

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4804502号
(P4804502)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int.Cl. F I
G O 5 D 16/20 (2006.01) G O 5 D 16/20 J

請求項の数 12 (全 27 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-110308 (P2008-110308) (22) 出願日 平成20年4月21日 (2008.4.21) (62) 分割の表示 特願2002-570022 (P2002-570022) の分割 原出願日 平成14年1月23日 (2002.1.23) (65) 公開番号 特開2008-181568 (P2008-181568A) (43) 公開日 平成20年8月7日 (2008.8.7) 審査請求日 平成20年5月16日 (2008.5.16) (31) 優先権主張番号 09/796,902 (32) 優先日 平成13年2月28日 (2001.2.28) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 591055436 フィッシャー コントロールズ インター ナショナル リミテッド ライアビリティ ー カンパニー アメリカ合衆国 50158 アイオワ マーシャルタウン サウス センター ス トリート 205 (74) 代理人 110000556 特許業務法人 有古特許事務所 (72) 発明者 バンデラ, リチャード ジェイ. アメリカ合衆国 50158 アイオワ マーシャルタウン オデッサ ドライブ 2336</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低消費電力調整弁システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセンサ及びA/Dコンバータを有し、バッテリーによって動作するパイプライン内の流体制御用の圧力調整弁であって、

前記バッテリーの電圧値を検出して、これに応じて該電圧値を表すデジタル信号を発生させるように構成されたバッテリーセンサと、

前記バッテリーの閾値容量値を記憶し、これに応じて該閾値容量値を表す閾値容量信号を発生させるように構成されたメモリと、

前記圧力調整弁の電力消費量を制御するための制御装置とを備え、

前記制御装置は、クロック、計算ユニット及び論理演算ユニットを有するプロセッサを備え、

前記クロックは、ある周波数でクロック信号を提供するように構成され、

前記計算ユニットは、前記電圧値を表す前記デジタル信号に応じて、前記バッテリーの残存容量を示す残存容量信号を発生するように構成され、

前記論理演算ユニットは、前記残存容量信号と前記閾値容量信号とを比較し、該比較に応じたロジックルーチンに従って、少なくとも電力節約モード及びフェイルセーフモードを含む複数の動作モードのうちの1つにて前記圧力調整弁を動作させるためにコマンド信号を発生させるように構成され、

前記制御装置は、前記クロック信号の前記周波数に対応するサンプリング速度で、前記複数のセンサの検出値を表す少なくとも一つの動作パラメータ信号を受信するように構成

10

20

され、

前記ロジックルーチンは、前記圧力調整弁が前記電力節約モードにて動作しているときには、前記クロック信号の周波数を減少させるように構成され、また、前記ロジックルーチンは、前記圧力調整弁が前記フェイルセーフモードにて動作しているときには、前記センサ、前記 A / D コンバータ及び前記プロセッサへの電力供給を停止させるように構成されている圧力調整弁。

【請求項 2】

前記残存容量信号が前記閾値容量信号未満のときに、前記ロジックルーチンは前記圧力調整弁を前記電力節約モードで動作させ、前記残存容量信号がゼロに等しいときに、前記ロジックルーチンは前記圧力調整弁を前記フェイルセーフモードで動作させる請求項 1 に記載の圧力調整弁。

10

【請求項 3】

前記圧力調整弁に連結されたバックアップバッテリーを更に有しており、前記ロジックルーチンは、前記フェイルセーフモードにおいて前記バックアップバッテリーを起動させるように構成されている請求項 2 に記載の圧力調整弁。

【請求項 4】

前記ロジックルーチンは、前記フェイルセーフモードにおいて前記バッテリーセンサを停止させるように構成されている請求項 2 に記載の圧力調整弁。

【請求項 5】

前記閾値容量値は、第 1 の閾値及び第 2 の閾値を有しており、前記電力節約モードは、第 1 の電力節約モード及び第 2 の電力節約モードを有しており、

20

前記メモリは、前記第 1 の閾値に応じた第 1 の閾値容量信号を発生させ、第 2 の閾値に応じた第 2 の閾値容量信号を発生させるように構成されており、

前記ロジックルーチンは、前記残存容量信号が前記第 1 の閾値容量信号未満のときに、前記圧力調整弁を前記第 1 の電力節約モードで動作させ、前記残存容量信号が前記第 2 の閾値容量信号未満のときに、前記圧力調整弁を前記第 2 の電力節約モードで動作させるように構成されている請求項 2 に記載の圧力調整弁。

【請求項 6】

前記ロジックルーチンは、前記第 1 の電力節約モード及び前記第 2 の電力節約モードのうち少なくとも 1 つにおいてアラームを発生させるように構成されている請求項 5 に記載の圧力調整弁。

30

【請求項 7】

前記アラームは、第 1 のアラーム及び第 2 のアラームを有しており、

前記ロジックルーチンは、前記第 1 の電力節約モードにおいて前記第 1 のアラームを発生させ、前記第 2 の電力節約モードにおいて前記第 2 のアラームを発生させるように構成されている請求項 6 に記載の圧力調整弁。

【請求項 8】

前記ロジックルーチンは、前記第 2 の電力節約モードにおいて前記クロック信号の周波数をさらに減少させるように構成されている請求項 5 に記載の圧力調整弁。

【請求項 9】

40

バッテリーによって動作する圧力調整弁の電力消費量を制御するように構成されている制御装置であって、

バッテリーの電圧値を検出して、これに応じて該電圧値を表すデジタル信号を発生させるように構成されたバッテリーセンサと、

前記バッテリーの閾値容量値を記憶し、これに応じて該閾値容量値を表す閾値容量信号を発生させるように構成されたメモリと、

計算ユニット、論理演算ユニット及びクロックを有するプロセッサと、を備え、

前記クロックは、ある周波数でクロック信号を提供するように構成され、

前記計算ユニットは、前記クロック信号の前記周波数に対応するサンプリング速度で前記バッテリーセンサから前記電圧値を表す前記デジタル信号を受信し、前記バッテリーの残存

50

容量を示す残存容量信号を発生するように構成され、

前記論理演算ユニットは、前記残存容量信号と前記閾値容量信号とを比較し、当該比較に応じたロジックルーチンに従って、少なくとも電力節約モード及びフェイルセーフモードを含む複数の動作モードのうちの1つにて前記圧力調整弁を動作させるためにコマンド信号を発生させるように構成され、前記論理演算ユニットが、前記圧力調整弁が前記電力節約モードにて動作しているときには、前記クロック信号の周波数を減少させるように構成される制御装置。

【請求項10】

前記ロジックルーチンは、前記残存容量信号が閾値容量信号未満のときに、前記圧力調整弁を前記電力節約モードで動作させ、前記残存容量信号がゼロに等しいときに、前記圧力調整弁を前記フェイルセーフモードで動作させるように構成されている請求項9に記載の制御装置。

10

【請求項11】

前記閾値容量値は、前記メモリに記憶された第1の閾値及び第2の閾値を有しており、前記電力節約モードは、第1の電力節約モード及び第2の電力節約モードを有しており、前記メモリは、前記第1の閾値に応じた第1の閾値容量信号を発生させ、前記第2の閾値に応じた第2の閾値容量信号を発生させるように構成されており、前記ロジックルーチンは、前記残存容量信号が前記第1の閾値容量信号未満のときに、前記圧力調整弁を前記第1の電力節約モードで動作させ、前記残存容量信号が前記第2の閾値容量信号未満のときに、前記圧力調整弁を前記第2の電力節約モードで動作させるように構成されている請求項10に記載の制御装置。

20

【請求項12】

バッテリーによって動作する圧力調整弁の電力消費量を制御する方法であって、前記バッテリーの電圧値を検出するためにバッテリーセンサを設けるステップと、前記バッテリーの閾値容量値を記憶するステップと、クロック周波数でクロック信号を提供するステップと、前記クロック周波数に対応するサンプリング速度で動作パラメータ値を受信するステップと、

前記電圧値及び前記閾値容量値に基づくロジックルーチンに従って、電力消費モード及びフェイルセーフモードを含む複数の動作モードのうちの少なくとも1つにて前記圧力調整弁を動作させるステップと、

30

前記圧力調整弁を前記電力消費モードで動作させているときに前記クロック周波数を減少させるステップと、

前記圧力調整弁を前記フェイルセーフモードで動作させているときに、バックアップバッテリーを起動するとともに、前記圧力調整弁に関連付けされた少なくとも一つのセンサへの電力供給を停止するステップとを有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して流量調整弁に関する。より詳細には、本発明は概して電力消費量を減らすために、選択された調整弁部品の電源を選択的に投入し及び切断する低消費電力調整弁システム及び方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

これは、以前の出願(2000年6月23日に出願の同時係属中に出願番号第09/603157号)の一部継続出願である。

【0003】

例えば油及びガス・パイプライン系、化学プロセス、その他のような工業プロセスの流体の制御においては、流体の圧力を減少させ、また制御することが必要であることが多い。これらの作業には、調整弁が、当該調整弁を通じて調節可能なフロー絞りを提供するこ

50

とにより一般的に使用される。所定用途での調整弁の目的は流量または他のプロセス変数を制御することであってもよいが、絞りはその流れの制御機能の副産物として、本質的に減圧を発生させる。

【0004】

例えば、調整弁が使われる特定の用途に、天然ガスの配送及び伝送がある。一般的に天然ガス配送システムは、天然ガス田から一以上の消費者宅まで延びた配管ネットワークを有している。大容量のガスを配送するために、ガスは高圧に圧縮される。ガスが配送グリッド及び、最終的には消費者宅に近づくに従い、ガスの圧力は減圧ステーションで減らされる。減圧ステーションは、ガス圧を減少させるために一般的に調整弁を使用する。

【0005】

天然ガス配送システムが消費者に十分な容量のガスを提供できることは重要である。このシステムの容量は一般的にシステム圧力、配管サイズ及び調整弁で決定され、またシステム容量はシミュレーションモデルを使用して評価されることが多い。システムモデルの精度は種々の入力ポイント、減圧ポイント、及び出力ポイントにおける流量データを使用して決定される。減圧ポイントは、ガス分配システムの容量に大きな影響を与える。したがって、減圧ポイントを正確にシミュレートすることがシステムモデルにとって重要である。しかしながら、減圧ポイントは、配送システムの中にあり、したがって、管理移転ポイント（すなわちガス流の制御が配送システムから消費者に切り替わるポイント）とは考えられない。その結果、一般的には減圧ポイントにおいて流量は測定されていない。さらに、減圧ポイントは管理移転ポイントではないので、高精度の加算費用は必要とされない。天然ガス配送に関して上記したそれらと同様の流量測定問題は、他の調整弁用途（すなわち工業プロセス、化学プロセス、その他）にも存在する。

【0006】

加えて、調整弁は動作の間、損耗が原因となって故障することがある。それによって、パイプラインに沿って圧力を制御する能力が減ずる。破損した調整弁により、流体が漏洩が許容され、それによって、流体の無駄が増え、危険な状況が発生し得る。破損した調整弁が修復され、又は取り替えられ得る一方、調整弁が故障した時点を検出し、また破損した調整弁がどれであるかを判断することは困難であることが多い。故障を検出し、また故障した調整弁がどれであるかを判断することは、数マイルに達するパイプラインがある一般的な天然ガス送出システムにおいては更に困難である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来技術の調整弁は、一般的にこのような全てまたは大部分の調整弁部品に常に電力を供給したまま動作する。従来技術の調整弁がバッテリー原料により電力を供給されるそれらの状況において、かかる従来技術の調整弁を動作させることにより、不必要な電力資源の消費がしばしばもたらされ、それによって、調整弁の効率が減少する。加えて、長期にわたる使用の結果として、またはおそらく誤動作の結果として、調整弁のバッテリー容量が減少し、電力を供給される全てのまたは大部分の調整弁部品を有する従来技術の調整弁を動作させ続けることにより、かかる従来技術の調整弁を動作させることが可能な時間が短縮される。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の態様に基づいて、制御装置及び複数のセンサを有し、前記制御装置がセンサデータを収集すべく構成されている圧力調整弁システムにおけるセンサデータの収集のための方法が提供される。当該方法は、第1のモードに前記制御装置をセットするステップと、前記複数のセンサの中の選択されたセンサを起動するために、第1の制御装置コマンドを発行するステップとを含む。前記制御装置は、前記制御装置が第1のモードで動作する場合よりも減ぜられた電力量を消費する第2のモードに、第1の所定期間の間セットされる。前記制御装置は、前記第1の所定期間が経過した後に、前記第1のモードにセットさ

