々の時間に、比較プロセス値は最小限界より下になった。反応装置差 1 に関する最小限界の第 1 の違反が起こったとき、オペレータは通知されて、他のプロセス測定値と計算値、例えば反応装置樹脂ベッド重量と樹脂流動化密度が検査され、前の状態から上昇したことが分かった。反応装置への触媒供給は、この違反に応じて実質的に減らされた。

## 【 0 0 4 4 】

ポリマー（重合体）製品の検査は、この実施例の動作期間中に反応装置内に材料の小さな塊と破片が作られたことを示した。上記のプロセス監視技法によって催促されたオペレータの処置によって、反応装置のシャットダウン（運転停止）は回避された。

## 【 0 0 4 5 】

本発明は限定された数の実施形態に関して説明されてきたが、一実施形態の固有の特徴が本発明の他の実施形態に属すると考えられるべきではない。如何なる 1 つの実施形態も、本発明のすべての態様を表現してはいない。更に、これらの実施形態からの変形と修正が存在する。例えば他のプロセスは、コンピュータシステムを使用するデータ収集によって、またはよらずに監視され得る。更に本明細書で説明された方法のうちの幾つかの実施形態は、列挙されたステップからなる、あるいは本質的に、列挙されたステップからなる。他の実施形態ではこれらのステップは、種々の時間的順序で実行される。添付の特許請求の範囲は、このようなすべての変形と修正とを本発明の範囲内に入るものとしてカバーすることを意図している。ポリマー特性のばらつきは、本明細書で説明された方法によって減らされ得る。ばらつきの減少のせいで、同時に起こる製造中断と樹脂特性の劣化の急増の可能性は減らされ、生産速度は高速化され得る。更に、生産速度と樹脂特性は、所望値により近く保持され得る。本明細書は化学プロセス、より具体的には重合プロセスに関して実施形態を論じたが、これはこれらのプロセスのみに限定されるべきではない。異常なプロセス状態を回避または軽減することから利益を得て、測定値および / またはデータを取得できるすべてのプロセスは、この開示によって包含され得る。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 プロセス監視技法の流れ図である。

