

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5022439号  
(P5022439)

(45) 発行日 平成24年9月12日 (2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月22日 (2012.6.22)

(51) Int.Cl. F I  
**G05B 23/02 (2006.01)**  
 G05B 23/02 T  
 G05B 23/02 301Y  
 G05B 23/02 302Y

請求項の数 2 (全 30 頁)

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2009-519589 (P2009-519589)  | (73) 特許権者 | 500575824   |
| (86) (22) 出願日 | 平成19年7月3日 (2007.7.3)          |           | ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド  |
| (65) 公表番号     | 特表2009-543259 (P2009-543259A) |           | アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245 |
| (43) 公表日      | 平成21年12月3日 (2009.12.3)        | (74) 代理人  | 100140109   |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2007/072712             |           | 弁理士 小野 新次郎  |
| (87) 国際公開番号   | W02008/005967                 | (74) 代理人  | 100089705   |
| (87) 国際公開日    | 平成20年1月10日 (2008.1.10)        |           | 弁理士 社本 一夫   |
| 審査請求日         | 平成22年6月10日 (2010.6.10)        | (74) 代理人  | 100075270   |
| (31) 優先権主張番号  | 11/482, 884                   |           | 弁理士 小林 泰  |
| (32) 優先日      | 平成18年7月7日 (2006.7.7)          | (74) 代理人  | 100080137   |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           | 弁理士 千葉 昭男   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセス制御システムにおけるアクチュエータ性能監視のための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセス制御システム(100)においてアクチュエータ(116~124)の試験を開始するステップと、前記試験は、前記アクチュエータに変動する制御信号を提供するステップを含み、前記変動する制御信号は変動する圧力信号を含み、

前記変動する制御信号に対する前記アクチュエータの応答を解析するステップと、前記解析により、前記アクチュエータが、1つまたは複数の故障を被っているか否かを決定し、

任意の被識別故障を識別する少なくとも1つの通知を提供するステップと、を含み、  
 前記アクチュエータの応答を解析するステップは、

前記アクチュエータについて加圧曲線を生成するステップと、前記加圧曲線は、前記変動する圧力信号に応答して、前記アクチュエータ内の圧力が時間と共にどのように変動するかを識別し、

前記加圧曲線に最適の2つの多項式曲線を選択するステップと、

各前記多項式曲線から前記加圧曲線の最大の正の偏差と最大の負の偏差を識別するステップと、

前記多項式曲線に対して最大の正の偏差と最大の負の偏差を加算するステップと、

前記加算された和が閾値を超えたか否かを決定するステップと、を含み、

前記アクチュエータは、シート材料を生産するために動作可能なシート生産機械におけるアクチュエータを含む、

方法。

【請求項 2】

少なくとも 1 つのプロセッサ ( 1 3 0 ) を備える装置 ( 1 0 6 ) であって、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、

プロセス制御システム ( 1 0 0 ) においてアクチュエータ ( 1 1 6 ~ 1 2 4 ) の試験を開始するよう動作し、前記試験は、前記アクチュエータに変動する制御信号を提供し、前記変動する制御信号は変動する圧力信号を含み、前記アクチュエータは、シート材料を生産するために動作可能なシート生産機械におけるアクチュエータを含み、

前記変動する制御信号に対する前記アクチュエータの応答を解析して、前記アクチュエータが、1 つまたは複数の故障を被っているか否かを決定するよう動作し、

任意の被識別故障を識別する少なくとも 1 つの通知を提供するよう動作可能であり、

前記少なくとも 1 つのプロセッサは前記アクチュエータの応答を、

前記アクチュエータについて加圧曲線を生成するステップと、前記加圧曲線は、前記変動する圧力信号に応答して、前記アクチュエータ内の圧力が時間と共にどのように変動するかを識別し、

前記加圧曲線に最適の 2 つの多項式曲線を選択するステップと、

各前記多項式曲線から前記加圧曲線の最大の正の偏差と最大の負の偏差を識別するステップと、

前記多項式曲線に対して最大の正の偏差と最大の負の偏差を加算するステップと、

前記加算された和が閾値を超えたか否かを決定するステップ、により解析するよう動作可能である、

装置 ( 1 0 6 ) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般には制御システムに関し、より具体的には、プロセス制御システムにおけるアクチュエータ性能監視のための装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

処理施設は、プロセス制御システムを使用して管理されることが多い。例示的な処理施設は、製造プラント、化学プラント、原油精製所、および鉱石処理プラントを含む。オペレーションの中でもとりわけ、プロセス制御システムは、通常、処理施設内の弁、アクチュエータ、および他の産業機器の使用を管理する。

【0003】

多くの従来の処理施設において、産業機器は、アクセスし、調査し、保守することが難しいことが多い。たとえば、紙生産プロセスでは、蒸気アクチュエータは、抄紙機内の過酷な環境内に配置されることが多い。蒸気アクチュエータにアクセスするために、保守要員または他の要員は、しばしば、抄紙機の一部を解体しなければならず、それは、時間がかかり、労働集約的で、費用がかかる試みとなる。結果として、保守要員または他の要員に、蒸気アクチュエータの状態を物理的に調査し、決定させることは不都合である、または、望ましくないことが多い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、プロセス制御システムにおけるアクチュエータ性能監視のための装置および方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第 1 の実施形態では、方法は、プロセス制御システムにおいてアクチュエータの試験を開始することを含む。試験は、アクチュエータに変動する制御信号を提供することを含む

10

20

30

40

50

。方法は、また、変動する制御信号に対するアクチュエータの応答を解析することによって、それにより、アクチュエータが、1つまたは複数の故障を被っているか否かを決定する、解析することを含む。さらに、方法は、任意の被識別故障を識別する少なくとも1つの通知を提供することを含む。

【0006】

特定の実施形態では、変動する制御信号は、変動する圧力信号を含むことができる。同様に、アクチュエータの応答を解析することは、アクチュエータについて第1の加圧曲線を生成することを含むことができる。第1の加圧曲線は、変動する圧力信号に反応して、アクチュエータ内の圧力が時間と共にどのように変動するかを識別する。アクチュエータの応答を解析することは、また、第1の加圧曲線を第2の加圧曲線と比較すること、および、比較に基づいて時間差プロットを生成することを含むことができる。時間差プロットは、時間と共に、第1の加圧曲線が、第2の加圧曲線とどのように異なるかを識別する。アクチュエータの応答を解析することは、さらに、時間差プロットを解析することによって、それにより、アクチュエータが、何らかの故障を被っているか否かを決定する、解析することをさらに含むことができる。第2の加圧曲線は、アクチュエータがプロセス制御システムにおいて最初に作動したときに生成されるベースライン加圧曲線を含むことができる。

10

【0007】

第2の実施形態では、装置は、プロセス制御システムにおいてアクチュエータの試験を開始するよう動作する少なくとも1つのプロセッサを含む。試験は、アクチュエータに変動する制御信号を提供することを含む。少なくとも1つのプロセッサは、また、変動する制御信号に対するアクチュエータの応答を解析して、アクチュエータが、1つまたは複数の故障を被っているか否かを決定するよう動作する。さらに、少なくとも1つのプロセッサは、任意の被識別故障を識別する少なくとも1つの通知を提供するよう動作する。

20

【0008】

第3の実施形態では、コンピュータプログラムは、コンピュータ読取り可能媒体上で具現化され、かつ、プロセッサによって実行されるよう働く。コンピュータプログラムは、プロセス制御システムにおいてアクチュエータの試験を開始するためのコンピュータ読取り可能プログラムコードを含む。試験は、アクチュエータに変動する制御信号を提供することを含む。コンピュータプログラムは、また、変動する制御信号に対するアクチュエータの応答を解析して、アクチュエータが、1つまたは複数の故障を被っているか否かを決定するためのコンピュータ読取り可能プログラムコードを含む。さらに、コンピュータプログラムは、任意の被識別故障を識別する少なくとも1つの通知を提供するためのコンピュータ読取り可能プログラムコードを含む。

30

【0009】

他の技術的特徴は、以下の図、説明、および特許請求項から当業者に容易に明らかになる可能性がある。

本開示のより完全な理解のために、添付図面に関連して考えられる以下の説明がここで参照される。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】本開示による例示的なプロセス制御システムを示す図である。

【図2】本開示によるプロセス制御システムにおいてアクチュエータ性能監視のための例示的なグラフィカルユーザインタフェースを示す図である。

【図3】本開示によるプロセス制御システムにおいてアクチュエータ性能監視のための例示的なグラフィカルユーザインタフェースを示す図である。

【図4】本開示によるプロセス制御システムにおいてアクチュエータ性能監視のための例示的なグラフィカルユーザインタフェースを示す図である。

【図5】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

50



【図31】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図32】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図33】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図34】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図35】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

10

【図36】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図37】本開示による、アクチュエータの故障を識別するための例示的な信号解析を示す図である。

【図38】本開示によるプロセス制御システム内のアクチュエータ性能監視のための例示的な方法を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0011】

図1は、本開示による例示的なプロセス制御システム100を示す。図1に示すプロセス制御システム100の実施形態は、例証だけのためのものである。プロセス制御システム100の他の実施形態は、本開示の範囲から逸脱することなく使用されてもよい。

20

##### 【0012】

この例示的な実施形態では、プロセス制御システム100は、抄紙機102、コントローラ104、アクチュエータ性能モニタ106、およびネットワーク108を含む。抄紙機102は、紙製品を生産するのに使用される種々のコンポーネントを含む。この実施例では、リール112において収集された紙シート110を生産するために、種々のコンポーネントが使用されてもよい。

##### 【0013】

図1に示すように、抄紙機102は、連続移動式ワイヤスクリーンまたはメッシュ上で、機械にわたって均一にパルプ懸濁液を分散させるヘッドボックス114を含む。ヘッドボックス114に入るパルプ懸濁液は、たとえば、0.2~3%木材繊維および/または他の個体を含有してもよく、懸濁液の残りは水である。ヘッドボックス114は、シートにわたってパルプ懸濁液内に希釈水を分散させる希釈アクチュエータ116のアレイを含んでもよい。希釈水が使用されて、得られる紙シート110が、シートにわたってより均一な坪量を有することを確保するのに役立つ場合がある。ヘッドボックス114は、また、スライスリップ・アクチュエータ118のアレイを含んでもよく、スライスリップ・アクチュエータ118は、パルプ懸濁液が、そこからヘッドボックス114を出て移動式ワイヤスクリーンまたはメッシュ上に入る、機械にわたるスライス開口を制御する。スライスリップ・アクチュエータ118のアレイは、同様に、紙シート110の坪量を制御するのに使用されてもよい。

30

40

##### 【0014】

蒸気アクチュエータ120のアレイは、熱蒸気を生成し、熱蒸気は、紙シート110に浸透し、蒸気の潜熱を紙シート110内に放出し、それにより、紙シート110の温度を増加させる。温度の増加は、紙シート110からの水の容易な除去を可能にする可能性がある。蒸気アクチュエータ120は、たとえば、HONEYWELL INTERNATIONAL INC.からのDEVRONIZER STEAM BOXのアクチュエータを表すことができる。再湿潤化シャワアクチュエータ122のアレイは、紙シート110の表面上に水の小滴(霧化されてもよい)を付加する。再湿潤化シャワアクチュエータ122が使用されて、紙シート110の水分プロファイルを制御するか、紙シート110の過剰乾燥を減らす、または、防止するか、あるいは、紙シート110内のドライストリークを補正してもよい。

50

## 【 0 0 1 5 】

紙シート 1 1 0 は、その後、逆回転ロールのいくつかのニップを通過する。誘導加熱アクチュエータ 1 2 4 のアレイは、機械にわたって鉄ロールのシェル表面を加熱する。ロール表面が局所的に熱くなると、ロール直径は、局所的に拡張し、そのため、ニップ圧を増加させ、次に、紙シート 1 1 0 を局所的に圧迫する。したがって、誘導加熱アクチュエータ 1 2 4 のアレイが使用されて、紙シート 1 1 0 のキャリパ（厚さ）プロファイルを制御してもよい。紙シートの厚さ、平滑度、および光沢を改善するために、スーパーカレンダなどのさらなるコンポーネントが使用されて、紙シート 1 1 0 をさらに処理することができる。