10

20

30

40

50

れる。前記選択されたセンサからセンサデータを収集するために、第2の制御装置コマンドが発行される。

【0009】

本発明のもう一つの態様に基づいて、制御装置及び複数のセンサを有し、前記制御装置が前記複数のセンサ夫々からサンプリング期間中にセンサデータを収集すべく構成されている圧力調整弁システムにおけるセンサデータの収集のための方法が提供される。当該方法は、前記複数のセンサの中の第1の選択されたセンサを起動させるステップと、前記第1の選択されたセンサからセンサデータを収集するステップと、その後前記第1の選択されたセンサを停止させるステップとを含む。前記複数のセンサの中の第2の選択されたセンサがその後起動する。前記第2の選択されたセンサからセンサデータが収集され、その後前記第2の選択されたセンサが停止する。

10

【0010】

本発明の他の態様に基づいて、パイプライン内の流体を制御するために圧力調整弁が提供され、当該圧力調整弁はバッテリーによって動作する。前記圧力調整弁は、バッテリーセンサ、メモリ及び制御装置を有する。前記バッテリーセンサは、前記バッテリーの動作パラメータを検出して、動作パラメータ信号を発生させるように構成されている。前記メモリは、前記バッテリーの閾値容量を記憶し、閾値容量信号を発生させるように構成されている。前記制御装置は、前記圧力調整弁の電力消費量を制御する。より詳しくは、前記制御装置は、前記動作パラメータ信号及び前記閾値容量信号を受信し、複数の動作モードのうちの少なくとも1つにて前記圧力調整弁を動作させるために、コマンド信号を発生させるように構成されている。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1は、ガス圧力調整弁10の如き本発明に基づいた流体圧力調整弁の好ましい実施形態を示している。図示されたガス圧力調整弁10は、以下に記載するようなガス流測定器を含んでおり、このガス流測定器では、上流圧力、下流圧力及びオリフィス開度の測定値が、流れ及び他の情報を計算するために用いられている。図示されたガス圧力調整弁は本発明に係る流体圧力調整弁の単に一例に過ぎず、液体圧力調整弁もまた本発明の原理に基づいて提供することが可能であるということが分かる。

【0012】

30

図1に示す調整弁は、調整弁本体12と、ダイヤフラムハウジング14と、上部ハウジング16とを有している。調整弁本体12の中には、上流パイプラインへ接続するための吸入口18及び下流パイプラインへ接続するための排出口20が設けられている。調整弁本体12内部のオリフィス22は、吸入口18及び排出口20の間の連通を確立している。

【0013】

ダイヤフラム26は、ダイヤフラムハウジング14の内部に取り付けられており、ハウジング14を上側部分14aと下側部分14bとに分割している。圧縮ばね28は、ダイヤフラム26の中心に取り付けられており、下側のダイヤフラムハウジング14bに配されていて、ダイヤフラム26を上方へ付勢している。心棒30は、ダイヤフラム26に取り付けられており、ダイヤフラム26と共に移動する。弁体32の如き絞り要素は、心棒30の底端部に取り付けられており、オリフィス22の下方に配置されている。弁体32は完全にオリフィス22を遮断するように寸法決めされている。それによって、吸入口18から排出口20への連通が切り離される。したがって、圧縮ばね28がオリフィス22を上方へ付勢して、弁体32を閉じることが分かる。弁体32が下方へ移動するに従って、オリフィス22の遮断されていない(または開放された)空間が徐々に増加するように、弁体32は様々な横断面が形成されている。その結果、オリフィス22の開放された空間は、弁体32の位置に直接関係している。

40

【0014】

ダイヤフラムの上部チャンバ14aのガス圧は、閉塞位置及び開放位置の間で弁体32

50

を移動させるべく制御される。ハウジングの上側部分 14 a の圧力は、多くの異なる方法で提供され得る。本実施例においては、上側部分 14 a の圧力は、ローディングパイロット（図示せず）により制御される。しかしながら、調整弁 10 は、本発明の範囲から逸脱しなければ、アンローディングパイロットの如き、操作手段のタイプが異なるタイプのものであってもよいし、または、調整弁 10 は自己動作型若しくは負荷圧型のものであってもよい。

【0015】

ダイヤフラムハウジングの上側部分 14 a のガス圧を制御する更なる代替手段は、上流配管からダイヤフラムハウジングの上側部分 14 a まで延びている第 1 の管を、その中を通るガス流を制御する第 1 のソレノイドと共に有している。第 2 の管もまた、ダイヤフラムハウジングの上側部分 14 a から下流配管まで延設されており、また第 2 の管の中を通るガス流を制御すべくその中に配された第 2 のソレノイドを有して設けられている。パーソナルコンピュータが、第 1 及び第 2 のソレノイドに接続されており、それらの動作を制御する。

10

【0016】

ダイヤフラムハウジングの上側部分 14 a の圧力を増大させるために、第 1 のソレノイドが開放されて、上流圧力の前記上側部分への流入が許容される。それによって、ダイヤフラム 26 が下方へ駆動され、オリフィス 22 が開く。ガスは第 2 のソレノイドを通じて排出されることが可能であり、それによって、上流部分 14 a の圧力が減じ、ダイヤフラム 26 を上昇させることにより、オリフィス 22 が閉じる。圧力を提供し及び制御する方法に関係なく、圧力の増大によって、ダイヤフラム 26 及び取り付けられた弁体 32 が下方へ移動してオリフィス 22 が開放され、その一方で圧力の減少によりオリフィス 22 が閉塞することが分かる。この配置は、一例としてのみ与えられたものであり、当該技術分野における他の公知の配置もまた使用することが可能であるように、本発明の範囲を制限することを意図するものではない。

20

【0017】

本発明の一つの態様に基づき、上流圧力及び下流圧力のレベル P 1 , P 2 を測定するために、絞り要素の上流及び下流に圧力センサが設けられる。図 1 に示すように、第 1 及び第 2 の圧力センサ 34 , 35 は、上部ハウジング 16 に取り付けられる。チュービング 36 は、第 1 の圧力センサ 34 から、調整弁の吸入口 18 の上流に位置する配管内のタップまで延びている。更にチュービング 37 が、第 2 の圧力センサ 35 から、調整弁の排出口 20 の下流に位置する配管内のタップまで延びている。したがって、第 1 及び第 2 の圧力センサ 34 , 35 が上部ハウジング 16 に載置されると共に、第 1 及び第 2 の圧力センサ 34 , 35 のそれぞれに、チュービング 36 , 37 から上流及び下流のガス圧が伝達される。これに代えて、第 1 及び第 2 の圧力センサ 34 , 35 を上流及び下流の配管に直接取り付け、圧力センサから上部ハウジング 16 まで配線を延ばすことも可能である。温度の補正を提供すべく、所望であれば、プロセス流体温度伝送器 48 を、プロセス温度を測定する上流配管に配置する。

30

【0018】

上部ハウジング 16 は、弁体位置を決定するためのセンサを更に有する。図示した実施形態によれば、心棒 30 は弁体 32 に取り付けられており、またダイヤフラム 26 に連結されている。好ましくは心棒 30 が延長されたものである移動距離指示器 40 は、ダイヤフラムから上部ハウジング 16 内に延びている。その結果、弁体 32 の位置が弁体 32 の位置に対応する。したがって、センサは指示器移動距離検出手段、好ましくはホール効果センサを備える。当該ホール効果センサは、移動距離指示器 40 の上端部に取り付けられたホール効果磁石 42 を有する。当該ホール効果磁石 42 の位置を検出すべく、磁石センサ 44 が上部ハウジング 16 の内部に配置される。磁石 42 の位置を検出することによって、弁体 32 の位置を決定することができ、またそれゆえにオリフィス 22 の開放空間を決定することができる。弁体の移動距離の視覚的な表示を提供するために、第 2 の移動距離指示器（図示せず）を移動距離指示器 40 に連結することができる。当該第 2 の移動距

40

50

離指示器は、移動距離指示器 40 から、上部ハウジング 16 を通って、上部ハウジング 16 の上面より上に達するまで上方へ移動する。

【0019】

弁体 32 の移動距離の測定のための代替手段は、上部ハウジング 16 中の移動距離指示器 40 より上に配置されるレーダ送受信機（図示せず）を使用する。レーダ送受信機は、移動距離指示器 40 の位置を検出して、移動距離指示器の位置を示す信号を送信する。

【0020】

上記の実施形態の磁石 42 及びセンサ 44 の他に、多くの異なる方法によって弁体 32 の位置を決定することができるというまでもない。例えば、移動距離指示器 40 の位置を測定するために上部ハウジング 16 の内部またはダイヤフラム 26 の一部の位置を直接測定するためにダイヤフラムハウジング 14 の内部の何れかにレーザセンサ（図示せず）を設けてもよい。後者の位置にレーザセンサがある場合には、移動距離指示器 40 が不要となる。加えて、弁体位置を決定するために超音波センサを用いてもよい。

【0021】

更にこれに代えて、図 2 で示すように、ダイヤフラムハウジングの上側部分 14a の負荷圧を測定し、弁体位置を推定する。ダイヤフラムハウジングの上側部分 14a に存在する圧力によって、弁体 32 の位置が変化することが分かる。本実施例においては、ダイヤフラムハウジングの上側部分 14a における圧力を測定するために、負荷圧センサ 46 が上部ハウジング 16 の中に設けられている。測定された負荷圧は、それから弁体位置を決定するために用いてもよい。

【0022】

図 1 の実施形態に戻って、第 1 及び第 2 の圧力センサ 34, 35 及び移動距離センサ 44 は、電子フローモジュール 50 に送り込む出力を供給する。電子フローモジュール 50 は、図 1 に示す如く、上部ハウジング 16 中のように、調整弁に一体的に設けることもでき、また遠隔に配置することもできる。吸入口圧力、排出口圧力及び弁体位置は、調整弁 10 の可変オリフィスを通る流れを決定するために用いられる。臨界前のガス流のために、流量は次のアルゴリズムを使用して計算される。

$$F = \text{SQRT} \left\{ \frac{\{K \text{ SUB } 1\}}{\{G * T\}} \right\} * K \text{ sub } 2 * Y * P \text{ sub } 1 * \sin K \text{ sub } 3$$

$$\text{SQRT} \left\{ \frac{\{P \text{ sub } 1 - P \text{ sub } 2\}}{\{P \text{ sub } 1\}} \right\}$$

ここで、

F = 流速

K 1 = 絶対温度定数

G = 流動媒体の比重

T = 流動媒体の絶対温度

K 2 = 心棒位置定数

Y = 心棒位置

P 1 = 絶対上流圧力

K 3 = トリム形状定数

P 2 = 絶対下流圧力

心棒位置及びトリム形状定数 K 2, K 3 は調整弁の特定サイズ及びタイプに固有であり、主として特定のトリムサイズ及び形状に依存する。当該技術分野における当業者には明らかのように、K 2 と Y との積は、従来のフローサイジング係数に対する同等物となり得る。上記のアルゴリズムは、線形の金属トリムバルブ型調整弁を通る臨界前（すなわち、 $P 1 - P 2 < 0.5 P 1$ ）の流量を計算することに適している。