【 図 2 】 プロセス監視技法の代替実施形態である。

【 図 3 】 本実施例のプロセス値 1 に関するプロセス監視技法の一実施形態を示すグラフである。

【 図 4 】 本実施例のプロセス値 2 に関するプロセス監視技法の一実施形態を示すグラフである。

【 図 5 】 本実施例のプロセス値 3 に関するプロセス監視技法の一実施形態を示すグラフである。

10

20

30

【図1】

10

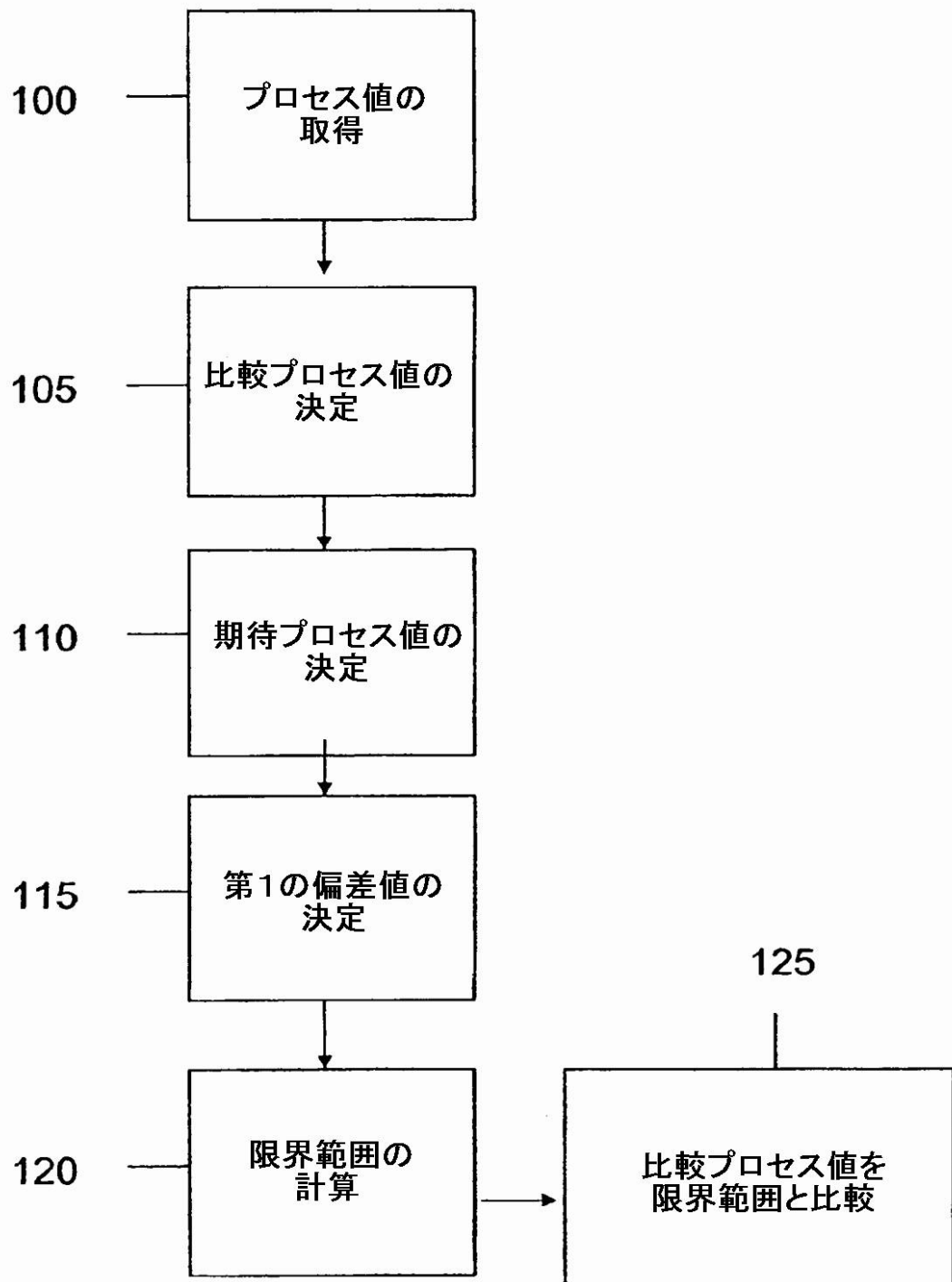


Fig. 1

【図 2】

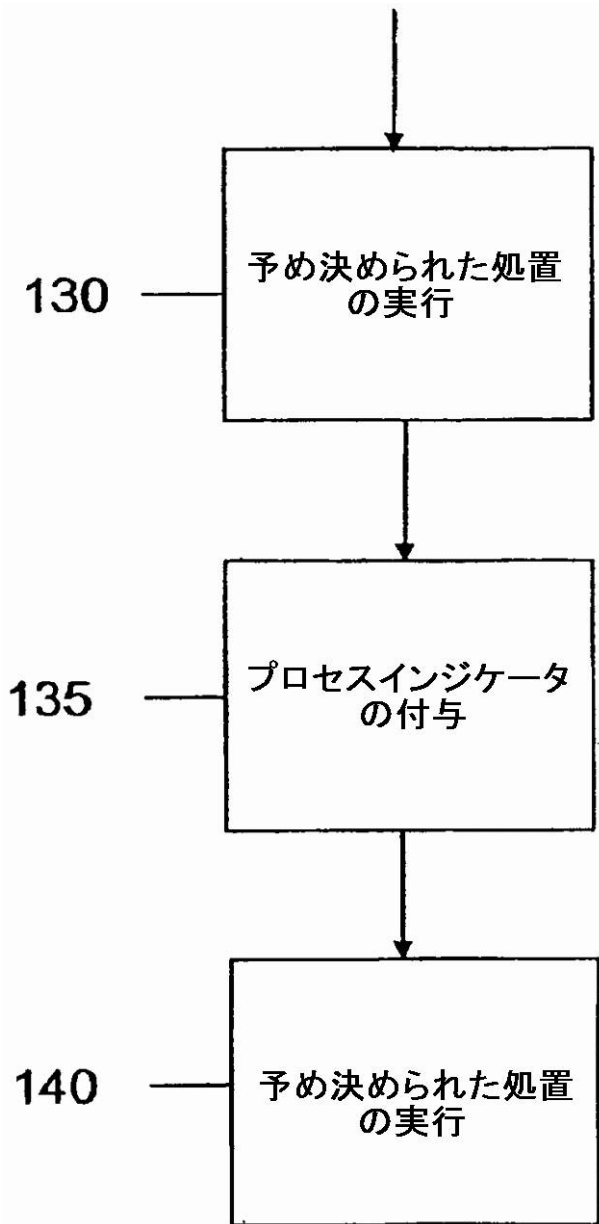
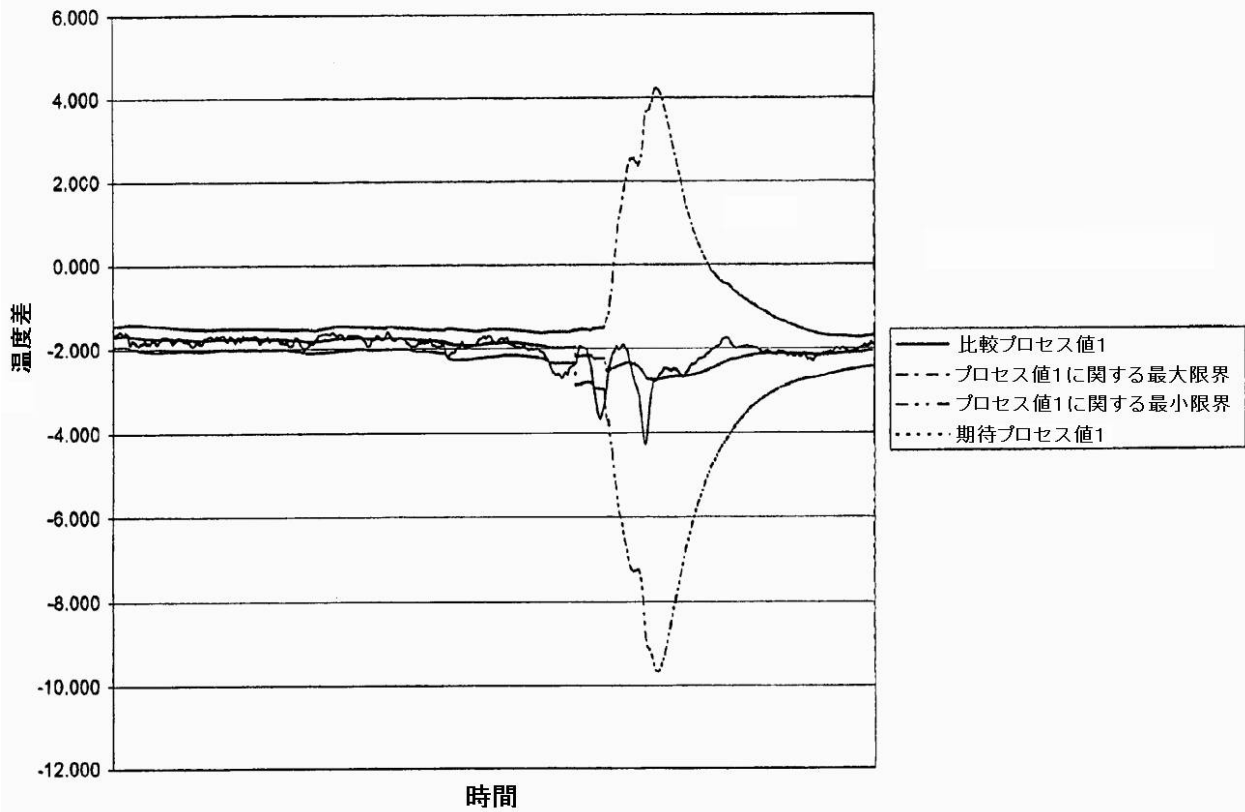