## 【 0 0 1 6 】

これは、紙製品を生産するのに使用されてもよい、1つのタイプの抄紙機 1 0 2 の簡潔な説明を示す。このタイプの抄紙機 1 0 2 に関するさらなる詳細は、当技術分野でよく知られており、本開示の理解のために必要とされない。同様に、これは、プロセス制御システム 1 0 0 で使用されてもよい、1つの特定のタイプの抄紙機 1 0 2 を示す。紙製品を生産する任意の他のまたはさらなるコンポーネントを含む、他の機械またはデバイスが使用されることができる。さらに、本開示は、紙製品を生産するシステムに関する使用に限定されず、プラスチック、織物、金属箔、またはシートなどの、他のアイテムまたは材料、あるいは、他のまたはさらなる材料を生産するシステムに関して使用されることができる。

## 【 0 0 1 7 】

コントローラ 1 0 4 は、抄紙機 1 0 2 の動作を制御することが可能である。たとえば、コントローラ 1 0 4 は、抄紙機 1 0 2 において種々のアクチュエータの動作を制御してもよい。特定の実施例として、蒸気アクチュエータ 1 2 0 は、空気圧アクチュエータを表すことができ、コントローラ 1 0 4 は、空気圧空気制御信号を蒸気アクチュエータ 1 2 0 に提供することができる。コントローラ 1 0 4 は、抄紙機 1 0 2 の少なくとも一部の動作を制御するための、任意のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、または、その組合せを含む。一部の実施形態では、コントローラ 1 0 4 は、それぞれがセンサのセットを含んでもよい1つまたは複数のスキャナ 1 2 6 ~ 1 2 8 からの測定データを使用して動作する。スキャナ 1 2 6 ~ 1 2 8 は、紙シート 1 1 0 を走査し、重量、水分、キャリパ（厚さ）、光沢、平滑度、あるいは、紙シート 1 1 0 の任意の他のまたはさらなる特性などの紙シート 1 1 0 の1つまたは複数の特性を測定することが可能である。スキャナ 1 2 6 ~ 1 2 8 はそれぞれ、センサのセットまたはセンサのアレイなどの、紙シート 1 1 0 の1つまたは複数の特性を測定するか、または、検出する任意の適した1つまたは複数の構造を含む。

## 【 0 0 1 8 】

アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、抄紙機 1 0 2 内の種々のアクチュエータの動作を試験することが可能である。アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、また、試験結果を解析し、被試験アクチュエータに関する何らかの故障を識別し、故障が検出されると、アラームまたは他の通知を生成することが可能である。たとえば、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、（コントローラ 1 0 4 との相互作用によって）抄紙機 1 0 2 において蒸気アクチュエータ 1 2 0 の動作を試験し、現在の試験結果を以前の試験結果と比較することができる。以前の試験結果は、たとえば、蒸気アクチュエータ 1 2 0 が抄紙機 1 0 2 において最初に設置されたときに生成されている可能性がある。以前の試験結果は、被試験アクチュエータについてのベースラインを確立してもよく、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、被試験アクチュエータの現在の性能が以前の性能とどのように異なっているかを決定することができる。

## 【 0 0 1 9 】

アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、抄紙機 1 0 2 においてアクチュエータの現在の性能能力を決定するために任意の適した試験（複数可）を実施することができる。たとえば、コントローラ 1 0 4 は、空気圧信号の形態でアクチュエータへの制御信号を提供する空

10

20

30

40

50

気圧コントローラを表すことができる。アクチュエータ性能モニタ 106 は、コントローラ 104 に、アクチュエータに対する空気圧信号を増加させ、その後、アクチュエータに対する空気圧信号を減少させるようにすることができ、また、アクチュエータ性能モニタ 106 は、アクチュエータの結果得られる振舞いを監視することができる。

#### 【0020】

アクチュエータ性能モニタ 106 は、その後、試験結果を解析して、アクチュエータが 1 つまたは複数の故障を被っているか否かを決定することができる。たとえば、アクチュエータ性能モニタ 106 は、蒸気アクチュエータが、過剰なスティッキング、スリッピング、焼付き（弁が固着した）、またはヒステリシスを被っているか否かを決定することができる。アクチュエータ性能モニタ 106 は、また、アクチュエータ内のコンポーネントが故障したか否か（戻りばねの破損など）、または、アクチュエータが過剰な背圧を被っているか否かを決定することができる。アクチュエータ性能モニタ 106 は、さらに、アクチュエータ用の空気圧制御信号を搬送するチューブが漏れているか、または、閉塞しているかを決定することができる。さらに、アクチュエータ性能モニタ 106 は、アクチュエータに影響を及ぼす、プロセス制御システム 100 に対する機械的变化を検出することができる。アクチュエータ性能モニタ 106 は、アクチュエータまたはアクチュエータのグループに関して、他のまたはさらなるどんな故障をも検出することができる。

10

#### 【0021】

以下は、プロセス制御システム 100 およびアクチュエータ性能モニタ 106 の特定の実施態様の特定の詳細を示す。これらの詳細は、例証だけのためのものである。異なる方法で動作する他のプロセス制御システム 100 またはアクチュエータ性能モニタ 106 は、本開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。

20

#### 【0022】

一部の実施形態では、アクチュエータ性能モニタ 106 は、被試験アクチュエータまたは抄紙機 102 が、もはや紙シート 110 を生産するために使用されていないことを検出することによって、アクチュエータ試験を始動してもよい。たとえば、アクチュエータ性能モニタ 106 は、紙シート 110 が破損するか、または、裂けたときを検出することができ、それにより、シート 110 の生産を停止する。この時点で、アクチュエータ性能モニタ 106 は、アクチュエータの試験を始動することができる。これは、アクチュエータの試験が、抄紙機 102 の通常の運転に干渉しないことを確保するのに役立つ。

30

#### 【0023】

特定の実施形態では、コントローラ 104 は、HONEYWELL INTERNATIONAL INC. からの INTELLIGENT DISTRIBUTED PNEUMATIC (「IDP」) コントローラなどのインテリジェントコントローラを表す。このタイプのコントローラ 104 は、バイナリソレノイド弁および正確でかつ感度の高い圧力センサを含むことができる。コントローラ 104 は、HONEYWELL INTERNATIONAL INC. からの 8 つの A7 蒸気アクチュエータなどの空気圧制御式アクチュエータのバンクを制御してもよい。これらのアクチュエータは、コントローラ 104 からの空気圧制御信号に応じて、紙シート 110 に加える蒸気量を変える。各空気圧アクチュエータは、時間に対してアクチュエータの出力圧をプロットすることによって生成される曲線などの特性曲線を有してもよい。この関係は、一般に、直線的であり、

40

$$P * A = K * x$$

として書かれることができる。式中、P は圧力を表し、A は面積を表し、K は定数であり、x は変位である。

#### 【0024】

特定の実施例として、アクチュエータ 120 は、6 psi (41 kPa) から 30 psi (207 kPa) まで変わる圧力を使用して制御されることができる。6 psi (41 kPa) において、アクチュエータは完全に開放し、最大蒸気量が、スクリーンプレートを通して紙シート 110 上に流れることを可能にする。30 psi (207 kPa) において、アクチュエータは完全に閉鎖し、スクリーンプレートを通してほとんどまたはまっ

50

たく蒸気が流れなくする。このアクチュエータを試験するために、アクチュエータの空気圧制御信号が、「充填 (fill)」段階中に約 6 p s i (約 4 1 k P a) から約 3 0 p s i (約 2 0 7 k P a) まで増加させられ、次に、「排気」段階中に約 6 p s i (約 4 1 k P a) まで減少させられることができ、増加と減少は、短いパルス継続期間に起こる。パルス継続期間は、コントローラ 1 0 4 内のソレノイド弁が開放するときを表す。アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、ソレノイド弁を開放する前の圧力、ソレノイド弁が実際に開放したとき、およびソレノイド弁が閉鎖した後の圧力を監視することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

試験の充填および排気段階中に収集されたデータに基づいて、加圧曲線が生成されることができ、各パルス後に測定された圧力が、圧力対時間グラフ上にプロットされる。この加圧曲線が使用されて、欠陥のあるアクチュエータを検出することができる。たとえば、加圧曲線を解析して、アクチュエータが、過剰なスティッキングおよびスリッピングを被っているか否か、固着したか否か、破損したばねを有するか否か、空気圧制御ライン内に高いレベルの水分を有するか否か、または、高いレベルのヒステリシスを示すか否かを決定することができる。特定の実施例として、アクチュエータの作動 (最初の起動) によって、アクチュエータについてのベースライン加圧曲線が、生成され、格納されることができる。後の試験の間に (アクチュエータが、ある長さの時間の間、運転された後など)、加圧曲線の最大値または加圧曲線の形状が変化することがあり、これらの変化が使用されて、アクチュエータの故障を識別することができる。

#### 【 0 0 2 6 】

特定の実施形態では、これらの変化は、時間差プロットを生成することによって検出される。時間差プロットは、現在の加圧曲線上のある圧力の時間値を、ベースライン加圧曲線上の同じ圧力の時間値から減算することによって構築されることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

とりわけ、時間差プロットは、アクチュエータの故障によって引き起こされる形状変化などの、2つの加圧曲線間の形状変化を増幅することができる。たとえば、破損した戻りばねを有するアクチュエータは、排気段階中に減少する時間差値を有する時間差プロット (負の戻り作用) を有することができる。同様に、スティッキングし、スリッピングするアクチュエータは、加圧曲線または時間差プロットに不連続点を生成する可能性がある。

#### 【 0 0 2 8 】

制御ライン内に水分を有するアクチュエータは、高温によって引き起こされる同じ作用 (全体の容積を減少させる可能性がある) を生じる可能性がある。温度が加圧曲線に著しく影響を及ぼすが、これは、現在の加圧曲線を、時間差プロットの幅を最小にする数でスケールすることによって調整されることができる。さらに、複数のアクチュエータについての時間差プロットの幅が、アクチュエータの全アレイ (1つのビーム上の96のアクチュエータなど) について同じグラフ上にプロットされる場合、ビームの、あるセクションに関する問題が識別されることができる。たとえば、詰ったスクリーンプレートによって、4つ以上などの複数の連続するアクチュエータが、欠陥があるように見える可能性がある。

#### 【 0 0 2 9 】

最後に、アクチュエータのヒステリシスは、0ミリ秒で始まり、4ミリ秒ごとに1000ミリ秒まで、または、アクチュエータが動き始めるまで増加するパルス長などの、いろいろなパルス長でアクチュエータを充填し、次に、排気させることによって計算されることができる。最初、アクチュエータは動かない場合があるが、あるパルス長の後に、動き始める。連続する充填パルスと排気パルスとの間の圧力差が、プロットされ、観測できる解除点が表示される。

#### 【 0 0 3 0 】

アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、1つまたは複数のアクチュエータの性能を監視し、解析するための、任意のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはその組合せを含む。アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、たとえば、1つまたは複数のプロセッ

10

20

30

40

50

サ 1 3 0、ならびに、プロセッサ（複数可）1 3 0 によって使用されるデータおよび命令（ソフトウェア、記録された試験結果、および試験結果解析）を格納することが可能な 1 つまたは複数のメモリ 1 3 2 を含むことができる。特定の実施例として、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION. からの L A B V I E W プログラミング言語を使用して実施されるソフトウェアを表すことができる。アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 の動作に関するさらなる情報は、以下で述べられる残りの図において提供される。

#### 【 0 0 3 1 】

ネットワーク 1 0 8 は、プロセス制御システム 1 0 0 のコンポーネント間の通信を容易にする。たとえば、ネットワーク 1 0 8 は、抄紙機 1 0 2 内で、コントローラ 1 0 4 からアクチュエータへ制御信号を伝達してもよい。ネットワーク 1 0 8 は、通信ネットワークまたは空気圧空気チューブのネットワークなどの、プロセス制御システム 1 0 0 の種々のコンポーネント間で信号を運ぶ任意の適したタイプの 1 つまたは複数のネットワークを表してもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