【0023】

臨界ガス流のために、正弦関数を取り除くことにより計算が修正される。非線形金属トリム調整弁及びエラストマ型調整弁の如き他の形式の調整弁のために、同様のアルゴリズムが使用される。しかしながら、当該技術分野において周知のように、心棒位置定数 K 2 は、圧力降下 P（すなわち上流圧力及び下流圧力 P 1, P 2 の差）及び / または弁棒位

10

20

30

40

50

置に関連した関数となる。

液体流のために、方程式は、

$$F = \text{SQRT} \left\{ \left\{ K_{\text{SUB}} 1 \right\} \text{OVER} \left\{ G * T \right\} \right\} * K_{\text{SUB}} 2 * Y * \text{SQRT} \left\{ P_{\text{SUB}} 1 - P_{\text{SUB}} 2 \right\}$$

となる。

ここで

F = 流速

K 1 = 絶対温度定数

G = 流動媒体の比重

T = 流動媒体の絶対温度

K 2 = 心棒位置定数

Y = 心棒位置

P 1 = 絶対上流圧力

P 2 = 絶対下流圧力

心棒位置定数 K 2 及び心棒位置 Y の値を負荷圧定数 K 4 及び負荷圧基準 P L に取り替える以外は同様の計算が、ダイヤフラムハウジングの上側部分 1 4 a における負荷圧を測定し、弁体の移動距離を推定する図 2 の実施形態において使用される。負荷圧定数 K 4 を、また特定の用途向けとし、夫々の形式の調整弁 1 0 のために決定することが必要である。非線形エラストマ絞りの部材のためには、負荷圧定数 K 4 は関数 P 及び P L となる。

【 0 0 2 4 】

好ましい実施形態において、ローカルフロービューモジュール 5 2 もまた上部ハウジング 1 6 の内部に配置される。ローカルフロービューモジュール 5 2 は、集計された流れ情報を提供する電子フロー集計器を有する。ローカルフロービューモジュール 5 2 は、携帯通信装置によるアクセスを許容する出力ポートを更に有しており、集計された流れにアクセスし、将来の使用のためにローカルフロー集計器をリセットする。現在の好ましい実施形態においては、ローカルフロービューモジュール 5 2 は、上部ハウジング 1 6 に入れられた LCD 表示器を有している。上部ハウジング 1 6 の最上部に取り付けられたキャップ 1 7 は、LCD 表示器を見ることが可能である透明なプラスチックのウィンドウを有している。

【 0 0 2 5 】

通信モジュール 5 4 は、遠隔ターミナル装置 (R T U)、パーソナルコンピュータまたは調整弁が制御する問合せ可能な他のあらゆる装置の如き補助の通信装置 5 5 にフローデータを送信する。通信モジュール 5 4 は、フロー情報を遠隔メータ読み取りシステム (図示せず) に送信するためのアンテナ 5 3 を有していてもよい。電力モジュール 5 6 もまた、流量測定手段に電力を供給するために設けられている。電力モジュール 5 6 は、調整された電圧を装置全体に供給することが可能であり、ソーラ方式、バッテリー及び DC または AC 電源の如きあらゆる周知の電源によって提供されていてもよい。

【 0 0 2 6 】

電子フローモジュール 5 0、ローカルフロービューモジュール 5 2、通信モジュール 5 4 及び電力モジュール 5 6 は、図 1 に示すように、別々に設けられていてもよく、または上部ハウジング 1 6 の中に位置する単一の主回路基板に設けられていてもよいことはいうまでもない。

【 0 0 2 7 】

調整弁 1 0 を通る算出流量は、別個の流量計 5 8 を使用して、迅速且つ容易に目盛り付けすることが可能である。流量計 5 8 は、これはタービンまたは他の形式の計器であってもよいが、実際の流体流れを測定するために一時的に下流のパイプラインに挿入される。流量計 5 8 は、補助の通信装置 5 5 (R T U、パーソナルコンピュータ、その他) または直接主回路基板にフィードバックを与える。フィードバックは、観測された流れ状態に基づいて、そこで調整弁 1 0 により実行される流量計算に組み込まれる誤差関数を発生さ

10

20

30

40

50

せるために用いてもよく、それによって、より正確なフローデータを提供することができる。

【0028】

調整弁流量測定及び診断装置の現在の好ましい実施形態は、図3に示されており、参照符号100にて概ねデザインされている。図3に示すように、装置100は、調整弁（図示せず）に連結すべく構成された第1の端部102を有する円筒形本体101を備えている。前述の実施形態と同様に、調整弁は上流セクション及び下流セクションを有する流体流路内に配置される。円筒形本体101は、調整弁のダイヤフラム（図示せず）に連結される移動距離指示器103（図4）の中に入れてある。図示した実施形態によれば、ホール効果センサは、移動距離指示器103の位置を検出するために用いられている。移動距離指示器103の部分104は、極片を有する磁性体で形成されている。ホール素子105（図4）は、磁性体部分104を検出し、移動距離指示器103の位置に対応する位置信号を発生させるべく配置されている。

10

【0029】

ハウジング106は、円筒形本体102に取り付けられており、第1の圧力ポート107、第2の圧力ポート108、補助の圧力ポート109、及び補助のポート110（図3）を有している。第1の圧力センサアセンブリ111は、第1の圧力ポート107に挿入されており、管（図示せず）が流路の上流セクションにアセンブリ111を連結している。第2の圧力センサアセンブリ114は、第2の圧力ポート108に挿入されており、管（図示せず）が流路の下流セクションに第2のアセンブリ114を連結している。第3の圧力センサアセンブリ115が、第3の圧力ポイントで測定するために補助の圧力ポート109に挿入されていてもよい。第3の圧力センサ115は、前述の実施形態に関して上述のより大きな詳細にて説明したように、プラグの移動距離を推測すべく、流路内または調整弁内を含む種々の位置にて圧力を測定するために用いられてもよい。好ましい実施形態においては、第4の圧力ポート117が、大気圧の測定のために設けられる。補助のポート110は、図1に示した温度伝送器48の如き他の装置から、離散またはアナログ入力を受け取るために設けられている。加えて、後により詳細に述べるように、入出力ポート112が外部の装置に連結するために設けられている。

20

【0030】

複数の回路基板120a~eが、装置100（図5）の種々の動作を制御するためにハウジング105内部に配置されている。図示した実施形態において、第1の（またはメインの）回路基板120aは、第1、第2、第3の圧力センサ及び大気圧センサ用のインタフェースと、ホール効果センサ105用のコネクションとを有していてもよい。第2の（または連通）回路基板120bには、外部の装置との通信用のインタフェースが設けられている。第2の回路基板120bは、モデムカード、RS232通信ドライバ、及びCDPDモデムの如き有線通信のコネクションを有することができる。これに加えて、またはこれに代えて、無線通信の送受信機が設けられていてもよい。第3の（またはメインの）回路基板120cは、好ましくは、プロセッサ、メモリ、リアルタイムクロック、及び2つの通信経路用の通信ドライバを有している。特に、プロセッサは流量を計算するために一つ以上の上記のアルゴリズムを有することができる。その一方で、メモリは、各日毎の高圧力及び低圧力の如き選択パラメータを記憶することができる。オプションの第4の回路基板120dには、補助の入出力装置55用のインタフェースが設けられている。かかる入出力装置の例には、漏れ検出器、メタン検出器、温度センサ及びレベルセンサを含めることができる。第5の（または終端）基板120eはまた、電源レギュレータ、（入出力装置との連結用の）フィールド終端、バックアップ電源装置、及び他の基板120a~dを接続することができるコネクションを有して設けられている。5つの回路基板120a~eを図示の実施形態として示しているが、本発明の範囲から逸脱することなく、単一の回路基板、5つ未満の回路基板または5つ以上の回路基板を使用することができることはいうまでもない。

30

40

【0031】

50

したがって、装置100と外部の装置との間の通信が、RFモデム、イーサネット(R)または同様の他の周知の通信によってなされていてもよいことはいうまでもない。プロセッサによって、外部装置が装置100への所望の圧力設定ポイント及びアラーム状態の如き情報を入力することが許容され、メモリに記憶されたデータが読み出される。読み出されるデータには、アラームログ及び記憶された動作パラメータを含めることができる。たとえば、装置100が圧力記録計の機能を提供するために、読み出された情報には、メモリに周期的に記憶された上流及び下流の圧力の履歴を含めることができる。

【0032】

発明の一つの態様に基づいて、プロセッサはアラーム信号を発生させるためのルーチンを有する。図5において概略的に示す如く、ルーチンの第1部分は、測定されたパラメータ(すなわち上流圧力、下流圧力及び移動位置)をあるユーザが特定した限界と比較する。加えて、例として概略的に図6及び7A~7Dに示した一つ以上のロジックサブルーチンが実行されることが可能であり、測定されたパラメータのうちの少なくとも2つが比較され、特定の論理演算に基づいてアラーム信号が生成される。

10

【0033】

まずレベルアラームについて説明すると、ユーザによってレベル限界が入力されたか否かを判断すべく、チェックが開始される(150)。圧力、移動、流れ及びバッテリーの値は、ユーザが入力したハイ・ハイリミットと最初に比較される(151)。何れかの値がハイ・ハイリミットを超える場合、その日付及び時刻が読み出され(152)、対応するハイ・ハイアラームが記録される(153)。次に、測定値は、ユーザによって入力された上限と比較される(154)。何れかの値が上限を超えた場合、その日付及び時刻が読み出され(155)、対応するハイアラームが記録される(156)。その後、それらの値は、ユーザが入力した下限と比較される(157)。何れかの値が下限より小さい場合、その日付及び時刻が読み出され(158)、対応するローアラームが記録される(159)。最後に、それらの値はユーザによって入力されたロー・ローリミットと比較される(160)。何れかの値がロー・ローリミットより小さい場合、その日付及び時刻が読み出され(161)、対応するロー・ローアラームが記録される(162)。

20

【0034】

付加的な限界アラームは、算出流速Fに基づいて設定され得る。例えば、ユーザは瞬間的に蓄積された流れのための限界を入力することができる。算出流速Fがこれらの限界の何れかを超える場合に、アラームは起動する。更にアラームは、心棒移動に基づいて設けられてもよい。ユーザは、蓄積された心棒移動距離のための限界を入力ことができ、また蓄積された心棒移動が前記限界を超えたときに、メンテナンスアラームを起動させることができる。

30

【0035】

ユーザが入力した限界アラームをチェックした後は、一つ以上のロジックサブルーチンの実行が可能であり、何れかの論理的アラーム状態が存在するか否かが判別される。好ましい実施形態においては、概して図6に示すように、ロジックサブルーチンの夫々は単一の統合ロジックサブルーチンに結合される。図6に示すように、サブルーチンは、圧力調整弁の中の流れを計算する中で、全ての圧力及び移動データをまず収集する。その後、測定パラメータの夫々は、他の測定パラメータ及びユーザが特定した任意の設定ポイントの両方と比較される。論理的アラームは、上流圧力166、下流圧力167、補助圧力168、心棒移動169及び流量170のために監視される。付加的な論理的アラームがまた、第3の圧力センサアセンブリ及び入出力コネクッション112に接続された補助装置からのフィードバックのために設けられていてもよい。後で詳しく述べるように、夫々のパラメータの相対値が獲得された後に、論理的アラームがチェックされる。

40

【0036】

図7Aには、上流圧力に基づく論理的アラームの判別(ステップ166)のための動作の好ましい流れが模式的に示されている。最初に、サブルーチンは、上流圧力に関する入力値をチェックする(172)。上流圧力に関して入力された値である場合、測定された