Fig. 2

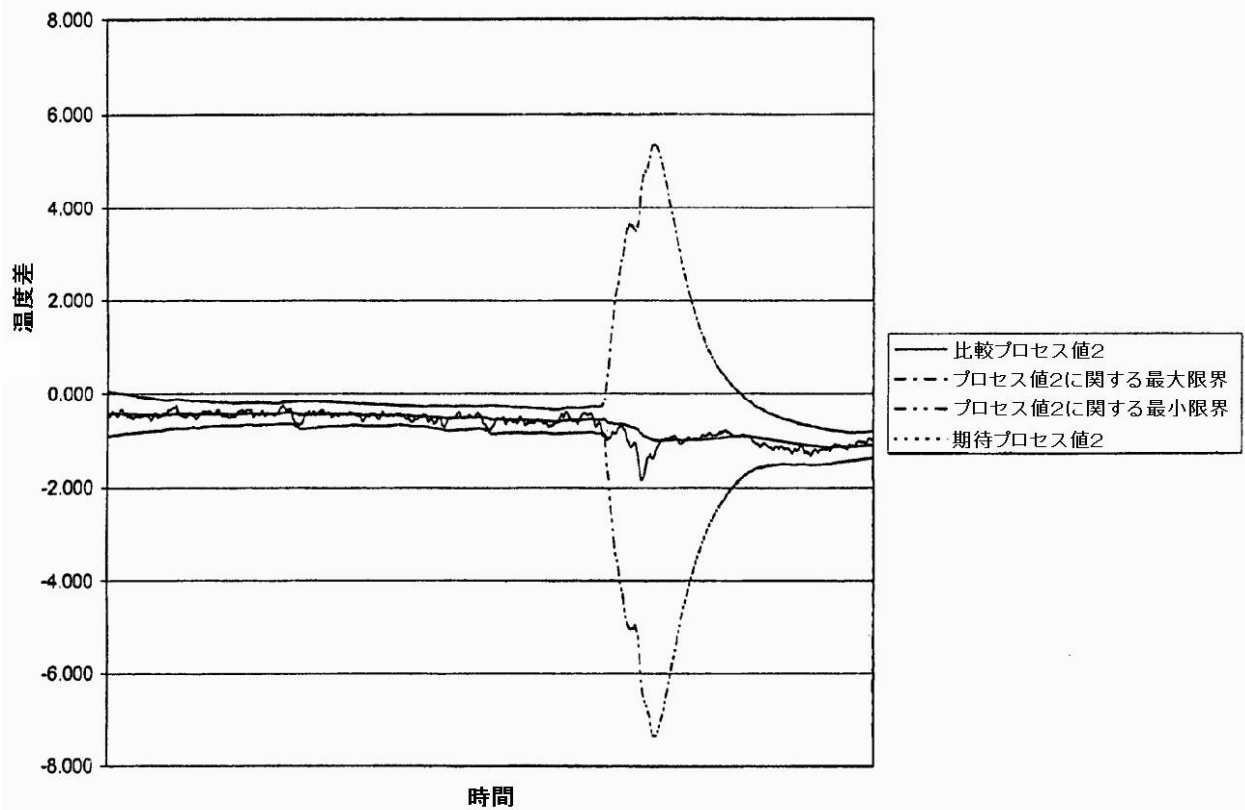
【 図 3 】

FIG. 3: プロセス値1に関するプロセス監視



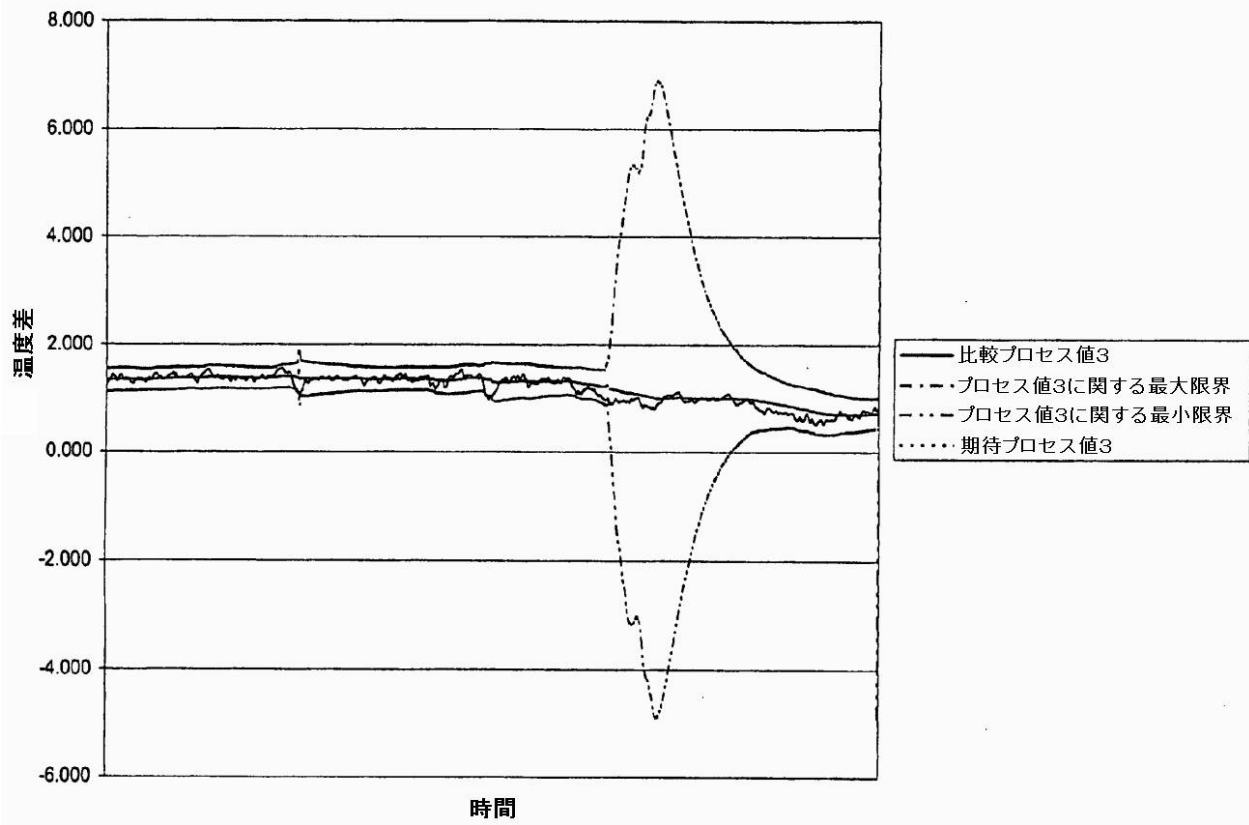
【 図 4 】

FIG. 4: プロセス値2に関するプロセス監視



【 図 5 】

FIG. 5: プロセス値3に関するプロセス監視





## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2007/009059

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G05B9/02 G05B23/02 G06F11/34		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G05B G06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/079160 A1 (MCGEE JOHN [US] ET AL) 24 April 2003 (2003-04-24) figures 2,3,11 paragraphs [0052] - [0100] paragraphs [0220] - [0227]	1-20
X	EP 1 542 108 A (SIEMENS AG [DE]) 15 June 2005 (2005-06-15) the whole document	1-20
X	DE 10 2004 004065 A1 (VAILLANT GMBH [DE]) 12 August 2004 (2004-08-12) the whole document	1-20
X	US 6 182 022 B1 (MAYLE GARY E [US] ET AL) 30 January 2001 (2001-01-30) the whole document	1-20
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  20 September 2007		Date of mailing of the international search report  01/10/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Schriefl, Josef

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2007/009059

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/171705 A1 (RENNER PETER [DE]) 4 August 2005 (2005-08-04) the whole document -----	1-20
A	US 6 654 697 B1 (ERYUREK EVREN [US] ET AL) 25 November 2003 (2003-11-25) the whole document -----	1-20