図 1 は、プロセス制御システム 1 0 0 の 1 つの実施例を示すが、図 1 に対して種々の変更が行われてもよい。たとえば、プロセス制御システム 1 0 0 は、任意の数の抄紙機、コントローラ、アクチュエータ性能モニタ、およびネットワークを含むことができる。同様に、他のシステムが使用されて、紙製品または他の製品を生産することができる。さらに、プロセス制御システム 1 0 0 の構成および配置は、例証だけのためのものである。特定のニーズに応じて、任意の他の適した構成で、コンポーネントが、付加される、省略される、組み合わされる、または、設置されることができる。特定の実施例として、コントローラ 1 0 4 およびアクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 がコントローラ 1 0 4 によって実施されるときなどに、組合されて、単一物理ユニットになることができる。さらに、コントローラ 1 0 4 およびアクチュエータは、空気圧デバイスであるとして述べられたが、他のタイプのコントローラおよびアクチュエータが使用されることができる。ある実施例として、電子コントローラおよびアクチュエータが使用されることができ、アクチュエータに送出される制御信号の電流 / 電圧特性が解析されて、欠陥のあるアクチュエータを識別することができる。

#### 【 0 0 3 3 】

図 2 ~ 4 は、本開示による、プロセス制御システムにおけるアクチュエータ性能監視のための例示的なグラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 を示す。図 2 ~ 4 に示すグラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 の実施形態は、例証だけのためのものである。グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 の他の実施形態は、本開示の範囲から逸脱することなく使用されることができる。同様に、説明を容易にするために、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 は、図 1 のプロセス制御システム 1 0 0 におけるアクチュエータ性能モニタ 1 0 6 と共に使用されるものとして述べられる。グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 は、任意の他の適したデバイスと共に、また、任意の他の適したシステムにおいて使用されることができる。

#### 【 0 0 3 4 】

一般に、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 は、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 の動作に関する情報をユーザに提示する。この実施例では、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 は、3 つのタブ 2 0 2 を含み、3 つのタブ 2 0 2 は、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 内で異なる情報を表示するために選択されることができる。たとえば、タブ 2 0 2 が使用されて、アクチュエータ性能試験の構成、現在または最新のアクチュエータ性能試験の詳細、および過去のアクチュエータ性能試験に関する情報を提示することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

「 Test Configuration (試験構成)」タブ 2 0 2 の選択は、図 2 に示すように、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 内に情報を提示する。この実施例

10

20

30

40

50

では、この情報は、「CD Controls (CD制御)」タブ(ここで、「CD」は「横方向」を意味する)を含むあるセットのタブ204を含み、タブ204のセットの選択は、別のセットのタブ206を提示する。これらのタブ206のうちの1つのタブは、「Zone Status (ゾーン状態)」タブ206であり、ユーザが、アクチュエータ性能試験を構成することを可能にする情報をグラフィカルユーザインタフェース200内に提示する。

#### 【0036】

図2に示すように、試験構成情報は、2つのチェックボックス208を含み、2つのチェックボックス208は、ユーザが、アクチュエータのすべてについて性能試験をイネーブルするか、または、ディセーブルすることを可能にする。チェックボックス210は、試験が、始動されるときに、最初からやり直されるべきか、または前回の試験が中断されたところから継続されるべきかを示す。種々の試験モード選択ボタン212は、アクチュエータ性能試験がどのように始動されることができかを識別する。たとえば、アクチュエータ性能試験は、ディセーブルされるか、抄紙機102の動作において中断を検出することによって自動的に始動されるか、または、手動で始動されることができる。同様に、2つの特別なタイプのベースライン試験、すなわち、「コールド(cold)」ベースライン試験および「ホット(hot)」ベースライン試験が、手動で始動されることができる。ベースライン試験は、被試験アクチュエータにおける故障を識別するために、最新の試験中に使用されるベースラインを確立する。「ホット」および「コールド」ベースライン試験は、蒸気アクチュエータ120の試験中のより熱い動作温度およびより冷たい動作温度に関連する。試験は、アクチュエータ120がプロセスによって依然として熱い間に、または、アクチュエータ120が室温まで冷却された未知の期間の後に行われることができる。

#### 【0037】

オプション214は、アクチュエータ性能試験の種々のその他さまざまな態様を制御する。たとえば、ユーザは、何台のコントローラが、アクチュエータ性能試験中に同時に使用されてもよいかを識別することができる(それぞれ8つのアクチュエータを制御するIDPコントローラなど)。ユーザは、また、アクチュエータの現在の性能が、アクチュエータの元々のベースライン試験結果と、または、最新の試験結果の1つまたは複数と比較されるべきか否かを識別することができる。ユーザは、さらに、アクチュエータの故障が識別される前に、アクチュエータが、連続するいくつかの試験に失敗すべきかを識別することができる。ユーザは、また、アクチュエータの連続する試験の間に経過すべきである最小時間(そのため、アクチュエータは、短い期間内で繰返し試験されない)、および、試験の始動と試験の実際の開始との間の時間遅延を指定することができる。さらに、ユーザは、構成ファイルのロケーション、試験結果ファイルのロケーション、およびログファイルのロケーションなどの、異なるファイルのロケーションを指定することができる。

#### 【0038】

試験始動オプション216は、アクチュエータ性能試験が、自動的に始動されるときを制御する。たとえば、試験は、「Steam Enable (蒸気イネーブル)」フラグが「Off」にセットされる(蒸気アクチュエータ120による蒸気の使用がディセーブルされたことを示す)と、始動されることができる。試験は、また、生産される紙シート110が破損したとき、または、抄紙機102による生産が停止したときに始動されることができる。試験は、さらに、「System Enable (システムイネーブル)」フラグが「Off」にセットされる(抄紙機102の使用がディセーブルされたことを示す)と、始動されることができる。さらに、試験は、抄紙機102に供給される蒸気が遮断されたときに始動されることができる。

#### 【0039】

試験オプション218は、アクチュエータ性能試験中に実施される試験のタイプを識別する。アクチュエータ性能試験は、アクチュエータの1つまたは複数の態様を試験する単一試験または複数試験を含むことができる。これらの試験は、制御信号漏れ試験および特

10

20

30

40

50

徴付け試験を含み、アクチュエータを 6 p s i ( 4 1 k P a ) から約 3 0 p s i ( 約 2 0 7 k P a ) まで充填し、6 p s i ( 4 1 k P a ) まで戻すことを含むことができる。充填 / 排気曲線オプションは、ユーザが、( 約 3 0 p s i ( 約 2 0 7 k P a ) から 6 p s i ( 4 1 k P a ) へのアクチュエータ圧のゆっくりとした減少を省略することによってなどで ) ユーザが排気段階を省略することを可能にする。オプションは、さらに、ユーザが、ヒステリシス試験を選択することを可能にする。これらの異なる試験に関するさらなる詳細は、以下で与えられる。

**【 0 0 4 0 】**

試験パラメータ 2 2 0 は、個々のアクチュエータ試験の 1 つまたは複数に関わる、異なるパラメータを識別する。たとえば、試験パラメータ 2 2 0 は、最高温度またはチューブ長調整因子を含むことができる。温度およびチュービング長は、試験パラメータに対するアクチュエータの応答速度に影響を及ぼすため、補償するのに乗算器または補正因子が使用される。調整因子は、以下でより詳細に述べられる特徴付け試験によって生成されることができる。試験パラメータ 2 2 0 は、また、アクチュエータを充填するための期間および漏れ試験の継続期間を含んでもよく、アクチュエータ圧は、この継続期間の前後で測定される。試験パラメータ 2 2 0 は、さらに、試験のタイムアウトを呼び出すのに使用されることができる、試験の充填および排気段階のための最長期間を含むことができる。試験パラメータ 2 2 0 は、また、ヒステリシス試験のための最長継続期間および開始圧を含むことができる。さらに、試験パラメータ 2 2 0 は、ローカルで動作するネットワークにおいて通信信号のエラーチェックを行うのに使用される巡回冗長検査 ( C R C ) 値を識別する値を含むことができる。

**【 0 0 4 1 】**

P a s s / F a i l ( パス / 故障 ) 基準 2 2 2 は、アクチュエータが特定の故障を被っているか否かを決定するパラメータを、ユーザが規定することを可能にする。たとえば、ユーザは、アクチュエータ故障を識別する前に、アクチュエータ応答時間が、最高で指定数のミリ秒だけベースラインから変動することを可能にすることができる。同様に、ユーザは、漏れている制御ラインを有するアクチュエータを識別するための指定された許容範囲 ( p s i ( k P a ) 単位)、固着した弁を有するアクチュエータを識別するための指定された許容範囲 ( ミリ秒単位 )、および、破損したばねを有するアクチュエータを識別するための指定された許容範囲 ( ミリ秒単位 ) を規定することができる。さらに、ユーザは、過剰なスティッキングおよびスリッピングを識別するための指定された許容範囲 ( p s i ( k P a ) 単位 ) およびヒステリシス問題を識別するための指定された許容範囲 ( パーセント単位 ) を規定することができる。

**【 0 0 4 2 】**

セキュリティボタン 2 2 4 は、ユーザが、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 における値に対するアクセスを制御するパスワードまたは他のセキュリティ機能を設定するか、または、除去することを可能にする。たとえば、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 における値が、閲覧されるか、または、修正される前に、単一パスワードが必要とされる可能性があり、または、異なるパスワードは、グラフィカルユーザインタフェース 2 0 0 における値に対する異なるアクセスを提供することができる。

**【 0 0 4 3 】**

試験サマリ 2 2 6 は、現在のまたは最新の試験についての試験結果を識別する。この実施例では、試験サマリ 2 2 6 は、色別された長方形エリアを表すことができる視覚インジケータ 2 2 8 のアレイを含む。この実施形態では、視覚インジケータ 2 2 8 はそれぞれ、蒸気アクチュエータのビームにおける個々の蒸気アクチュエータ 1 2 0 などの、アクチュエータアレイ内の異なるアクチュエータに関連付けられることができる。特定の実施例として、緑色の視覚インジケータ 2 2 8 は、特定のアクチュエータがすべての試験に通った ( 故障がまったく検出されない ) ことを示すことができ、赤色の視覚インジケータ 2 2 8 は、特定のアクチュエータが少なくとも 1 つの試験に失敗した ( 少なくとも 1 つの故障が検出された ) ことを示すことができ、灰色の視覚インジケータ 2 2 8 は、特定のアクチュ

10

20

30

40

50

エータが試験されなかったことを示すことができる。明滅する視覚インジケータ 228 または別の色を有する視覚インジケータ 228 は、現在のアクチュエータが試験されていることを識別することができる。

【0044】

グラフィカルユーザインタフェース 200 における「Test Details (試験細部)」タブ 202 の選択は、ユーザに図 3 に示す情報を提示することができる。この実施例に示すように、グラフィカルユーザインタフェース 200 は、アクチュエータセレクタ 302 を含み、アクチュエータセレクタ 302 は、ユーザが、アクチュエータアレイ内の特定のアクチュエータを選択することを可能にする。選択されたアクチュエータに関する情報は、その後、グラフィカルユーザインタフェース 200 の残りの部分に表示されてもよい。

10

【0045】

試験サマリセクション 304 は、アクチュエータ性能試験の種々のその他さまざまな態様を要約する。たとえば、試験サマリセクション 304 は、アクチュエータについての性能試験の現在の状態、試験についての試験番号、ならびに、試験についての開始時間および停止時間を識別することができる。試験サマリセクション 304 は、また、温度またはチューブ調整因子、制御信号をアクチュエータに運ぶチューブ長、およびアクチュエータに関連する温度を識別することができる。