50

上流圧力がユーザの入力値より大きい(173)、小さい(174)、等しい(175)の何れであるかが、サブルーチンによって判別される。夫々の相対的な比較(すなわちステップ173, 174及び175)のために、図7B~7Dに示したように、一連のサブステップが実行される。

【0037】

上流圧力がある値より大きいことをアラームが必要とする場合、サブルーチンによって、まず最初にユーザが入力した特定上流圧力値がチェックされる(176)(図7B)。ユーザが上流圧力用の値を入力した場合、測定された上流圧力がその入力値と比較される(177)。測定値が入力値より大きい場合、上流圧力がより大きいというフラグがセットされる(178)。特定のユーザ入力値が使用されない場合、サブルーチンは、下流圧力が上流圧力179と比較されるか否かを調べるためにチェックする。その場合は、サブルーチンは上流圧力が下流圧力より大きいか否かを判別する(180)。その場合は、上流圧力が下流圧力より大きいというフラグがセットされる(181)。下流圧力が論理的アラームとして使用されない場合、サブルーチンは次に、補助圧力に基づく論理的アラーム値をチェックする(182)。補助圧力が論理的アラームとして使用される場合、サブルーチンは上流圧力が下流圧力より大きいか否かを調べる(183)。その場合は、上流圧力が補助圧力より大きいというフラグがセットされる(184)。

【0038】

図7C及び7Dに示すように、サブルーチンは上流圧力が論理的アラーム値以下か否かを判断するために同様のステップを実行する(185~202)。さらに、下流圧力及び補助圧力のために図7B~7Dに示すそれらと同一の動作が実行され、それらが特定ロジックアラーム値より大きい、小さい、又は等しいかが判断される。これらの動作は同一であるので、これらのステップを図示する別個のフローチャートは提供されない。

【0039】

移動に基づくロジックアラーム(169)(図7A)について説明すると、論理シーケンスフローチャートが図7Eで示される。したがって、サブルーチンは、まず移動位置論理値が入力されたか否かをチェックする(203)。移動位置論理値が入力された場合、サブルーチンは測定値は論理値より大きくなければならないか否かを判断する(204)。論理演算子が「限界より大きい」である場合には、サブルーチンは、測定された移動位置が入力値より大きいか否かを判断する(205)。その場合は、より大きい移動というフラグがセットされる(206)。移動のために「より大きい」限界が使用されていない場合、その後サブルーチンは、「より小さい」限界をチェックする(207)。「より小さい」限界が検出された場合には、サブルーチンは、測定された移動が入力値より小さいか否かを判断する(208)。その場合は、より小さい移動というフラグがセットされる(209)。「より小さい」値が使用されていない場合には、サブルーチンは、「等しい」演算子限界をチェックする(210)。「等しい」限界が使用されている場合には、測定された移動が入力値に等しいか否かを、サブルーチンが判断する(211)。その場合は、等しい移動というフラグがセットされる(212)。図6のステップ170で要求されるように、算出流速がロジックフローアラーム値より大きい、より小さい、又は等しいかどうかを判断するために、類似のステップのシーケンスを使用することができる。

【0040】

セットされ得る論理フラグに基づいて、あるロジックアラームは、測定されたパラメータのうち2つとの比較に基づいて起動され得る。例えば、停止問題アラームは、移動位置がゼロに等しく、しかも下流圧力が増加している(現在の下流圧力が直前に測定された下流圧力より大きい)ときに、起動されるべくセットされていてもよい。適切な動作状態が、対応する論理フラグをセットするために存在するときには、停止問題アラームが起動し、それにより、絞り要素の損傷の原因となり得る圧力調整弁中の流体の漏れを表示することができる。移動値がゼロより大きく、しかも下流圧力信号が減少しているときには、他のロジックアラームを発生させることが可能である。それにより、心棒の破損を示すことができる。移動値がゼロより大きく、しかも上流圧力信号が増加しているときには、さ

10

20

30

40

50

らにもう一つのロジックアラームを発生させることが可能である。それにより、心棒の破損又は調整弁の他の問題を示すことができる。

移動信号がゼロより大きく、しかも下流圧力信号がユーザが入力した下流圧力限界より大きいときには、更なるロジックアラームを起動することができる。そして、それは調整弁を制御するパイロットが有する問題を示すことができる。他のロジックアラームを入力して、種々の測定値及び算出値を考慮に入れることが可能である。その結果、調整弁が有する他の潜在的問題を直ちに示すことができる。

【 0 0 4 1 】

プロセッサに伴うメモリは、好ましくは日付、時刻及びアラームのタイプを追跡記録するアラームログを有する。アラームログは、アラーム履歴を読み出すことを可能とすべく、外部の通信装置によってアクセスすることが可能である。さらに、プロセッサは、好ましくは、遠隔に位置するホストコンピュータへ自動的にいかなるアラームも送信するレポートバイエグゼクション (R B X) 回路を有する。したがって、パイプラインの潜在的問題は迅速に報告され、特定の部品または破損エリアが特定される。

10

【 0 0 4 2 】

ガス流量調節弁 1 0 は、一般的にバッテリー電源によって動作し、消費電力量を最小化するために特に適している。図 8 を参照すると、低い静止電力消費量、又は切り換えられるデューティサイクル動作を利用することの何れかにより、最小の電力消費量のために設計された低消費電力回路 3 0 0 が示されている。ガス流量調整弁 1 0 は、低消費電力回路 3 0 0 を有している。通常は当該低消費電力回路の個々の部品がスリープモードにセットされており、また測定または診断動作を実行することが必要な場合には電源が投入される。低消費電力回路 3 0 0 は、通信ボード 1 2 0 b 及びセンサ入出力ボード 1 2 0 a に通信可能に接続されたプロセッサボード 1 2 0 c を概して有している。プロセッサボード 1 2 0 c はまた、拡張入出力ボード 3 0 2 を支持するように構成されている。

20

【 0 0 4 3 】

プロセッサボード 1 2 0 c は、プロセッサ 3 0 3 を有しており、このプロセッサ 3 0 3 は、リアルタイムクロック (R T C) モジュール 3 0 6 、通信モジュール 3 0 8 、ローカルオペレータインターラプト (L O I) モジュール 3 1 0 、内部入出力 (I / O) モジュール 3 1 2 、外部のスタティックランダムアクセスメモリ (スタティック R A M) モジュール 3 1 4 及び電子消去可能なプログラマブルリードオンリメモリ (E E P R O M) 3 1 6 と通信可能に接続されている。夫々のモジュール 3 0 6 ~ 3 1 6 は、個々のプリント配線基盤または一つ以上のプリント配線基盤上に配置され得る。

30

【 0 0 4 4 】

プロセッサ 3 0 3 は、 C P U 3 0 4 、内部クロック 3 1 8 、フラッシュリードオンリメモリ (フラッシュ R O M) 3 2 0 及びプロセッサランダムアクセスメモリ (プロセッサ R A M) 3 2 2 を有しており、また夫々の基板 1 0 2 a , 1 0 2 b , 3 0 2 及びモジュール 3 0 6 ~ 3 1 6 との通信のための制御及びタイミングを提供し、しかも異なるモジュール 3 0 6 ~ 3 1 6 及びセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 に対して動作及び電力配分を制御する。

【 0 0 4 5 】

C P U 3 0 4 は、3つの異なるモード (C P U 3 0 4 が完全動作を維持するのに必要な電力量を消費するアウェイモード、 C P U 3 0 4 がその内部システムの動作を維持するのに必要な減ぜられた電力量を消費するスリープモード及び C P U 3 0 4 が基本的にそれ自体を停止して、最小の電力量で動作するディープスリープモード) において動作する。スリープモードにおいては、 C P U 3 0 4 の動作周波数が電力を節約するために減ぜられる。ディープスリープモードにおいては、 C P U 3 0 4 、内部クロック 3 1 8 及び内部 R A M 3 2 2 への電力供給がオフされ、さらに電力が節約される。

40

【 0 0 4 6 】

他の機能の中で、内部クロック 3 1 8 は作業により与えられた設定サンプルレートに従って、スリープモードから C P U 3 0 4 を目覚めさせる。そのコンテンツを維持するた

50

めに電力を必要としない不揮発性メモリであるフラッシュROM 320は、動作中のファームウェアを含む。プロセッサRAM 322は、非初期化変数及びプログラムスタックを記憶するのに使用されるスタティックメモリである。プロセッサRAM 322は、揮発性であり、起動時には常に初期化される必要がある。RTCモジュール306は、ログ及び履歴にスタンプするために使用される日時及びカレンダー機能、通信呼び出しスケジューリング、通信電力制御並びに日時及びカレンダーに基づくアラーム発生を実行する。RTCモジュール306は、I2Cバス及び外部割込バスINT1を介してCPU304に接続されている。ディープスリープモードに入る前に、構成サンプルレートに基づく指定時間にそれを目覚めさせるための外部割込INT1をRTCモジュール306に発行させるべく、CPU304はRTCモジュール306に一般的に命令を発行する。

10

【0047】

通信モジュール308は、RS485ドライバを有しており、これは単一のRS485ループ上でマルチドロップされ得る外部装置又はツールと通信するのに適している。外部通信が要求されるときに、通信モジュール308内の割込み信号発生器はCPU304に割込み信号INT2を発行する。この割込み信号INT2は、CPU304にプロセッサと外部装置またはツールとの間で双方向通信を可能にするRS485ドライバを起動させる。CPUがたまたまスリープモードまたはディープスリープモードにある場合、割込み信号はCPU304を目覚めさせる。

【0048】

LOIモジュール310は、RS232ドライバを有しており、現場で設定ツールに接続することを目的としている。外部通信が要求されていることを示している動作をLOIモジュール310が検出したとき、割込み信号INT3がCPU304へ発行される。CPU304がたまたまスリープモードまたはディープスリープモードにある場合、割込み信号INT3はCPU304を目覚めさせる。割込み信号INT3を受信した場合には即座に、CPU304は設定ツールとの双方向通信を可能にするためにRS232ドライバを有するLOIモジュールに電源を投入する。

20

【0049】

内部入出力モジュール312は、プロセッサアナログ・ポートA1を介してCPU304と通信可能に接続されている。CPU304は、内部入出力モジュールへの電力を調整する。内部入出力モジュール312は、通常は消費電力を節約するためにスリープモードとされており、内部入出力信号の変換の前及びその間においてのみ電力を供給される。内部入出力モジュール312は、基板温度、電力端子に与えられる電圧及びロジックバッテリー電圧を含む内部パラメータデータをCPU304に供給するように構成されている。ロジックバッテリー電圧は、内部バッテリーの端子電圧である。内部入出力モジュール312もまた、RS232カード、2400ボーのモデム、CSC携帯電話インタフェースカード、セルラーデジタルパケットデータ携帯電話インタフェースカード、符号分割多重アクセス方式(CDMA)携帯電話インタフェースカードまたは無線通信インタフェースカードのようなオプションの付属通信カードが取り付けられているか否かについてCPU304にアラームを発する。

30

【0050】

EEPROMモジュール316は、ガス流量調整弁10用の設定、校正及びセキュリティパラメータを記憶するために使用される。このメモリは、不揮発性であって、そのコンテンツを維持するのに電力を必要としない。スタティックRAMモジュール314は、初期化された変数、アラームログ、イベントログ及び履歴ログを記憶するために使用されるスタティックメモリである。スタティックRAMモジュール314の1つのセクションは、ファームウェアアップグレード及び機能拡張の如きファームウェアダウンロードのために確保されている。これは、ファームウェアアップグレードでフラッシュメモリ320をプログラミングする前に、安全性及び信頼性のチェックを実行することを容易にする。スタティックRAMモジュール314に対する電力は、交換可能なリチウムバッテリーを用いてバックアップされる。