A	US 5 402 521 A (NIIDA KAZUO [JP] ET AL) 28 March 1995 (1995-03-28) the whole document -----	1-20
A	EP 0 508 386 A (UNION CARBIDE IND GASES TECH [US] PRAXAIR TECHNOLOGY INC [DE]) 14 October 1992 (1992-10-14) the whole document -----	1-20

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/009059

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003079160 A1	24-04-2003	NONE	
EP 1542108 A	15-06-2005	CN 1890615 A WO 2005057310 A1 JP 2007514224 T US 2007150220 A1	03-01-2007 23-06-2005 31-05-2007 28-06-2007
DE 102004004065 A1	12-08-2004	EP 1479984 A1	24-11-2004
US 6182022 B1	30-01-2001	NONE	
US 2005171705 A1	04-08-2005	EP 1533669 A1	25-05-2005
US 6654697 B1	25-11-2003	NONE	
US 5402521 A	28-03-1995	NONE	
EP 0508386 A	14-10-1992	BR 9201241 A CA 2065498 A1 CN 1066618 A JP 5157449 A MX 9201596 A1 US 5257206 A	01-12-1992 09-10-1992 02-12-1992 22-06-1993 01-10-1992 26-10-1993

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 サンプルズ, ポール, ケー.

アメリカ合衆国, ウェストバージニア州 2 5 5 6 0, スコット デポー, メイプルウッド エステイツ 2 2 2

(72)発明者 パリッシュ, ジョン, アール.

アメリカ合衆国, ウェストバージニア州 2 5 3 1 3, チャールストン, デンプシー ドライブ 5 0 0 2

(72)発明者 ラース, デビ -, デー.

アメリカ合衆国, テキサス州 7 7 9 5 4, クエロ, グリーン ドゥヴィット ロード 2 3 8 3

(72)発明者 マクニール, トーマス, ジェイ.

アメリカ合衆国, ウェストバージニア州 2 5 3 1 3, クロス レーンズ, ウェストブルック ドライブ 5 3 2 4

F ターム(参考) 5H223 AA01 BB02 DD03 EE30 FF06