【0046】

試験結果セクション 306 は、アクチュエータについての試験結果を識別する。たとえば、試験結果セクション 306 は、アクチュエータまたはアクチュエータに関連する制御ラインについての漏れレートを識別してもよい。試験結果セクション 306 は、また、アクチュエータ内の弁が固着したか否か、アクチュエータ内のばねが破損したか否か、または、アクチュエータが過剰なスティッキングおよびスリップングを被っているか否かを決定するのに使用される値を識別することができる。さらに、試験結果セクション 306 は、アクチュエータがヒステリシスを被っているか否かを決定するのに使用される値を識別することができる。さらに、試験結果セクション 306 は、アクチュエータが、アクチュエータ性能試験のそれぞれの個々の試験に通ったか、失敗したかを示すことができる。

20

【0047】

プロットセクション 308 は、アクチュエータ性能試験中に取得されたデータに基づく種々のプロットまたはグラフを含む。たとえば、プロットセクション 308 は、(圧力対時間グラフ上の) 加圧曲線および(圧力差対時間グラフ上の) ヒステリシス曲線のプロットを含むことができる。プロットセクション 308 は、また、現在試験結果とベースライン試験結果との間の時間ベースの差のプロットおよび横方向ゾーンアレイ時間差のプロットなどの時間差プロットを含むことができる。

30

【0048】

グラフィカルユーザインタフェース 200 における「Log/History (ログ/履歴)」タブ 202 の選択は、ユーザに図 4 に示す情報を提示することができる。この実施例に示すように、グラフィカルユーザインタフェース 200 は、ユーザによって選択されることができるハイパーリンクのセットを含む log エリア 402 を含む。log エリア 402 内のハイパーリンクのうちの 1 つのハイパーリンクの選択は、最新のアクチュエータ性能試験に関連する全体の態様またはイベントに関する情報をユーザに提示することができる。これらの態様またはイベントは、アプリケーションまたは試験構成の変更、開始および停止の時間および日付、試験モード(試験を始動させたもの)、各コントローラについて実施される試験ステップ(複数可)、および各コントローラについてのパス/フェイル結果を含むことができる。

40

【0049】

同様に、グラフィカルユーザインタフェース 200 は、ユーザによって選択されることができるハイパーリンクのセットを含む試験データエリア 404 を含む。試験データエリア 404 内のハイパーリンクのうちの 1 つのハイパーリンクの選択は、アクチュエータ性

50

能試験に関するより詳細な情報をユーザに提示することができる。たとえば、詳細な情報は、試験される現在ゾーン（複数可）、試験に関わる各コントローラについての識別子、および試験中に収集される生データを含むことができる。詳細な情報は、また、任意の通信損失、電力損失、または試験中に起こる試験中断を識別してもよい。

#### 【0050】

さらに、グラフィカルユーザインタフェース200は、ログ/履歴ボタン406を含み、ログ/履歴ボタン406は、ユーザによって選択されて、現在のまたは以前のアクチュエータ性能試験に関する種々のレポートまたは他のデータを閲覧することができる。たとえば、ログ/履歴ボタン406が選択されて、現在のまたは最新のアクチュエータ性能試験に関する種々のレポートを生成することができる。ログ/履歴ボタン406は、また、ユーザが、（1つまたは複数のアクチュエータに関連する）特定のゾーンについて試験データまたは試験履歴を閲覧することを可能にすることができる。さらに、ログ/履歴ボタン406は、ユーザが、アクチュエータの全体のチームについて試験データまたは試験履歴を閲覧することを可能にすることができる。レポートまたは他のデータは、ADOBEPDF文書またはMICROSOFTWORD文書などで、任意の適した方法で提供されることができる。

10

#### 【0051】

グラフィカルユーザインタフェース200を使用して、アクチュエータ性能モニタ106と相互作用することによって、ユーザは、プロセス制御システム100内でアクチュエータ性能試験がどのように行われるべきかを指定することができる。ユーザは、アクチュエータ性能試験がいつ始動されるか、および、アクチュエータ性能試験中に何が起こるかを規定することができる。ユーザは、また、アクチュエータが、ある試験に通るか、または、ある試験に失敗するかを決定するのに使用される基準を規定することができる。さらに、ユーザは、現在のまたは最新のアクチュエータ性能試験の結果あるいはアクチュエータ性能試験結果の履歴を閲覧することができる。こうして、ユーザは、抄紙機102における蒸気アクチュエータ120などの、プロセス制御システムにおけるアクチュエータについて試験戦略を設計し、実施し、監視し、検討することができる。これによって、ユーザは、アクチュエータの性能をより効率的に監視し、アクチュエータについての保守が必要とされるか否か、また、いつ必要とされるかを決定することが可能になる。

20

#### 【0052】

図2～4は、プロセス制御システムにおけるアクチュエータ性能監視のためのグラフィカルユーザインタフェース200の1つの実施例を示すが、図2～4に対して、種々の変更が行われてもよい。たとえば、図2～4内の情報のコンテンツおよび配置は、例証だけのためのものである。グラフィカルユーザインタフェース200は、任意の適した方法で配置された、任意の他のまたはさらなる情報を含むことができる。同様に、特定の試験、始動条件、試験パラメータ、パス/故障基準、およびグラフィカルユーザインタフェース200の他のコンテンツは、例証だけのためのものである。グラフィカルユーザインタフェース200は、ユーザが、他の試験、始動条件、試験パラメータ、パス/故障基準、およびアクチュエータ性能試験の任意の他のまたはさらなる特性を選択するか、または、指定することを可能にする。

30

40

#### 【0053】

図5～37は、本開示に従ってアクチュエータ故障を識別するための例示的な信号解析を示す。図5～37に示す信号および関連する解析は、例証だけのためのものである。任意の他のまたはさらなる信号および解析が使用されて、本開示の範囲から逸脱することなく、アクチュエータ故障を識別することができる。同様に、説明を容易にするために、これらの信号および解析は、図1のプロセス制御システム100内で動作するアクチュエータ性能モニタ106に関して述べられる。これらの信号および解析は、任意の他の適したデバイスまたはシステムで使用されることができる。

#### 【0054】

アクチュエータによって経験され考えられる1つの故障は、過剰なスティッキングおよ

50

びスリッピングであり、アクチュエータが、スムーズに開放し、閉鎖するのではなく、スティッキングし、スリッピングすることを意味する。過剰なスティッキングおよびスリッピングを受けるアクチュエータは、一般に、種々のマグニチュードの圧力スパイクを有する不規則な加圧曲線を有する。圧力スパイクは、アクチュエータの予想される変化または所望の変化が無い状態で、アクチュエータに供給される制御信号の圧力の増加または減少によって引き起こされる。圧力スパイクは、アクチュエータの性能をアクチュエータが示すスムーズな動作と比較することによって識別されることができる。図5に示すように、加圧曲線502は、全体がスムーズであり、一方、加圧曲線504は、加圧曲線502と比較してスムーズさの顕著な変化を有する。この実施例では、加圧曲線502は、正常な、または、「健全な(healthy)」アクチュエータに関連し、一方、加圧曲線504は、

10

#### 【0055】

アクチュエータが過剰なスティッキングおよびスリッピングを受けるときを識別するために、アクチュエータ性能モニタ106は、未処理加圧曲線データを取得し(take)、そのデータに最も合う2つの多項式曲線を選択することができる。1つの多項式曲線は、試験の「充填」段階中に全体が増加し、他の多項式曲線は、試験の「排気」段階中に全体が減少する。選択されたそれぞれの多項式曲線は、(適切な試験段階中の生データと比較されるときに)最小2乗平均誤差を有する曲線であることができ、各多項式曲線は、1次から6次までの範囲にある次数を有してもよい。このことから、選択された多項式曲線と生

20

#### 【0056】

アクチュエータ性能モニタ106は、図6に示すように、未処理加圧曲線データと多項式フィットとの間の偏差を測定することができる。この実施例では、先に選択された2つの多項式曲線のそれぞれについて、アクチュエータ性能モニタ106は、生データが多項式曲線と最も異なる(最も大きな垂直マグニチュード(psi(kPa)単位)を有する)点を識別する。たとえば、アクチュエータ性能モニタ106は、それぞれ、時刻 $t_a$ 、 $t_b$ 、 $t_c$ 、および $t_d$ における多項式フィット圧力値( $p_a$ 、 $p_b$ 、 $p_c$ 、および $p_d$ )を、同じ時刻の生データ圧力点から減算することができる。この実施例の「充填」段階中に、第1生データ点(A)は、「w」で表示される多項式フィットからの垂直偏差を有し、第2生データ点(B)は、「x」で表示される多項式フィットからの垂直偏差を有する。第3生データ点(C)は、「y」で表示される多項式フィットからの垂直偏差を有し、第4生データ点(D)は、「z」で表示される多項式フィットからの垂直偏差を有する。生データ点を任意の(順次などの)順序で調査すると、アクチュエータ性能モニタ106は、「充填」段階中に、多項式曲線からのデータの1つの最大の正の垂直偏差と1つの最大の負の垂直偏差を識別する。アクチュエータ性能モニタ106は、同様に、「排気」段階中に、他の多項式曲線からのデータの1つの最大の正の垂直偏差と1つの最大の負の垂直偏差を識別する。これらの4つの値は、加算されることができ、和が閾値(0.7psi(5kPa)の値など)を超える場合、過剰なスティッキングおよびスリッピングが

30

40

#### 【0057】

特定の実施形態では、最大の正の偏差または最大の負の偏差が、指数mの値について起こる場合、アクチュエータ性能モニタ106は、その値が、同じ符号の(指数m-1、m+1、およびm+2に位置する)3つ以上の点で囲まれているか否かを決定してもよい。囲まれる場合、アクチュエータ性能モニタ106は、その指数の最大偏差を無視するか、または、この値を考慮から削除してもよい。この条件が満たされる場合、アクチュエータ性能モニタ106は、また、指数mの値と同じ符号を有する指数 $m \pm 1$ 、 $m \pm 2$ 、 $m \pm 3$ 、...、 $m \pm n$ の値を、各値が、それに続くか、または、それに先行する値以下である限り、無視するか、または、削除することができる。このロジックは、図7および8に示され

50

、スティッキングおよびスリッピング現象に関連しない最大偏差値を選択することを回避するのに使用される。より具体的には、過剰なスティッキングおよびスリッピングが起きているか否かを決定するために、アクチュエータ性能モニタ106は、圧力のゆっくりした変化ではなく圧力の突然の変化を検出すべきである。図7に示すように、最大偏差値の後の点が同じ符号でないため、図7の値はどれも、無視されない、または、削除されなくてもよい。最大偏差値は、正の生データ値で起こり、一方、後続の生データ値は負である。この場合、過剰なスティッキングおよびスリッピングが、アクチュエータにおいて起こる可能性がある。これを、端点を除いてすべての値が無視されるか、または、削除されることができる図8の生データ値と比較されたい。この実施例では、圧力の急速な変化が存在しないため、アクチュエータは、スティッキングし、その後、スリッピングする（急速な圧力変化をもたらすはずである）ことをしない可能性がある。

10

## 【0058】

アクチュエータによって経験され考えられる別の故障は、アクチュエータの固着、または、アクチュエータがアクチュエータを出る材料の量を変更できないことである。これは、アクチュエータの焼付きと呼ばれてもよい。焼付いたアクチュエータでは、アクチュエータ内の制御空気の容積が変化せず、アクチュエータの加圧曲線のより高速な、または、より急峻な上昇または下降をもたらす。これは、加圧曲線902が健全なアクチュエータに関連する図9に見られることができる。加圧曲線904は、開放位置で固着したアクチュエータに関連し、加圧曲線906は、閉鎖位置で固着したアクチュエータに関連する。ここで見られるように、加圧曲線904～906は、加圧曲線902に比べて、より高速な上昇および下降時間を有する。

20

## 【0059】

種々の技法が使用されて、焼付いたアクチュエータを識別することができる。たとえば、1つの技法では、健全なアクチュエータの加圧曲線と焼付いたアクチュエータの加圧曲線との差は、データをスケールリングし、2つの共通点に変換することによって解析されることができる。