40

50

【 0 0 5 1 】

通信ボード 1 2 0 b は、一つ以上の外部の装置との外部通信のインタフェースが設けられており、ホストまたはマスタ装置を有している。通信モジュール 1 2 0 b は、異なるタイプのドライバの使用を必要とする異なるタイプの通信カードに対応するように構成されている。特定の通信カードを取り付けるときに、取り付けられた通信カードのタイプを識別するアナログ信号が当該通信カードによって CPU 3 0 4 へ発せられる。CPU 3 0 4 は、一般的に作業者が介入せずに、通信カード上の通信ドライバを正しく初期化し、当該通信ドライバに調和するために、アナログ信号データを使用する。通信カードは、外部の通信装置との通信が要求されたときに CPU 3 0 4 に割込みを発行するための割込み信号 INT 4 を生成する割込み信号発生器を有している。外部の通信装置と CPU 3 0 4 との間で双方向通信を可能とするために、割込み信号 INT 4 に対して応答する CPU 3 0 4 により、通信カード上のドライバが起動される。通信ボード 1 2 0 b は、例えばモデム・カード、RS 2 3 2 通信ドライバを経由した有線通信、または例えばセルラーデジタルパケットデータ (CDPD) モデムを経由した無線通信に構成されている。通信ボード 1 2 0 b は、また、ダイヤルモデム、他の携帯電話装置、無線通信装置、人工衛星、フィールドバス (登録商標) インタフェース又は HART (登録商標) インタフェースを含む他の装置を有するインタフェースに適合されていてもよい。

10

【 0 0 5 2 】

センサ入出力ボード 1 2 0 c は、一つ以上のアナログ・デジタル (A/D) コンバータ AD 1 , AD 2 を有しており、CPU 3 0 4 と、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の圧力センサ 3 4 , 3 5 , 1 1 5 , 1 1 7 及び移動センサ 4 4 を含む異なるセンサとの間の通信を容易にする。CPU 3 0 4 は、シリアル接続インタフェースバス SPI を介して A/D コンバータ AD 1 , AD 2 と通信する。A/D コンバータ AD 1 , AD 2 は校正データを維持するために常に電力を供給されているが、通常は電力消費量を最小にするスリープモードにセットされている。CPU 3 0 4 は、必要に応じて個々のセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 と連動し、サンプルをとられたセンサ示度を集め、変換するために、個々の A/D コンバータ AD 1 , AD 2 を目覚めさせる。

20

【 0 0 5 3 】

センサ入出力ボード 1 2 0 c もまた、第 1、第 2、第 3 及び第 4 の圧力センサインタフェース P 1 , P 2 , P 3 , PBAR、及び移動センサインタフェース TRAVEL を含む複数のセンサインタフェースを有している。CPU 3 0 4 は、センサインタフェース P 1 , P 2 , P 3 , PBAR , TRAVEL を介して異なるセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 の夫々への電力供給を調整する。電力制御データバス PCDB は、CPU 3 0 4 と、センサインタフェース P 1 , P 2 , P 3 , PBAR , TRAVEL との間の通信を可能にする。センサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 は通常電力を供給されておらず、示度またはサンプルを取得することが必要な場合にだけ電力を供給される。特定のセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 に電力を供給することを必要とするときに、CPU 3 0 4 は該当する圧力インタフェースにパワーアップコマンドを発行する。夫々のセンサインタフェース P 1 , P 2 , P 3 , PBAR , TRAVEL は、電圧基準、ブリッジアンプ及び電源スイッチを有している。電源スイッチは、電圧基準、ブリッジアンプ及びセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 への供給電力を制御する。電圧基準は、センサに電力を供給し、A/D コンバータ AD 1 , AD 2 に基準入力を与え、またブリッジアンプに基準出力を与える。複数のポイントでの基準信号の使用は、低消費電力回路 3 0 4 をレシオメトリックにし、それによって、基準のドリフトの影響が減少し、また A/D 変換の精度上の影響が減少する。

30

40

【 0 0 5 4 】

センサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 は、運転モード及びスリープモードにおいて動作するように構成されていてもよい。スリープモードにおいては、センサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 は運転モードにおける場合よりも少ない電力量を消費する。センサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 は、それらが電力を節約するためにサンプルデータに

50

実際に使用されない場合に、スリープモードにセットされてもよい。例えば、センサ34, 35, 44, 115, 117は、サンプルデータがCPU304によって必要とされた場合に、それらが初期化され、それから稼働されまたは運転モードにセットされた後、スリープモードにセットされてもよい。同様に、A/Dコンバータはまた、スリープモード及び運転モードにおいて動作するように構成されていてもよい。センサ34, 35, 44, 115, 117及びA/Dコンバータは、使用中でないときに、スリープモードにセットされるのに対して、別の実施形態においては、単に電力を供給されないようにしてもよい。

【0055】

拡張シリアル接続インタフェースSPIバス、アナログポート、制御出力及び状態入力に単一のコネクタを通じて入出力を行う単一のカードに、拡張入出力302は、一般的に含まれる。コネクタも、フィールド終端から拡張入出力カード302まで、フィールド信号を送る。拡張入出力ボード302の機能性は、用途の原理によって、用途について一般的に決定される。

10

【0056】

図9を参照すると、低消費電力回路300でファームウェアを実行しているガス流量調整弁10の動作の概要を提供するフローチャートが示されている。ファームウェアは、フラッシュメモリ320内に記憶される。ファームウェアの動作は、CPU304又は作業者によってパワーアップコマンドが発せられ得るステップ402において、低消費電力回路部品に電力供給するためのコマンドにตอบสนองして初期化される。

20

【0057】

ステップ404において、センサ示度及びサンプルを取得し及び処理し並びに流速の計算を実行するために作業者から与えられた設定に基づき、低消費電力回路300及びセンサ34, 35, 44, 115, 117が初期化されることにより、CPU304は初期化処理を開始する。作業者は、さまざまな時間間隔において異なる割合でセンサデータをサンプリングすべく、ガス流量調整弁10を設定することができる。

【0058】

CPU304はその後、作業者から与えられた設定に基づいて、ステップ406においてサンプリング動作を開始すべきか否かを判断する。CPU304がセンサ示度をサンプリングすべきであることを設定が示す場合、ステップ408において、それらがA/DコンバータAD1, AD2からセンサ示度のサンプルを取得することを必要とするとき、CPU304は、選択されたセンサ34, 35, 44, 115, 117及び選択された低消費電力回路300の部品への電力供給をまず開始する。夫々のセンサ及び低消費電力回路部品は、それらがサンプリング処理でのそれらの役割を完了するとすぐに、電源を切断される。収集したデータは、上流圧力センサ34、下流圧力センサ35、補助圧力センサ115、大気圧センサ117及び移動センサ44からの示度を含む。他の収集したパラメータは、入力電圧、バッテリー電圧、バッテリーの化学的性質及び基板周囲温度を含む。ステップ410において、CPU304は収集したセンサデータを使用して流速を計算する。

30

【0059】

その後、CPU304は夫々の収集した示度及び算出流速を作業者から与えられた上限及び下限と比較し、ステップ412において、何れかの値が範囲外であるか、またはアラーム状態を起動させるか否かを判断する。CPU304は、アラーム設定状態からアラームクリア状態へ、またはアラームクリア状態からアラーム設定状態へといったように、何れかのアラームが状態を変化させたか否かを判断し、その結果をアラームログに記録する。アラームが記録された場合には、CPU304はレポートバイエクセプション(RBX)をファイルし、自動的に通信モジュール120bを介して遠隔に位置するホストコンピュータへアラーム状態を送信する。したがって、パイプラインの潜在的問題は迅速に報告され、特定の部品または破損エリアが特定される。

40

【0060】

ステップ414において、CPU304は、設定された保管率に基づいて夫々の収集し

50

た示度及び算出流速が保管されなければならないか否かを判断する。CPU304が、ステップ416において、例えば収集した示度または算出流速の如き特定のパラメータを保管すべきであると判断した場合、CPU304はそのパラメータの平均値及び累計値を計算し、その後当該値をログ履歴に記録する。夫々のパラメータの保管率は、作業者によって設定可能であり、1分に一度の保管から60分ごとに一度まで変動させることができる。

【0061】

CPU304が特定のパラメータが保管されることを必要としないと判断する場合、CPU304がそのパラメータの平均値を計算することを必要とされるイベントのために、CPU304は、パラメータ値をそのパラメータ値の現在の合計に加え、またステップ420においてパラメータ値が合計された回数を追跡し続ける。

10

【0062】

ステップ422において、一旦サンプリング処理が完了すると、CPU304はシステムのチェック及び診断を実行するためのコマンドを発行する。システム診断処理は、低消費電力回路が適切に動作していることを確認し、任意の未解決のR BX要求に従って動作し、最近のファームウェア設定が使用されていることを保証し、ファームウェア最新版をモニタし、バッテリー性能をモニタし、またガス圧力調整弁10が動作制限値の範囲内で実行されていることを保証すべく実行される。具体的には、CPU304は、アラームの下限、ロー・ローアラームリミット、アラームの上限及びハイ・ハイアラームリミットに基づいて、ガス圧力調整弁システム電源の適当な動作範囲をモニタする。バッテリー電圧レベル、設定されたサンプル速度、内部クロック速度、RTCクロック速度及び通信レベルに従い、消費電力を節約し、バッテリー寿命を増大させるべく、適切なガス圧力調整弁システムが調整される。超低電力状態の下で、さらに電力を節約するために低消費電力回路300の部分から電力を取り除くことさえ可能である。一旦システムチェックが完了すると、CPU304は、減ぜられた動作周波数で動作することによって消費される電力量を減少させるために、スリープモードにセットされる。

20

【0063】

CPU304は、その後、ステップ424において、低消費電力回路300の中の通信モジュール308、LOIモジュール310及び通信ボード12bの如き異なる通信システムをチェックし、何れかの通信ポートが動作中であるか否かを判断する。通信ポートが動作中の場合、CPU304は動作し続け、再びステップ406に戻って、サンプリング処理が繰り返されなければならないか否かを判断して、ステップ422で再びシステムチェックを実行する。

30

【0064】

通信ポートが動作中でない場合、CPU304は指定された時間に外部割込INT1によってCPU304を目覚めさせるためにRTCへコマンドを発行し、その後ステップ426において消費電力を節約するためにディープスリープモードに入る。CPU304がディープスリープモードにある間には、例えばLOIモジュール310、通信モジュール308または通信ボード120bにより発行された外部割込INT2, INT3, INT4によって、CPU304を目覚めさせることができる。指定された期間が過ぎた場合には、ステップ428においてRTCがCPU304へ外部割込INT1を発行し、CPU304が目覚め、再びステップ404に戻って、再び処理全体を繰り返す。

40

【0065】

図10を参照すると、ステップ404の初期化処理がより詳細に示されている。上記したように、初期化処理は、ステップ402において低消費電力回路部品へ電力供給するためのコマンドにตอบสนองして起動する。CPU304は、ステップ430において、低消費電力回路ハードウェアを停止しまたはその電力消費量を下げるために、まず、適切な信号方向及びデフォルト信号レベル割り当てるように異なる入出力ポートを設定することから始める。CPU304はまた、通信ボード120c、通信モジュール308、LOIモジュール310、A/DコンバータAD1, AD2及びRTC306を含むタイマのために、

50

ポート機能をセットアップする。

【 0 0 6 6 】

C P U 3 0 4 はその後、ステップ 4 3 2 において、スタティック R A M 3 1 4 が有効なプログラム設定を含むかどうか判断するために有効性チェックを実行する。具体的には、スタティック R A M 3 1 4 の 3 つの異なるエリアが、周知の設定パターンについてチェックされる。3 つの異なるエリアの何れか一つでも周知の設定パターンに合致しない場合、スタティック R A M メモリ 3 1 4 は不正と判断される。スタティック R A M メモリ 3 1 4 が不正である場合、C P U 3 0 4 は、ステップ 4 3 4 において、初期化されていない変数及び初期化された変数全てを含むメモリ全体を初期化する。その後、ステップ 4 3 6 においてスタティック R A M メモリフラグがセットされる。R A M メモリ 3 1 4 が正当である