## 【0060】

別の技法では、同じ圧力において、健全でないアクチュエータの加圧曲線の経過時間値が、健全なアクチュエータの加圧曲線の経過時間値から減算されることができる。時間差プロットが生成されることができる。この実施例では、データは、必要である場合、共通の健全なベースライン加圧曲線に対して補間され、また、補外されることができる。この技法では、アクチュエータが設置されると、アクチュエータについてのベースライン加圧曲線が生成されることができる。アクチュエータが試験されるときはいつでも、新しい加圧曲線が生成され、ベースライン曲線と比較されることができ、時間差プロットは、現在の加圧曲線とベースライン加圧曲線との間で生成されることができる。

30

## 【0061】

時間差プロットは、以下のように生成されることができる。最初に、現在の加圧曲線についての時間値が、ベースライン加圧曲線の圧力点のそれぞれにおいて決定される。ベースライン加圧曲線の圧力点の1つ圧力点において、現在の加圧曲線の圧力点がまったく存在しない場合、補間または補外が使用されて、現在の加圧曲線の圧力点を識別することができる。例示的な補間は図10に示され、ライン1002は、ベースライン加圧曲線1006の圧力点における、現在の加圧曲線1004の時間値の補間を表す。

40

## 【0062】

このプロセスは、充填および排気段階における各ベースライン加圧点について実施されることができる。2つの補間リスト（1つは充填段階用、1つは排気段階用）が生成されることができる。その後、これらの2つのリストは、充填および排気ベースライン加圧点と共に、ゼロに変換される。変換は、たとえば、リスト内のすべての値を、そのリスト内の最初の値で減算することを含むことができる。この変換は、最初の時間差がゼロであることを保証するのに役立つ。このプロセスが終了すると、補間された時刻を、対応するベースライン時刻から減算することによって、時間差プロットが生成されることができる。

50

## 【 0 0 6 3 】

図 1 1 ~ 1 7 は、このタイプの信号解析の特定の実施例を示す。たとえば、図 1 1 は、閉鎖位置で固着したアクチュエータの加圧曲線を、健全なアクチュエータのベースライン加圧曲線と比較することによって生成された時間差プロットを示す。図 1 2 は、開放位置で固着したアクチュエータの加圧曲線を、健全なアクチュエータのベースライン加圧曲線と比較することによって生成された時間差プロットを示す。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 3 では、加圧曲線 1 3 0 2 は、健全なアクチュエータに関連し、一方、加圧曲線 1 3 0 4 は、30%開放したまま固着したアクチュエータに関連する。図 1 4 は、この固着したアクチュエータの加圧曲線を、健全なアクチュエータのベースライン加圧曲線と比較することによって生成された時間差プロットを示す。図 1 4 に示すように、アクチュエータは、6 p s i ( 4 1 k P a ) から 2 0 p s i ( 1 3 8 k P a ) まで適切に機能しているが、時間差プロットは、2 0 p s i ( 1 3 8 k P a ) から 3 0 p s i ( 2 0 7 k P a ) までアクチュエータの焼付きを示している。

## 【 0 0 6 5 】

同様に、図 1 5 では、加圧曲線 1 5 0 2 は、健全なアクチュエータに関連し、一方、加圧曲線 1 5 0 4 は、30%を超えて開放したまま引っ込むことができないアクチュエータに関連する。これは、アクチュエータが、30%と100%の間で開放したときに、適切に機能することができることを意味する。図 1 6 は、この健全でないアクチュエータの加圧曲線を健全なアクチュエータのベースライン加圧曲線と比較することによって生成された時間差プロットを示す。図 1 6 に示すように、アクチュエータは、2 2 p s i ( 1 5 2 k P a ) から 3 0 p s i ( 2 0 7 k P a ) まで適切に機能しているが、時間差プロットは、4 6 p s i ( 1 k P a ) から 2 2 p s i ( 1 5 2 k P a ) までアクチュエータの焼付きを示している。

## 【 0 0 6 6 】

理想的には、健全なアクチュエータについての時間差プロットは、図 1 7 に示されるように、まっすぐ上に上り、その後、まっすぐ下に下りてもよい。焼付いたアクチュエータと健全なアクチュエータとを区別するために、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、アクチュエータについての時間差プロットを解析し、時間差プロットが、図 1 7 に示すプロットに示すプロットに類似するか、または、図 1 1、1 2、1 4、および 1 6 に示すプロットのうちのいずれかのプロットに類似するかを決定することができる。たとえば、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、経過時間対圧力曲線（加圧曲線に類似するが、x 軸と y 軸が入れ替わっている）の 5 つの連続点を結ぶラインの傾きを決定することができる。傾きが閾値（2.2 ミリ秒 / p s i ( 3 ミリ秒 / k P a ) など）を超える場合、それらの 5 つの点は、アクチュエータの焼付きを示している可能性がある。

## 【 0 0 6 7 】

アクチュエータによって経験される第 3 のタイプの故障は、通常、アクチュエータを閉鎖位置に戻す戻りばねの破損である。ばねの故障は、ばねがアクチュエータの圧縮レートにもはや影響を及ぼすことができない点において、加圧曲線の傾きを変える可能性がある。これは、図 1 8 に見られることができ、加圧曲線 1 8 0 2 は、健全なアクチュエータに関連し、加圧曲線 1 8 0 4 は、破損した戻りばねを有するアクチュエータに関連する。図 1 9 は、破損したばねを有するアクチュエータの加圧曲線を健全なアクチュエータのベースライン加圧曲線と比較することによって生成された時間差プロットを示す。この時間差プロットは、上述の焼付いたアクチュエータに関連する時間差プロットと異なる形状を有する。多くの場合、破損したばねを有するアクチュエータに関連する時間差プロットは、1 5 p s i ( 1 0 3 k P a ) の圧力から 5 p s i ( 3 4 k P a ) の圧力までなどの排気曲線の負の戻り作用を示す。

## 【 0 0 6 8 】

特定の実施形態では、アクチュエータ性能モニタ 1 0 6 は、( i ) 排気曲線の最大時間差値（この実施例では 1 7 2 0 ミリ秒）と、( i i ) 時間差排気曲線の最後の値（この実

10

20

30

40

50

施例では640ミリ秒)との差が、第1の閾値(200ミリ秒など)より大きい場合、破損したばねを有するアクチュエータを検出することができる。同様に、この差は、第1の閾値より小さいが、第2の閾値(140ミリ秒など)より大きい可能性がある。この場合、アクチュエータ性能モニタ106は、圧力閾値(20psi(138kPa)など)を超える圧力について、時間差プロットの充填曲線の線形性を調査することができる。特定の実施例として、アクチュエータ性能モニタ106は、試験の充填段階において、20psi(138kPa)を超える生データの2乗平均誤差を測定することができる。この誤差が閾値(0.07など)を超える場合、アクチュエータ性能モニタ106は、破損したばねを識別することができる。一般に、これは、破損したばねの時間差プロット(線形でないことが多く、また、複数の屈曲点を有する場合がある)を固着したアクチュエータの時間差プロット(20psi(138kPa)と30psi(207kPa)の間の圧力について線形であることが多い)から識別するのに役立つ。

10

## 【0069】

固着したアクチュエータの解析および破損したばねの解析を実施するとき、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータによって経験される、異なる温度を補償する必要がある場合がある。たとえば、蒸気アクチュエータ120では、アクチュエータは、動作時に、150を超える温度まで加熱されることができる。これは、アクチュエータの加圧曲線を規定するとき重要な役割を果たす可能性がある(温度が、容積に圧力を乗じた値に関連するため)。これは、パルス長が同じである場合、加熱されたアクチュエータは、低い温度のアクチュエータに比較して、より速く高い圧力に達する可能性があることを意味する。これは、図20に見られることができ、加圧曲線2002は、冷たい健全なアクチュエータを表し、加圧曲線2004は、暖かい健全なアクチュエータを表し、加圧曲線2006は、閉鎖位置で固着したアクチュエータを表し、加圧曲線2008は、開放位置で固着したアクチュエータを表す。図20に示すように、2つの健全なアクチュエータの曲線は、形状が非常に類似しており、暖かいアクチュエータの曲線が、冷たいアクチュエータの曲線にスケールアップされるために、必要とされるすべてのことは、1より大きなスケールアップ係数である。

20

## 【0070】

アクチュエータの温度がわからないとき、または、アクチュエータが、加熱されるか、または、冷却されるか、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータの現在の加圧曲線をアクチュエータのベースライン曲線にスケールアップしてもよい。このスケールアップ係数が、ある閾値を超える場合、これは、アクチュエータが固着していることを示している可能性がある。固着したアクチュエータについての加圧曲線の形状は、また、高温のアクチュエータの加圧曲線と異なる(図20を参照されたい)。

30

## 【0071】

特定の実施形態では、スケールアップ係数を計算するために、アクチュエータ性能モニタ106は、時間差プロットを生成するために補間された時間値をベースライン時間値から減算する前に、反復ループを使用して、現在の加圧曲線の補間された時間値に(1.00000から始まる)ある数を乗じてよい。次のループ反復に関して、1.00001の値が使用されてもよく、このプロセスは、ループが、指定された回数(80,000回など)だけ反復されるか、または、指定されたスケールアップ係数(1.8の値など)に達するまで、継続されてもよい。大きな増分(0.00002以上など)が使用されて、実行される総反復回数を減少させることができる。

40

## 【0072】

各時間差プロットについてのデータが生成されると、各プロットの最大時間差値は、そのプロットの最小時間差から減算され、そのプロットについての時間差幅として格納されてもよい。たとえば、図21に示すように、時間差幅は、25 - (-150)すなわち175の値を有することになる。複数の時間差幅(80,000の時間差プロットのそれぞれについて1つの時間差幅など)が、決定されることができ、1つの時間差幅は、異なるスケールアップ係数(1.00000~1.80000の値など)に関連することができる

50

。アクチュエータ性能モニタ106によって選択されたスケーリング係数は、最小時間差幅を有することができる。実施態様に応じて、時間差幅は、通常は40ミリ秒～200ミリ秒にわたることがあり、400ミリ秒を超える時間差幅は、アクチュエータに関する問題を示している可能性がある。

#### 【0073】

高温において異なるチューブ長(170 を越えて6つのチューブ長など)を有するあるタイプのアクチュエータを試験した後、最大スケーリング係数が、図22に示すようにプロットされることができる。「最大スケーリング係数閾値」ライン2202もまた、図22に示される。このライン2202を超えるいずれのスケーリング係数も許容されない可能性があり、使用されることになるスケーリング係数は、ライン2202に沿う最大スケーリング係数閾値である。図22に示すように、考えられる4つのシナリオ(閉鎖したまま固着した状態、ばねが破損した状態、引っ込むことができない状態、拡張することができない状態)は、その時間差幅が最小である場合があるため、検出するのが難しい可能性がある。これらの4つの場合が高温環境内に置かれると、加圧曲線時間値が一層小さくなる可能性があり、欠陥のあるアクチュエータを検出することが容易になる可能性がある(時間差幅が大きくなる)。これは、図23～図25に示すように検証される。たとえば、図23に示すように、加圧曲線2302～2304は、低温において、健全なアクチュエータおよび破損したばねを有するアクチュエータに関連し、加圧曲線2306～2308は、高温において、健全なアクチュエータおよび破損したばねを有するアクチュエータに関連する。しかし、図24および25は、それぞれ、破損したばねを有する冷たいアクチュエータおよび暖かいアクチュエータについての温度補償スケーリングされた時間差プロットを示す。この実施例では、図24と図25を比較すると、200における破損したばねのアクチュエータについての時間差幅(733ミリ秒)は、25における破損したばねのアクチュエータについての時間差幅(672ミリ秒)より大きい。したがって、温度補償は、アクチュエータ性能モニタ106が、欠陥のあるアクチュエータを検出することができる可能性を増すのに役立つ。

#### 【0074】

アクチュエータに影響を及ぼす可能性がある第4のタイプの故障は、空気圧制御信号ライン内の水などの、制御信号ライン内の水分に関する。空気圧空気ライン内の水または他の水分は、ライン内で圧縮される空気の容積を減少させることが多い。効果的には、短いチューブから水を除去することは、(容積が同じであるため)長いチューブ内に水を有する場合と同じ加圧曲線をもたらす可能性がある。結果として、温度補償された加圧曲線の形状が、異なるチューブ長についてほとんど同じである場合があるため、加圧曲線の形状の差を識別することは難しい可能性がある。水分および温度は、加圧曲線に対して同じ作用または類似的作用をもたらす場合がある。たとえば、時間差プロットが、スケーリングされると、2,000ミリ秒の最大値および100ミリ秒の時間差幅を有する場合、アクチュエータが、水0ミリリットルで200にあるか、水10ミリリットルで100にあるか、または、水20ミリリットルで25にあるかを見分けることは難しい可能性がある。

#### 【0075】

図26～30は、空気ライン内のいろいろな水の量について、スケーリングされない時間差プロットおよび温度補償スケーリングされた時間差プロットを示す。より具体的には、図26～30は、1つの図当たり5ミリリットルの増分で、5ミリリットル(図26)～25ミリリットル(図30)の範囲にある水の量に伴う時間差プロットを示す。これらのプロットは、チューブ長と共にそれほど変化しない場合がある。多くのチューブ長について共通の現象は、水のそれぞれの5ミリリットルの増分によって、識別可能な傾向、すなわち、ますます広い反転「v」形状が見られることができることである。所定の期間にわたって、この傾向が使用されて、空気圧制御ラインにおいて、ますます多くの水分が蓄積するときを識別することができる。

#### 【0076】

さらに、図31に示すように、全アクチュエータアレイについてスケール係数をプロットする別のグラフを使用することは、制御ラインにおいて水分を有するアクチュエータを識別するのに有用である可能性がある。アレイ内のすべてのアクチュエータは、ほぼ同じ温度にある場合があるため、アクチュエータはすべて、ほぼ同じスケール係数の傾向を有する場合がある。特異なスケール係数の傾向が存在する場合、そのアクチュエータは疑わしい場合がある。制御空気ラインにおいて水分を有するアクチュエータが、周囲の近接するものより大きなスケール係数を有する場合があるため、この技法が使用されて、これらのアクチュエータを検出することができる。たとえば、図31に示すように、現在の時間差幅3102は、最後の(最新の)時間差幅3104、第2から最後の時間差幅3106、およびベースライン時間差幅3108と共にプロットされる。アクチュエータのアレイ数が増加するにつれて、アクチュエータがコントローラからますます離れるため、アクチュエータに対するチューブ長もまた増加する。チューブ長が減少するにつれて、温度補償スケール係数が、図31に示すように指数関数的に増加する。1つのコントローラの供給ラインに入る水分が存在する場合、8つの連続するアクチュエータが影響を受け、図31の時間差幅3102に示すように、8つの連続する点のスケール係数が増加する。

10

## 【0077】

アクチュエータにおける考えられる第5の故障は、詰ったスクリーンプレートに関する。アクチュエータ性能モニタ106は、3つの隣接するアクチュエータが400ミリ秒を超える時間差幅を有するときなど、複数の連続する欠陥のあるアクチュエータを識別するとき、詰ったスクリーンプレートを検出することができる。これは、アクチュエータビームのセクション、またはこれらのアクチュエータを制御する特定のコントローラ104に関して何が欠陥を持っていることを示している場合がある。ビームまたはコントローラ特定のセクションに関する問題を識別する1つの方法は、ビーム上のすべてのアクチュエータの時間差幅をプロットすることによる。図32および33に示すように、現在の時間差幅は、1つの、一部の、または、すべての以前の時間差幅と共に、同じグラフ上にプロットされることができる。たとえば、図32に示すように、現在の時間差幅3202は、最後の時間差幅3204、第2から最後の時間差幅3206、およびベースライン時間差幅3208と共にプロットされる。同様に、図33に示すように、現在の時間差幅3302は、最後の時間差幅3304、第2から最後の時間差幅3306、およびベースライン時間差幅3308と共にプロットされる。これは、アクチュエータ性能モニタ106が、突然に詰ったスクリーンプレート(図32)が存在するか、または、ゆっくり詰ったスクリーンプレート(図33)が存在するか否かを決定することを可能にする。

20

30

## 【0078】

すべてのアクチュエータ試験のデータ点をすべてプロットすること、または、時間における変化とビーム自体にわたる変化の両方を示す3次元グラフ(表面)を生成することも可能である。この技法は、スクリーンプレートを詰るようにさせる蓄積する廃物を検出するときに使用されることができる。スクリーンが、ますます詰るようになるにつれて、時間差幅は、(図33に示すように)全アレイにわたって増加する可能性があり、詰ったスクリーンプレートを検出することを可能にする。

40

## 【0079】

アクチュエータに関する考えられる第6の故障は、アクチュエータのヒステリシスである。アクチュエータのヒステリシスは、アクチュエータの動きをもたらさない圧力の最大変化を表すため、高いヒステリシスは、通常、高い静的摩擦を示す。ヒステリシスは、時間と共に変質する、または、改善する可能性があり、また、ヒステリシスは、アクチュエータ内の圧力に応じて変わる可能性がある。同様に、ヒステリシスのレベルは、排気後の排気と比較して、充填後の排気時に悪化する可能性がある。

## 【0080】

アクチュエータのヒステリシスは、アクチュエータを小さなステップまたはバンプで動作させることによって識別されてもよく、これは、小さな圧力設定点変化がアクチュエー

50

タ内で生じることを意味する。一連のステップにわたって圧力差を変更することによって、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータが、最後に(その動作点を変更することによって)設定点変化に応答するときに、圧力偏差またはスパイクを識別することができる。こうして、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータ内に存在するヒステリシスの程度を識別することができる。

#### 【0081】

特定の実施形態では、特定の圧力(24 psi (166 kPa)など)の付近で、単一パルスの圧力変化は、アクチュエータが充填してしようと、または、排気してしようと、比較的同じである可能性がある。これは、図34に示され、充填曲線と排気曲線との間の交差は、パルス長またはチューブ長によらず、ほぼ24 psi (ほぼ166 kPa)にある。アクチュエータ性能モニタ106は、パルス長において小さな増分を行い、これらの圧力変化を時間と共にプロットしてもよい。たとえば、24 psi (166 kPa)の圧力で始めて、アクチュエータは、4ミリ秒の間、充填され、その後、4ミリ秒の間、排気されることができる。アクチュエータは、その後、8ミリ秒の間、充填され、8ミリ秒の間、排気されてもよい。このサイクルは、12ミリ秒、16ミリ秒などの間、継続してもよい。圧力対時間のプロットは、図35に示すように生成されることができる。最初に、パルス長は、アクチュエータを動かすほどに十分に長くない可能性がある。最終的に、十分に長いパルス長によって、アクチュエータは、突然、動き始める。このジャンプは、図36に示すように、谷圧力から減算されたピーク圧力を表示するプロットに見られることができる。

#### 【0082】

アクチュエータにおけるヒステリシスの量を決定するために、アクチュエータ性能モニタ106は、図36のプロットにおける連続する点間の最大の圧力減少を識別することができる。アクチュエータが動き始めるとすぐに、アクチュエータの容積が大きくなり、圧力を減少させるため、圧力は、かなりの量減少する可能性がある。図36に示すように、動き始めるアクチュエータは、圧力変化を生じる。ヒステリシスのレベルをパーセンテージとして決定するために、この圧力は、図37に示すように、アクチュエータの圧力の全範囲によって除算されることができる。アクチュエータの圧力の全範囲は、35 psi (241 kPa)であることができる。平均して、いくつかのアクチュエータは、0.5% ~ 10%の範囲のヒステリシス値を有することができる。これらの値または任意の他の閾値を超える任意の値は、欠陥のあるアクチュエータを示すことができる。

#### 【0083】

任意の他のまたはさらなる故障が、アクチュエータ性能モニタ106によって検出されることができる。たとえば、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータ用の空気圧制御信号において漏れが存在するか否かを決定することができる。空気漏れは、加圧曲線の降下をもたらす可能性がある。同様に、空気ラインの閉塞は、たとえば、図5に示す健全なアクチュエータについての加圧曲線502と比較すると、小さな傾きを有する非常に長い加圧曲線をもたらす可能性がある。さらに、アクチュエータが、部分的に、または、完全に、「デッドヘッドされる(deadheaded)」(蒸気などの物質が、弁の後に出口を持たない)場合、アクチュエータ内での弁の移動に抗する高い背圧が存在する。これは、アクチュエータについて、ゆっくりした応答時間をもたらす可能性がある。

#### 【0084】

さらに、アクチュエータ性能モニタ106が使用されて、プロセス制御システム100内での著しい機械的变化を検出することができる。たとえば、アクチュエータ性能モニタ106は、アクチュエータにおいて特定の圧力に達するのに必要とされる時間が、著しく増加したときを検出することができる。故障がまったく存在しないとき、これは、プロセス制御システム100が、大きな直径、大きな容積、または長い長さの空気圧制御チューブを含むように、最近になって改造されたことを示すことができる。

#### 【0085】

図5~37に関して上述した技法を使用して、アクチュエータ性能モニタ106は、ア

10

20

30

40

50

クチュエータ性能試験中に収集された情報を解析することができる。これによって、加圧曲線を観察するユーザにとって故障が容易に明らかにならないときでも、アクチュエータ性能モニタ 106 が、1 つまたは複数のアクチュエータに関して考えられる故障を識別することが可能になる。

【0086】

図 5 ~ 37 は、アクチュエータの故障を識別するための信号解析の実施例を示すが、図 5 ~ 37 に対して種々の変更が行われてもよい。たとえば、他のまたはさらなるタイプの信号が解析されることができ、同様に、他のまたはさらなるタイプの信号解析が実施されて、アクチュエータにおける故障を識別することができる。

【0087】

図 38 は、本開示によるプロセス制御システム内のアクチュエータ性能監視のための例示的な方法 3800 を示す。説明を容易にするために、方法 3800 は、図 1 のプロセス制御システム 100 内のアクチュエータ性能モニタ 106 によって使用されるものとして述べられる。方法 3800 は、任意の他の適したデバイスによって、または、任意の他の適したシステムにおいて使用されることができ、

【0088】

ステップ 3802 にて、アクチュエータ性能モニタ 106 は、機械または機械におけるアクチュエータの動作の中断を検出する。これは、たとえば、抄紙機 102 によって生産される紙シート 110 が破損したことを、または、抄紙機 102 の動作が、ディセーブルされた、または、その他の方法で停止したことを、アクチュエータ性能モニタ 106 が検出することを含んでもよい。これは、また、抄紙機 102 における蒸気の使用がディセーブルされたこと、または、蒸気が遮断されたことを検出することなどによって、特定のアクチュエータがもはや使用されていないことを、アクチュエータ性能モニタ 106 が検出することを含んでもよい。

【0089】

ステップ 3804 にて、アクチュエータ性能モニタ 106 は、1 つまたは複数のアクチュエータの試験を始動し、ステップ 3806 にて、アクチュエータ性能モニタ 106 は、試験結果を記録する。これは、たとえば、アクチュエータ性能モニタ 106 が、コントローラ 104 に、抄紙機 102 において 1 つまたは複数のアクチュエータに供給される圧力を増加し始め、また、減少し始めるようにさせることを含んでもよい。特定の実施例として、これは、アクチュエータ性能モニタ 106 が、コントローラ 104 に、6 p s i ( 4 1 k P a ) から 3 0 p s i ( 2 0 7 k P a ) まで小さなステップでアクチュエータに対して空気圧制御信号の圧力を増加し始めるようにさせることを含んでもよい。これは、また、増加する圧力および減少する圧力に対して、アクチュエータがどのように応答するかを、アクチュエータ性能モニタ 106 が識別することを含んでもよい。