10

【 0 0 6 7 】

C P U 3 0 4 はその後、ステップ 4 4 2 において、R T C モジュール 3 0 6 で通信リンクをセットアップし、R T C 3 0 6 の正常動作をチェックする。R T C 3 0 6 が正常に動作していないか、R T C 3 0 6 への供給電力が断たれている場合には、C P U 3 0 4 は正常な日付時間機能で R T C 3 0 6 を再初期化する。C P U 3 0 4 はその後、ステップ 4 4 4 において、モデムが取り付けられているか否かをチェックして確認する。モデムが取り付けられている場合、C P U 3 0 4 はモデムを初期化し、その後モデムをパワーダウンする。モデムは、スタートアップの間、引き込まれる最大電流を制限するために消費電力が低いままの回路ハードウェアがパワーアップする前にパワーダウンされる。

20

【 0 0 6 8 】

ステップ 4 4 6 において、通信ボード 1 2 0 c、通信モジュール 3 0 8 及び L O I モジュール 3 1 0 の通信ポートは、設定されたボーレート、データビット、ストップビット及びパリティに従って初期化される。通信ポートを介した通信を開始するための割込み I N T 2 , I N T 3 , I N T 4 は、初期化処理の残り時間の間に通信を開始させないように、初期化処理の間、使用不能のままとされる。取り付けられたモデムの何れもが、その後ステップ 4 4 8 において動作用に設定される。

【 0 0 6 9 】

その後ステップ 4 5 0 において、ステップ 4 3 2 でスタティック R A M 3 1 4 が不正であると判別した場合、C P U 3 0 4 は以前に保存されたメモリ構成が E E P R O M 3 1 6 に記憶されているか否かを確認するためにチェックする。以前に保存されたメモリ構成が見つかった場合、それはステップ 4 5 2 においてスタティック R A M 3 1 4 にロードされる。以前に保存されたメモリ構成が E E P R O M 3 1 6 に記憶されていない場合、C P U 3 0 4 はデフォルトパラメータを使用してスタティック R A M 3 1 4 を初期化する。

30

【 0 0 7 0 】

ステップ 4 5 4 において、フラッシュ R O M パラメータが初期化される。フラッシュ R O M 3 2 0 に記憶されるファームウェアの最新版は、通常は作業者によって実行される。フラッシュ R O M パラメータは更新処理に適用され、誤動作の検出及び検証を準備する。次にステップ 4 5 6 において、A / D コンバータ A D 1 , A D 2 は動作のために初期化され、校正される。一旦初期化処理が完了すると、A / D コンバータ A D 1 , A D 2 は電力を節約するためにスリープモードにセットされる。ステップ 4 5 8 において、C P U 3 0 4 は設定されたサンプル及び保管周期を検証する。C P U 3 0 4 は、保管周期に毎に少なくとも一つのサンプルがあることを保証すべくチェックする。初期化処理 4 0 4 の完了直後にサンプリング処理が開始するために、サンプルフラグがセットされる。

40

【 0 0 7 1 】

センサ信号、種々の低消費電力回路パラメータ及びバッテリー電力レベルのような異なる入出力パラメータのサンプルをとるためにガス圧力調整弁 1 0 によって使用されるサンプリングシーケンスは、バッテリー電力消費量を最小にするように特に設計されている。サンプリング動作を実行するのに必要なそれらのセンサ 3 4 , 3 5 , 4 4 , 1 1 5 , 1 1 7 及

50

び低消費電力回路部品のみがパワーオンされ、その後、CPU304によってサンプルが収集された直後にパワーオフされる。図11を参照すると、ステップ408において実行可能なサンプリングシーケンスの一例が示されている。このサンプリングシーケンスは、バッテリー電力消費量を最小にしている間に、CPU304により、選択された圧力センサ34, 35, 115のセット及び移動センサ44の読み取りに使用される。

【0072】

CPUは、ステップ450において、A/DコンバータAD1, AD2、上流圧力センサ34及び下流圧力センサ35をパワーオンするためのコマンドを発行することから開始する。CPU304は、ステップ452において、指定期間経過後にCPU304にウェイクアップ信号を発行するように内部クロック318をセットし、スリープモードに入る。スリープ期間の継続時間は、正確な読み取りを提供するのに十分なだけ圧力センサ34, 35をウォームアップするために必要な時間に基づいている。かかるスリープ期間の継続時間の一例は、50ミリ秒とすることができる。ステップ454において内部クロック318により目覚めると、CPU304は適切なA/DコンバータAD1, AD2を読み出し、圧力センサ34, 35のサンプル示度を取得する。CPU304はその後、ステップ456において、電力センサ34, 35をパワーオフするためのコマンドと、補助電力センサ115をパワーオンするためのコマンドとを発行する。CPU304は、ステップ458において、獲得した上流及び下流の圧力示度のサンプルを工学単位に変換する。CPU304は、ステップ460において、指定期間経過後にCPU304にウェイクアップ信号を発行するように内部クロック318をセットし、スリープモードに入る。ステップ462においてCPU304が内部クロック318により目覚めたときには、CPU304は適切なA/DコンバータAD1, AD2を読み出し、補助圧力センサ115の示度を取得する。CPU304はその後、ステップ464において補助電力センサ115をパワーオフするためのコマンドを発行し、移動センサ44をパワーオンするためのコマンドを発行する。CPU304は、ステップ466において、補助圧力センサ115から取得したサンプルを工学単位に変換し、ステップ468において、適切な時間にウェイクアップ信号を発行するように内部クロック318をセットして、スリープモードに入る。内部クロック信号318に応答して目覚めると、CPUはステップ470において適切なA/DコンバータAD2を読み出し、移動センサ44から示度を取得する。ステップ472において、CPU304は移動センサをパワーオフするためのコマンドを発行し、その後、ステップ474において移動センサ示度を工学単位に変換する。

【0073】

CPU304は、サンプリング期間とサンプリング期間との間には通常、ディープスリープにセットされる。一旦CPU304がセンサ34, 35, 44, 115, 117のサンプリングを完了し、ディープスリープモードに入る前に、CPU304は、所定の期間の後にCPU304をアウェイクモードに、換言すれば運転モードにセットするための割込み信号INT1をCPU304に発行するためのコマンドを、RTCに発行する。所定の期間は、2つの連続したサンプリング期間の間の時間間隔に一致しており、設定されたサンプリングレートに基づいている。ディープスリープモードにある場合、CPU304はまた、通信装置との外部通信が要求されていることを示す割込み信号に応答して、アウェイクモードにセットされることも可能である。

【0074】

本実施形態では選択されたセンサのセットに関して述べたが、サンプリングシーケンスがより少ないセンサまたはより多くのセンサの示度を必要とすることも本発明の範囲内であると考えられる。例えば、CPU304は大気圧センサ117からの示度、バッテリーレベルの示度及びプロセッサボード120cの性能に関するパラメータを取得してもよい。選択された部品を、それらがセンサの示度を取得するのに必要とされるときにパワーオンし、その後、選択された部品をパワーオフすることを含む代替サンプリングシーケンスが、本発明の精神を逸脱することなく適用され得る。

【0075】

10

20

30

40

50

上記のように、ガス流量調節装置10は、バッテリーによって電力を供給され、周知の電力需要を有する。ガス流量調整弁の電力需要は、通常、設定されたサンプルレートの機能である。換言すれば、センサ34, 35, 44, 115, 117のサンプルレートが高い程、大きい電力量が消費される。CPU304は、バッテリー容量レベルをモニタして、通常、バッテリーの交換日の推定値を提供することができる。検出されたバッテリーの化学的性質は、ガス流量調節装置10の電力供給に使用されているバッテリーのタイプを特定するために用いられる。例えば、検出されたバッテリーの化学的性質は、使用されているバッテリーが鉛蓄電池かリチウム電池であるか否かを判断するために用いることができる。CPU304は、検出されたバッテリー端子電圧、検出されたバッテリーの化学的性質及び周知のガス流量調整弁の電力需要に基づき、バッテリーの残存容量を判断する。CPU304はまた、残存するバッテリー容量の値をさらに調整するために、例えば検出されたバッテリー温度の如き環境要素に関係するデータを使用することができる。

10

【0076】

図8をもう一度参照すると、バッテリー電圧センサ502及びバッテリーの化学的性質検出器504は、A/DコンバータAD2に通信可能に接続されている。CPU304は、A/DコンバータAD2を介して、夫々のセンサ502, 504によって読み出されるデータをサンプリングする。図12を参照すると、ガス流量調整弁10は、4つのバッテリー動作モード(ノーマルモード、第1電力節約モード、第2電力節約モード、フェイルセーフモード)のうちの1つで動作するように構成されている。CPU304は、残存するバッテリー容量に基づいて適切な動作モードにガス流量調整弁10をセットする。具体的には、バッテリー電圧センサ502は、バッテリー端子電圧を検出する。A/DコンバータAD2は、検出されたバッテリー端子電圧を、検出されたバッテリー端子電圧を表すデジタル信号に変換する。CPU304は、ステップ510において該当するA/DコンバータAD2を読みとってバッテリー端子電圧及びバッテリーの化学的性質の示度を取得し、ステップ512において残存するバッテリー容量を判断する。使用中のバッテリー容量及び閾値電圧または閾値容量のセットがメモリに記憶される。CPU304は、検出されたバッテリー電圧を夫々の閾値容量と比較し、ノーマル動作モード、第1電力節約モード、第2電力節約モードまたはフェイルセーフモードの何れにおいてガス流量調整弁10を動作させるべきかを判断する。比較機能を実行する論理演算ユニットは、低消費電力回路ファームウェアの構成要素である。

20

30

【0077】

CPU304はその後、ステップ514において、バッテリーがそのフル動作容量の25%を超える閾値容量で動作しているか否かを判断する。バッテリーが25%を超える閾値容量で動作している場合、CPU304はステップ516において、ガス流量調整弁10をノーマル動作モードにセットするために該当するコマンドを発行する。バッテリーが25%の以下のレベルで動作している場合、CPU304はステップ518において、25%の閾値容量の以下であり、且つフルバッテリー容量の15%の閾値容量以上の範囲の中でバッテリーが動作しているか否かを判断する。バッテリーがこの範囲の中で動作している場合、CPU304はステップ520において、ガス流量調整弁10を第1電力節約モードにセットするために該当するコマンドを発行する。

40

【0078】

ステップ522において、CPU304は、閾値容量の15%以下であり、且つフルバッテリー容量の5%の最小閾値容量を超える範囲の中でバッテリーが動作しているか否かを判断する。バッテリーがこの範囲の中で動作していると判断される場合、ガス流量調整弁10はステップ524において第2電力節約モードにセットされる。ステップ526において、CPU304はバッテリーがフルバッテリー容量の5%の最小閾値容量未満で動作しているか否かを判断する。バッテリーが最小閾値容量未満で動作しているとCPU304が判断した場合、ガス流量調整弁10はステップ528においてフェイルセーフモードにセットされる。