【0090】

ステップ 3808 にて、アクチュエータ性能モニタ 106 は、試験結果を解析し、アクチュエータ ( 複数可 ) に関する何らかの故障を識別する。これは、たとえば、アクチュエータ性能モニタ 106 が、各被試験アクチュエータについて加圧曲線を生成することを含んでもよい。これは、また、アクチュエータ性能モニタ 106 が、各アクチュエータについて、現在の加圧曲線を、ベースライン加圧曲線などの 1 つまたは複数の以前の曲線と比較することを含んでもよい。さらに、これは、アクチュエータの温度を補償するために、アクチュエータ性能モニタ 106 が現在の加圧曲線を修正することを含んでもよい。さらに、これは、アクチュエータ性能モニタ 106 が、1 つまたは複数の時間差プロットを生成し、プロットを使用して、アクチュエータに関する考えられる故障を識別することを含んでもよい。

【0091】

ステップ 3810 にて、アクチュエータ性能モニタ 106 は、試験結果または試験に関連する任意のアラームを提供する。これは、たとえば、プロットのうちの 1 つまたは複数を含むユーザ用のグラフィック表示 ( 図 3 のグラフィカルユーザインタフェース 200 な

10

20

30

40

50

ど)を生成することを含んでもよい。グラフィック表示は、また、アクチュエータが、どの試験に通ったか、または、失敗したかを示すことができる。

【0092】

図38は、プロセス制御システム内でのアクチュエータ性能監視のための方法3800の1つの実施例を示すが、図38に対して種々の変更が行われてもよい。たとえば、一連のステップとして示されるが、図38の種々のステップは、オーバーラップするか、または、並列に行われることができる。

【0093】

一部の実施形態では、本開示に述べる種々の機能は、コンピュータ読取り可能プログラムコードから形成され、かつ、コンピュータ読取り可能媒体において具現化されるコンピュータプログラムによって実施される、または、サポートされる。用語「コンピュータ読取り可能プログラムコード」は、ソースコード、オブジェクトコード、および実行可能コードを含む任意のタイプのコンピュータコードを含む。用語「コンピュータ読取り可能媒体」は、読取り専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、ハードディスクドライブ、コンパクトディスク(CD)、デジタルビデオディスク(DVD)、または任意の他のタイプのメモリなどの、コンピュータによってアクセスされることが可能な任意のタイプの媒体を含む。

【0094】

本特許文書において使用されるいくつかの語および用語の定義を述べるのが有利である場合がある。用語「結合する」および派生語は、2つ以上の要素間の直接的なまたは間接的な任意のつながり(これらの要素が互いに物理的に接触してもしなくても)を指す。用語「アプリケーション」および「プログラム」は、1つまたは複数のコンピュータプログラム、ソフトウェアコンポーネント、命令のセット、プロシジャ、関数、オブジェクト、クラス、インスタンス、関連データ、または、適したコンピュータコード(ソースコード、オブジェクトコード、および実行可能コードを含む)で実施されるようになっているその一部分を指す。用語「含む」および「備える」ならびにその派生語は、制限の無い包含を意味する。用語「または」は、包含的であり、および/または、を意味する。語句「関連する」および「それに関連する」ならびにその派生語は、含む、内部に含まれる、相互接続する、収容する、内部に収容される、に接続する、または、と接続する、に結合する、または、と結合する、つながることができる、協働する、インタリーブする、並置する、近接する、に、または、と接合する、有する、特性を有する、または、同様なものを意味してもよい。用語「コントローラ」は、少なくとも1つの動作を制御する任意のデバイス、システム、またはその一部を意味する。コントローラは、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、または、それらの少なくとも2つのある組合せで実施されてもよい。任意特定のコントローラに関連する機能は、ローカルであろうが遠隔であろうが、集中化されてもよく、または、分散されてもよいことに留意されたい。

【0095】

本開示は、いくつかの実施形態および一般に関連する方法を述べたが、これらの実施形態および方法の修正および置換は、当業者に明らかであろう。それに応じて、例示的な実施形態の上記説明は、本開示を規定または制限しない。添付特許請求の範囲によって規定される本開示の精神および範囲から逸脱することなく、他の変更、置換、および修正も可能である。

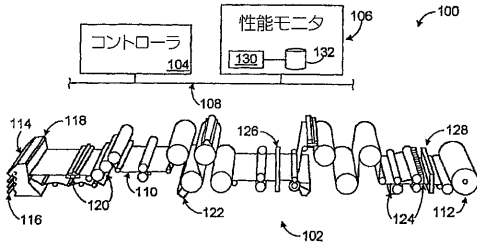
10

20

30

40

【 1 】



【 2 】

FIG. 2

【 3 】

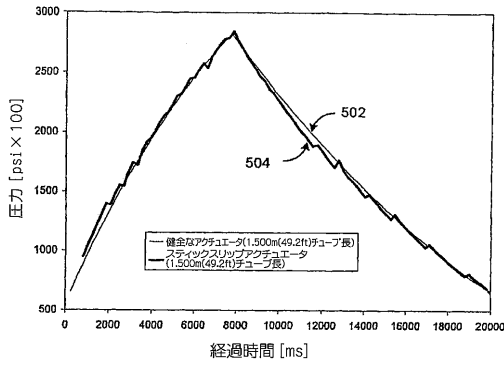
| Measured  | Baseline  | Lower Limit | Upper Limit |
|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |
| 0.002 Min | 0.003 Min | 0.002 Min   | 0.003 Min   |

FIGURE 3

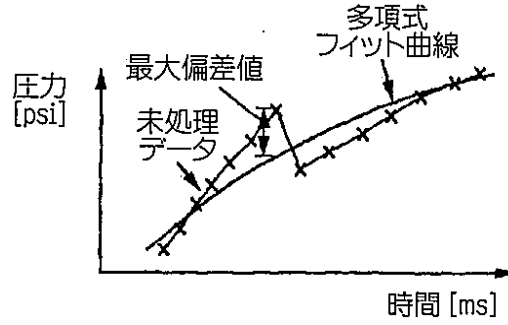
【 4 】

FIGURE 4

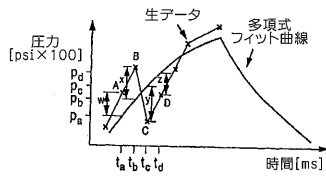
【図5】



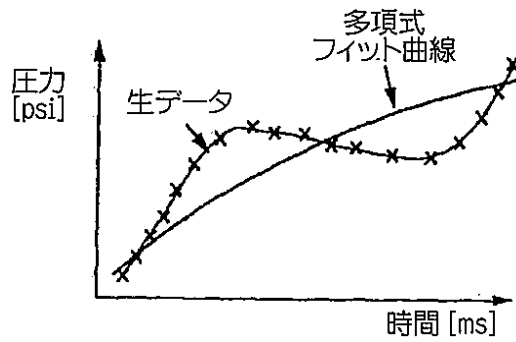
【図7】



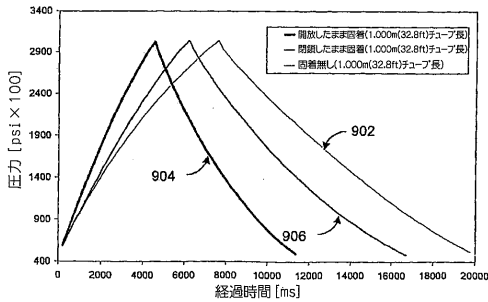
【図6】



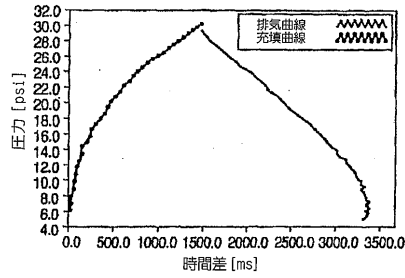
【図8】



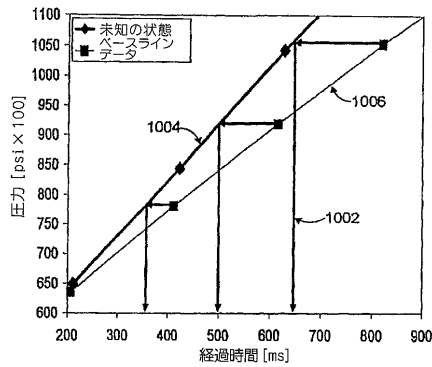
【図9】



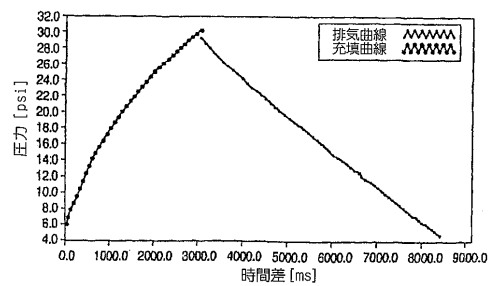
【図11】



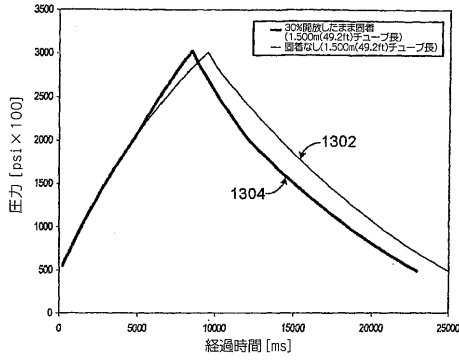
【図10】



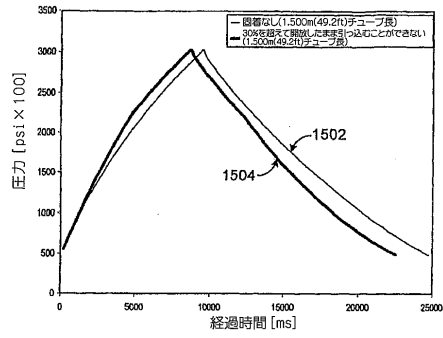
【図12】



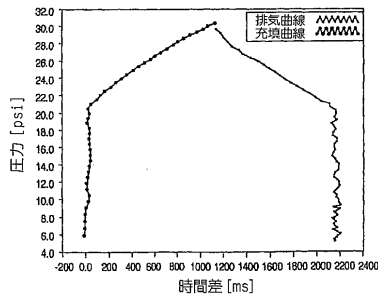
【 図 13 】



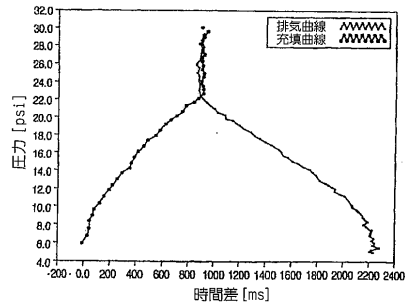
【 図 15 】



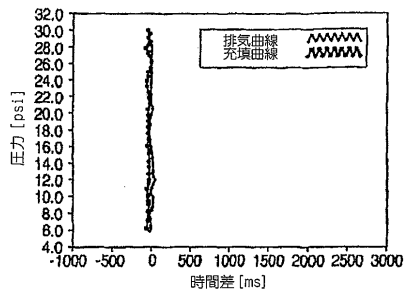
【 図 14 】



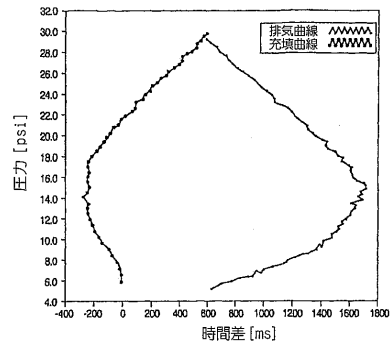
【 図 16 】



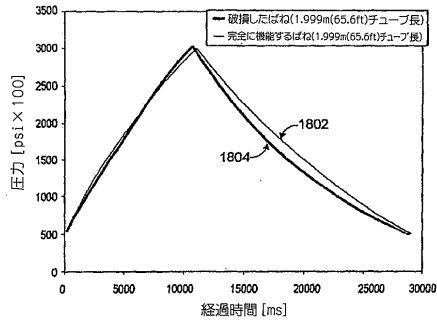
【 図 17 】



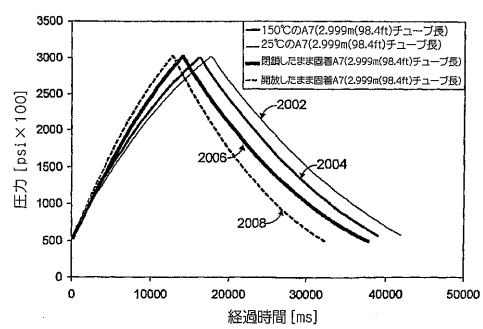
【 図 19 】



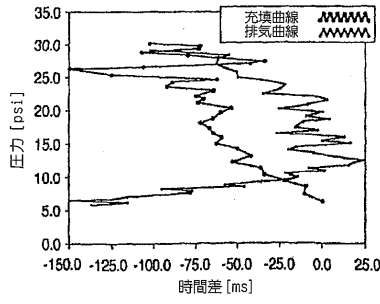
【 図 18 】



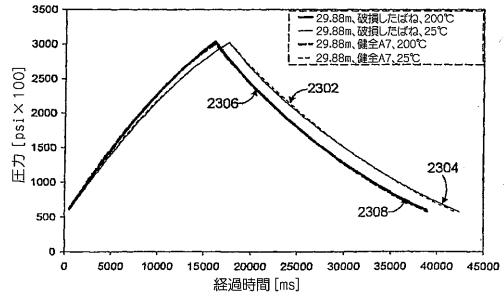
【 図 20 】



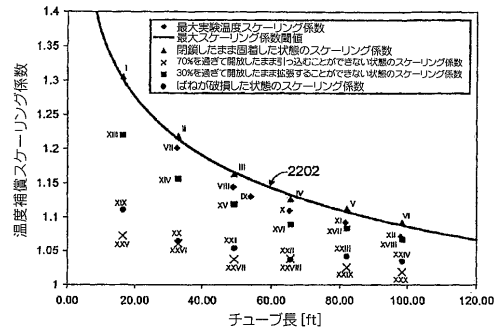
【図 2 1】



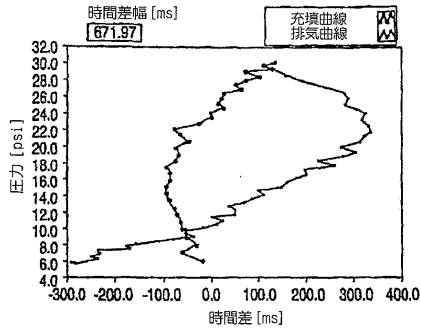
【図 2 3】



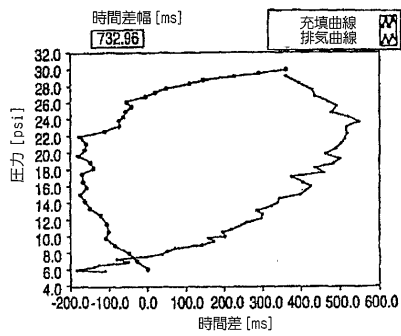
【図 2 2】



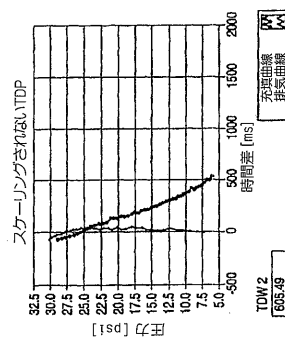
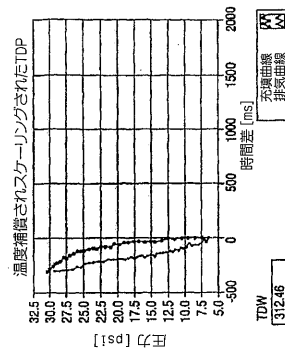
【図 2 4】



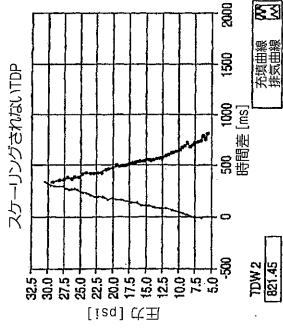
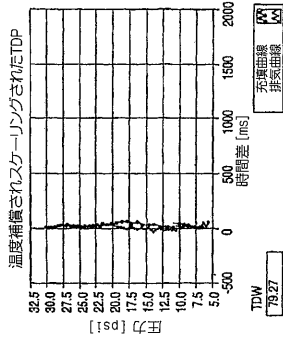
【図 2 5】



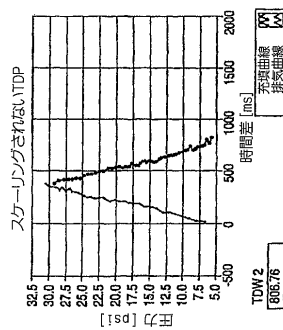
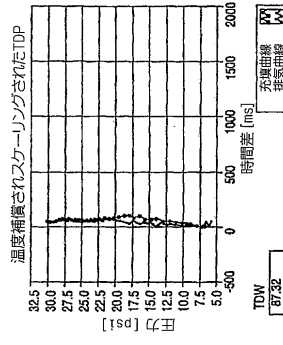
【図 2 6】



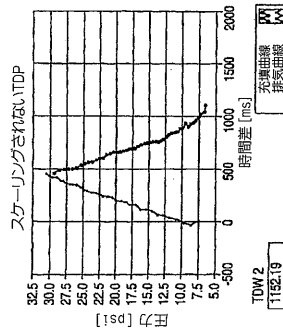
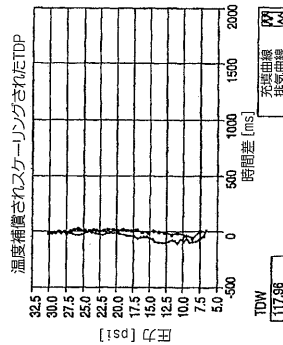
【 27 】



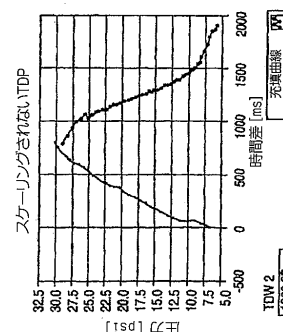
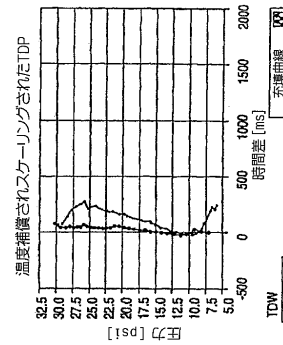
【 28 】



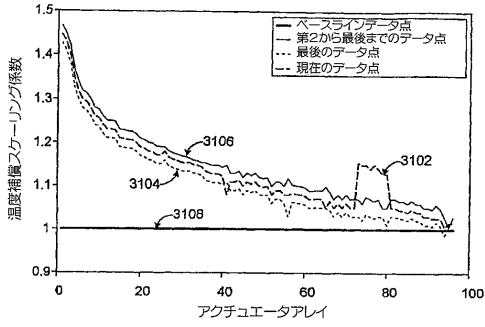
【 29 】



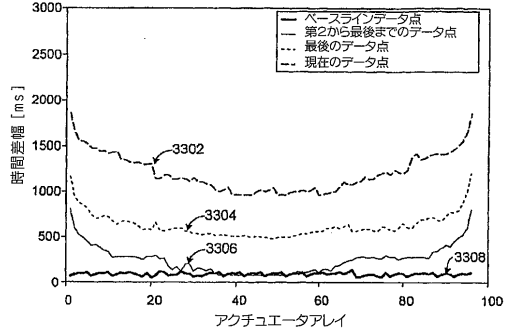
【 30 】



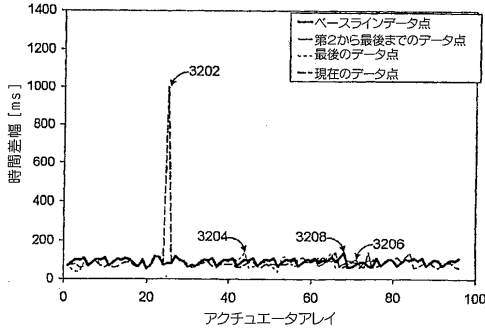
【図 3 1】



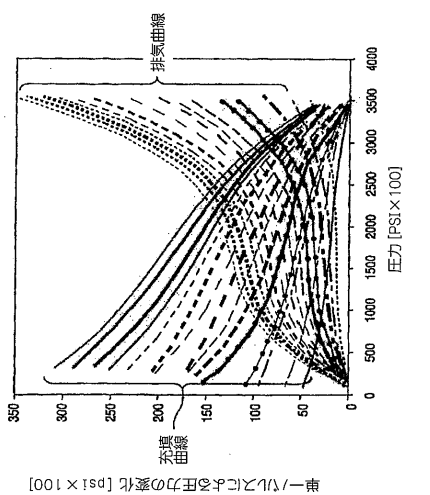
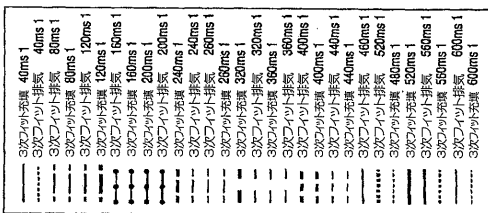
【図 3 3】



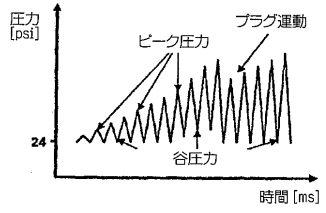
【図 3 2】



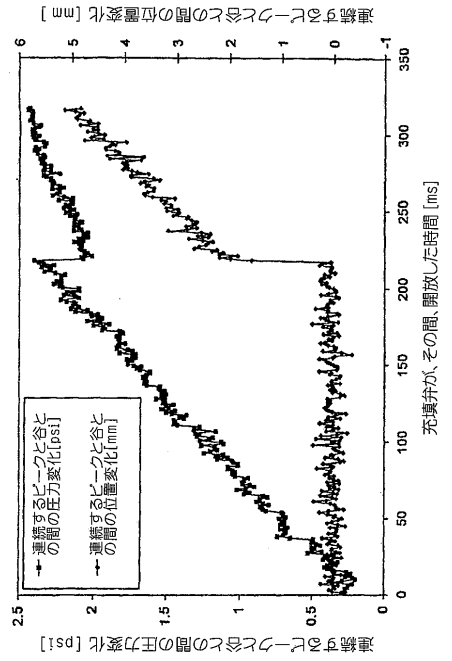
【図 3 4】



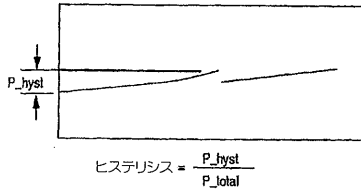
【図 3 5】



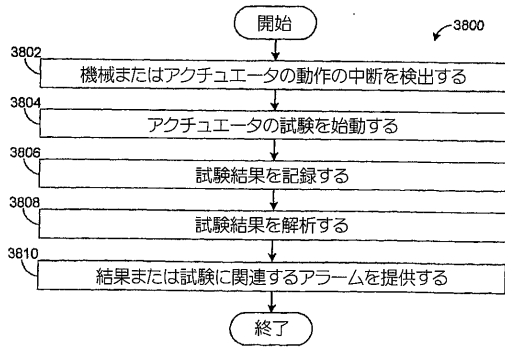
【図 3 6】



【図 37】



【図 38】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100107696

弁理士 西山 文俊

(72)発明者 チリコ,サルヴァトーレ

カナダ国 ヴィ3ジェイ 1ビー9 プリティッシュ・コロンビア,バーナビー,コロナ・ドライブ 2967

(72)発明者 ベセルト,ロン・イー

カナダ国 ヴィ3ジェイ 1ジェイ4 プリティッシュ・コロンビア,バーナビー,ノエル・ドライブ 3075

審査官 佐々木 一浩

(56)参考文献 国際公開第2005/124490(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G05B 23/02