【0079】

50

ここで図13を参照すると、ガス流量調整弁10を第1電力節約モードにセットするためにCPU304が発行するコマンドが示されている。ステップ530において、圧力センサ示度及び移動センサ示度の如きセンサ示度がサンプリングされる速度が、第1電力節約レベルにまで減ぜられ、ステップ532において、内部クロック318のクロック速度が減ぜられる。ステップ534において、ローアラームがセットされ、タイムスタンプがされて記録される。イベントログ、履歴ログ及びアラームログは、第1電力節約モードにおいて依然維持される。第1電力節約モードにある間は、ある定義済みイベントの発生はクロック速度を増加することを必要とし得る。かかる定義済みイベントは、例えば、通信ボード120b、通信モジュール308またはLOIモジュール310の如き通信装置からの外部割り込みを含む。ステップ536において、CPUは、定義済みイベントに回答してクロック速度を増加させることを必要とするか否かを確認するためにチェックする。CPU304がクロック速度を増加させることが必要であると判断した場合、ステップ538において、機能の実行がより高いクロック速度を必要とすることが完了するまで、クロック速度は増加する。その後、CPU304はステップ540において、バッテリーエネルギーを再び節約するためにクロック速度を減少させるためのコマンドを発行する。

【0080】

図14を参照すると、ガス流量調整弁10を第2の節約モードにセットするためにCPU304が発行するコマンドが示されている。ステップ542において、圧力センサ示度及び移動センサ示度の如きセンサ示度がサンプリングされる速度が、第2電力節約レベル、即ち、第1の電力節約レベルでセットされるサンプリング速度よりも低いサンプリング速度にまで更に減ぜられる。ステップ544においては、通信ボード120bを介した通信の如き外部通信が全て終了する。ステップ546において、ロー・ローアラームがセットされ、タイムスタンプがされて記録される。内部クロック318のクロック速度は、減ぜられたクロック速度のままとなる。イベントログ、履歴ログ及びアラームログは、第2電力節約モードにおいて保存され続ける。

【0081】

図15を参照すると、メインバッテリーが故障したと判断される場合に、ガス流量調整弁10をフェイルセーフモードにセットするためにCPU304が発行するコマンドが示されている。上記の如く、スタティックRAM314はイベントログ、履歴ログ及びアラームログを記憶するために使用される。ステップ548において、交換可能なりチウムバッテリーの如きバックアップバッテリーが、スタティックRAM314に電力を供給し、それによりイベントログ、履歴ログ及びアラームログを保存するために起動される。センサ34, 35, 44, 115, 117, 502, 504 A/DコンバータAD1, AD2及びCPU304を含むプロセッサ基板120cの部品の前では、ステップ550において、電力を節約するためにパワーオフされる。スタティックRAM314だけが電力供給され続ける。メインバッテリーが交換されるまで、新規なデータサンプルは取得されず、または記憶されない。

【0082】

例えばフルバッテリー動作容量の25%、15%及び5%の如き特定のバッテリー容量閾値が、本発明の実施形態で示すために使用されている一方で、バッテリー容量閾値が、作業者が設定した値及び他のバッテリー容量閾値に設定され、また本発明の精神から逸脱することなく適用されてもよい。加えて、4つのガス流量調整弁動作モードを含む実施形態が記載されているが、より多い又はより少ない数の動作モードの使用もまた、本発明の範囲内であると考えられる。

【0083】

前述の詳細な説明は明瞭に理解されるためにのみ与えられたものであり、不要な限定がそこから理解されるべきではなく、当該技術分野における当業者に明らかであるように修正される。

【図面の簡単な説明】

【0084】

10

20

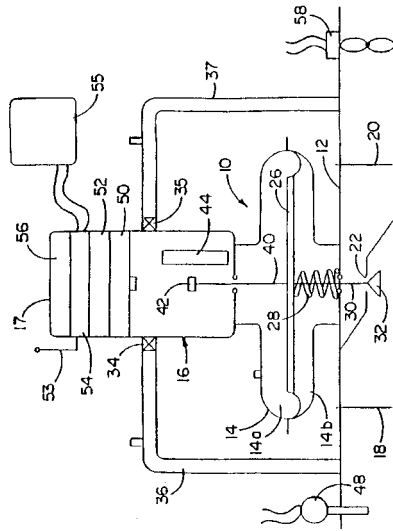
30

40

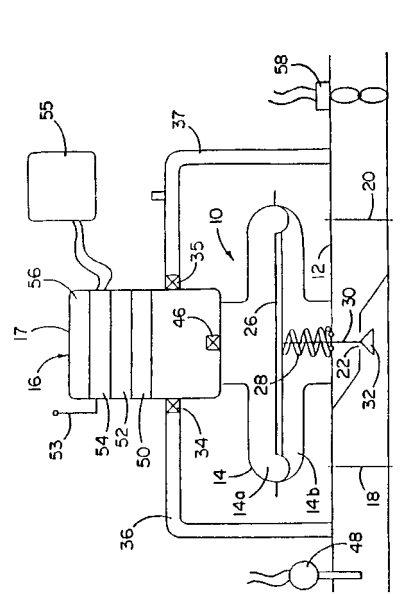
50

- 【図 1】本発明に係る流量測定器を有する調整弁を示す模式図である。
- 【図 2】流量測定器を組み入れている調整弁の付加的な実施形態の模式図である。
- 【図 3】調整弁流量測定装置の斜視図である。
- 【図 4】本発明の教示に基づいた調整弁流量測定装置の側面断面図である。
- 【図 5】アラームルーチンのユーザを指定された限界部分を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 6】ロジックアラームサブルーチンを模式的に示すフローチャートである。
- 【図 7 A】ロジックアラームサブルーチンの特定の部分を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 7 B】ロジックアラームサブルーチンの特定の部分を模式的に示すフローチャートである。 10
- 【図 7 C】ロジックアラームサブルーチンの特定の部分を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 7 D】ロジックアラームサブルーチンの特定の部分を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 7 E】ロジックアラームサブルーチンの特定の部分を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 8】ガス流量調整弁のための低消費電力回路を表すブロック図である。
- 【図 9】低消費電力回路の全動作を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 10】低消費電力回路により実行される初期化処理を模式的に示すフローチャートである。 20
- 【図 11】低消費電力回路により実行され、バッテリーの電力を節約するのに適しているサンプリング手順の一例を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 12】ガス流量調整弁のための動作モードを決定する方法を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 13】第 1 電力節約モードにガス流量調整弁をセットする方法を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 14】第 2 電力節約モードにガス流量調整弁をセットする方法を模式的に示すフローチャートである。
- 【図 15】フェイルセーフモードにガス流量調整弁をセットする方法を模式的に示すフローチャートである。 30

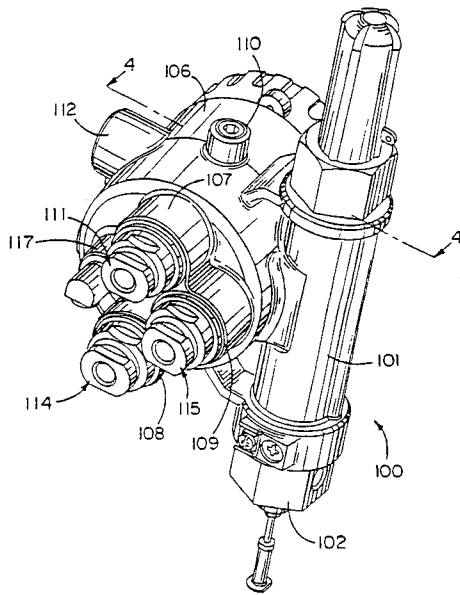
【 図 1 】



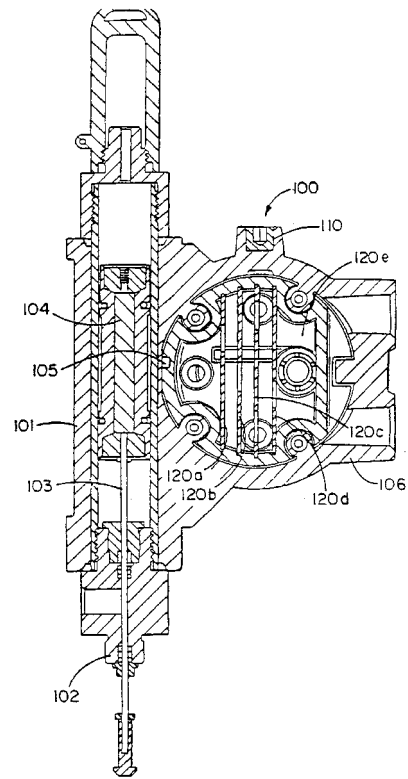
【 図 2 】



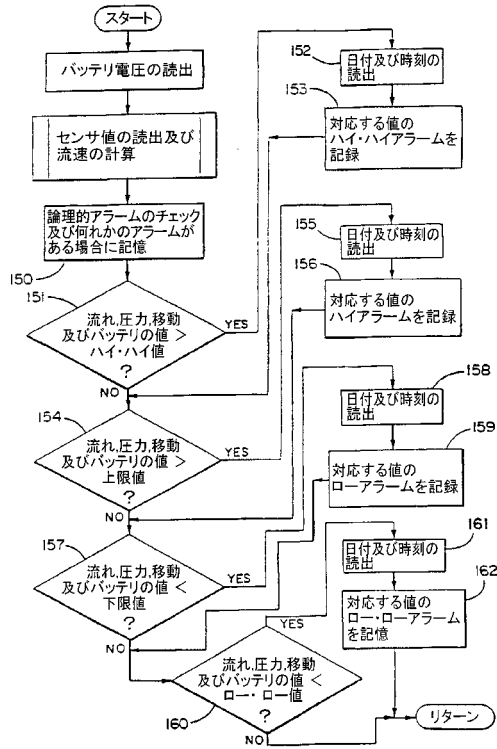
【 図 3 】



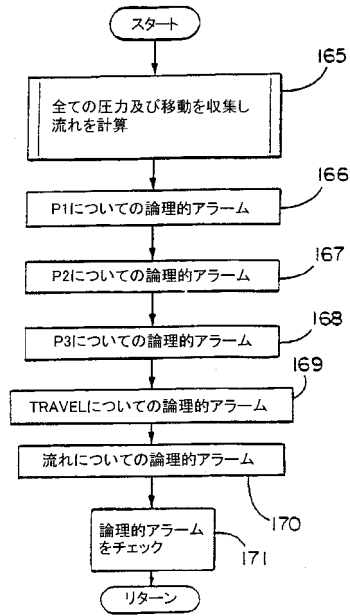
【 図 4 】



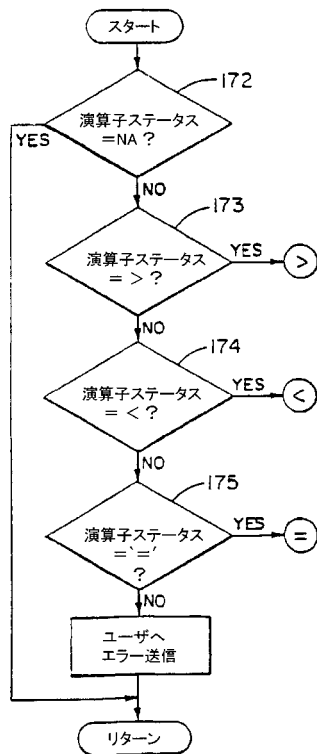
【図5】



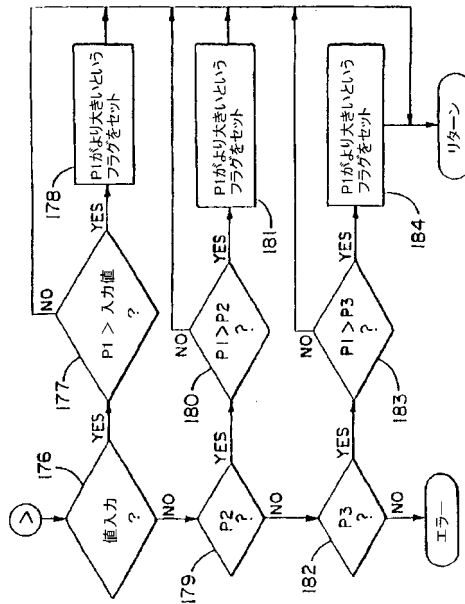
【図6】



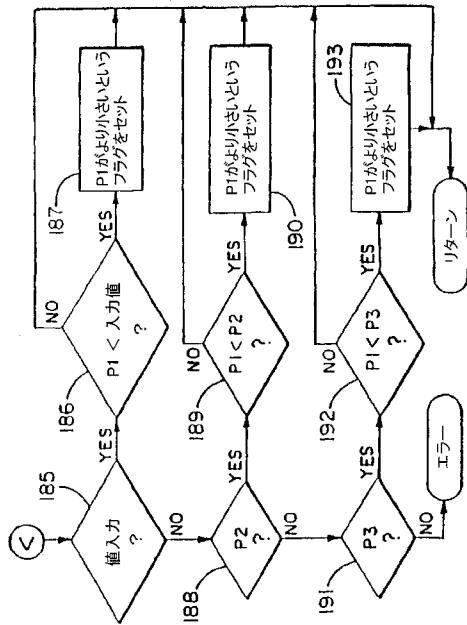
【図7A】



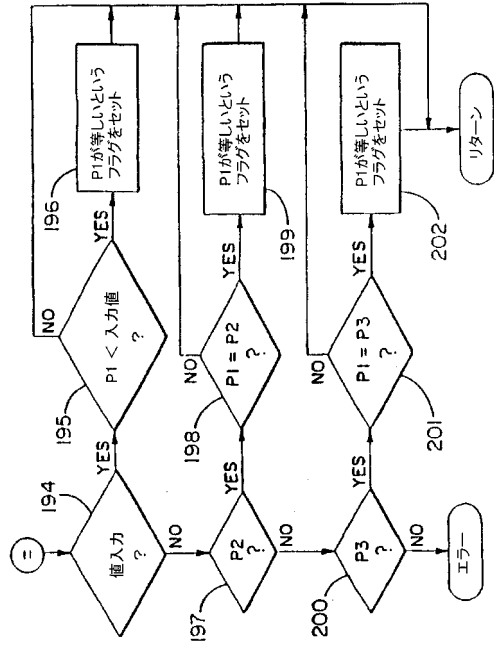
【図7B】



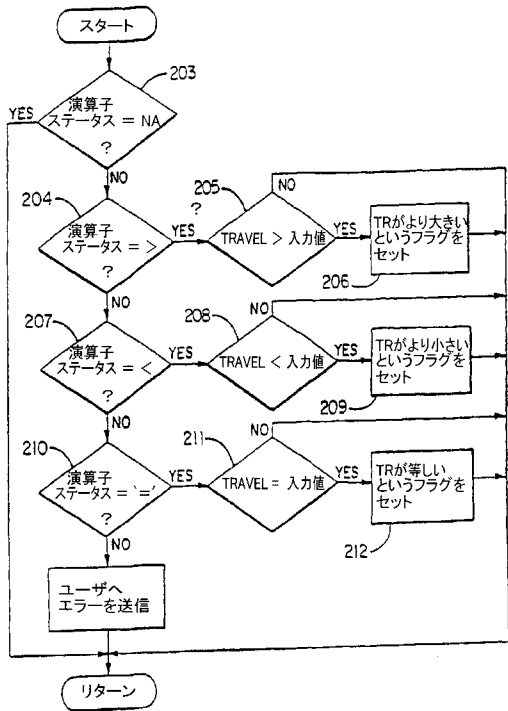
【図7C】



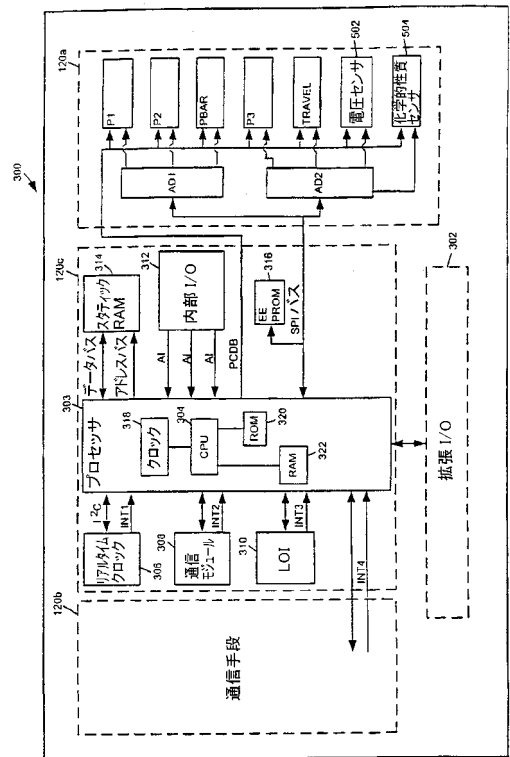
【図7D】



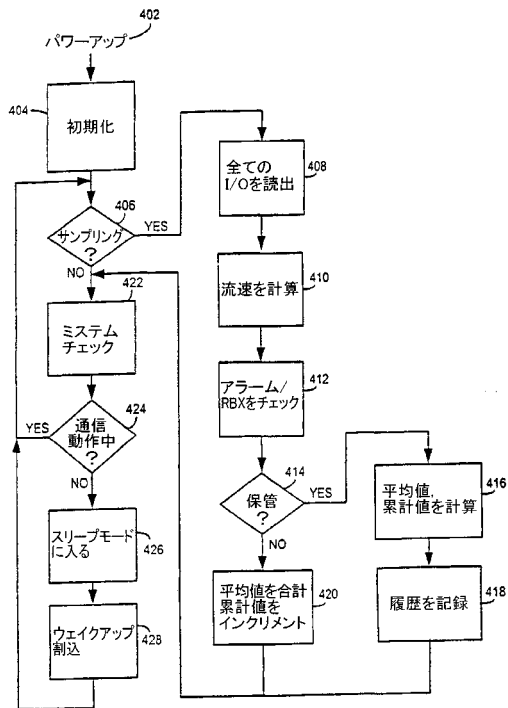
【図7E】



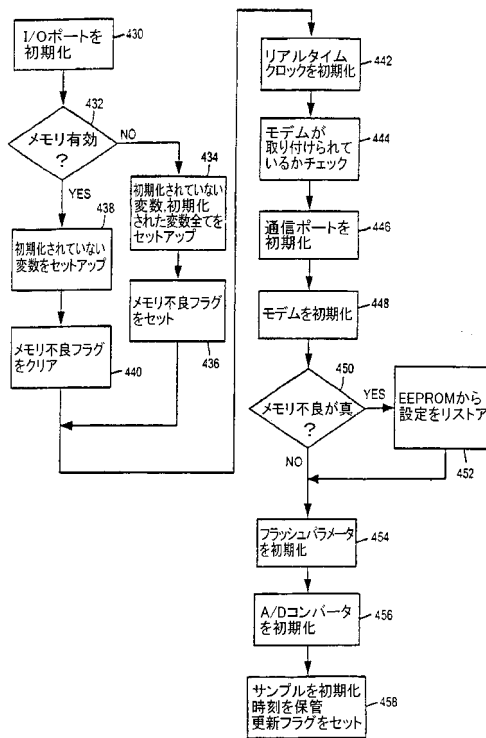
【図8】



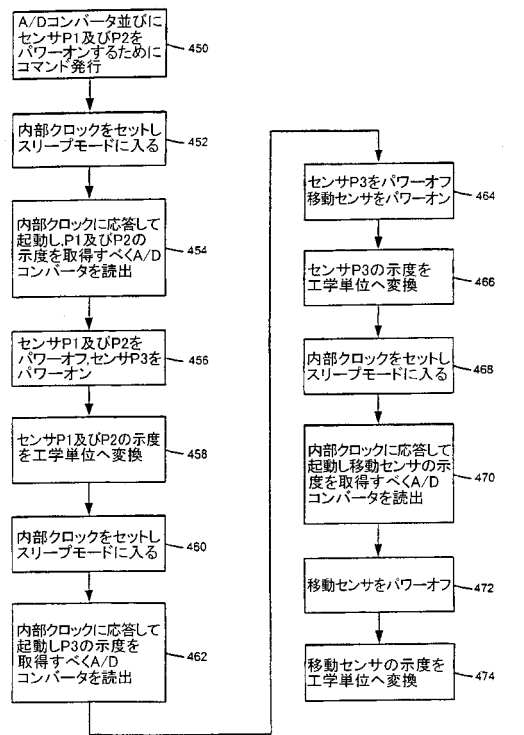
【図9】



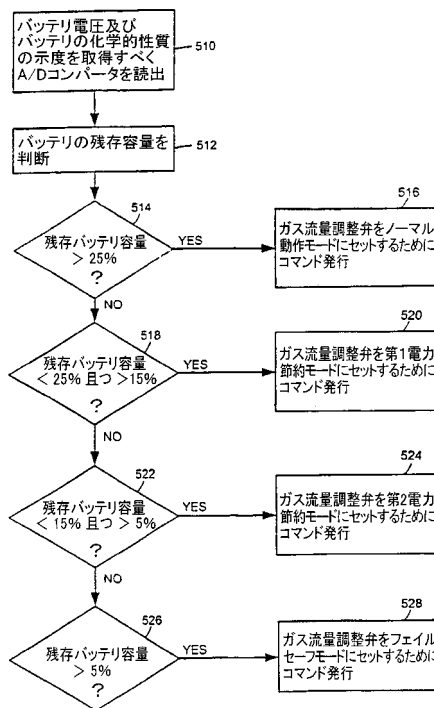
【図10】



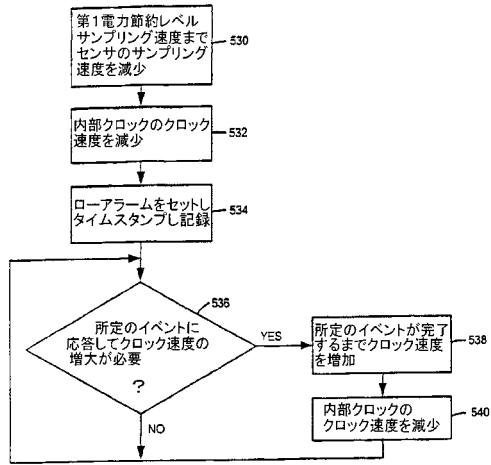
【図11】



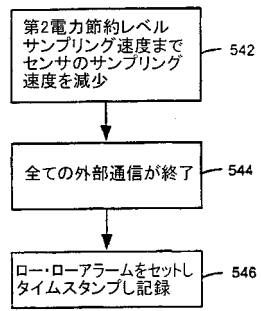
【図12】



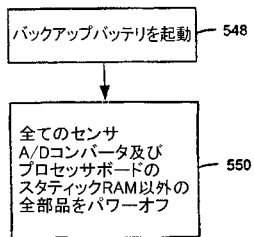
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (72)発明者 アダムス, ポール アール.
アメリカ合衆国 50158 アイオワ マーシャルタウン マーシュ アベニュー 2144
エル.
- (72)発明者 ウーラムス, デイビッド イー.
アメリカ合衆国 75035 テキサス フリスコ アッシュモン ドライブ 9910
- (72)発明者 ミリケン, ジョン ビー.
アメリカ合衆国 50158 アイオワ マーシャルタウン ニュー セーラム ロード 230
9

審査官 佐藤 彰洋

- (56)参考文献 特開平07-114401(JP,A)
特開2000-113400(JP,A)
特開2000-332644(JP,A)
特開平09-204592(JP,A)
特開平03-289295(JP,A)
特開平09-189628(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 16/20
G05B 23/02
G08C 13/00-25/04
G01B 9/00-9/10
G01B 11/00-11/30
G01B 17/00-17/08
G01B 21/00-21/32