

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6962527号  
(P6962527)

(45) 発行日 令和3年11月5日 (2021.11.5)

(24) 登録日 令和3年10月18日 (2021.10.18)

(51) Int. Cl.

F I

F O 4 D 27/02 (2006.01)

F O 4 D 27/02

D

請求項の数 17 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2017-65262 (P2017-65262)  
 (22) 出願日 平成29年3月29日 (2017.3.29)  
 (65) 公開番号 特開2017-187030 (P2017-187030A)  
 (43) 公開日 平成29年10月12日 (2017.10.12)  
 審査請求日 令和2年3月30日 (2020.3.30)  
 (31) 優先権主張番号 2016112469  
 (32) 優先日 平成28年4月1日 (2016.4.1)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 ロシア (RU)  
 (31) 優先権主張番号 15/291,456  
 (32) 優先日 平成28年10月12日 (2016.10.12)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 米国 (US)

(73) 特許権者 512132022  
 フィッシャー・ローズマウント システムズ、インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 テキサス 78681-7430 ラウンド ロック ウェスト  
 ルイス ヘナ ブルバード 1100 ビルディング 1 エマーソン プロセス  
 マネージメント  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮機サージの検知及び防止装置及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信機とコントローラとを備え、前記送信機は、前記コントローラの処理速度より高速の処理速度で圧縮機の微分プロセス値を決定するように構成され、これにより、前記コントローラの処理速度で前記微分プロセス値を決定することと関連する待ち時間は減少し、前記送信機はコントローラとは別物であり、前記コントローラは、前記送信機から前記微分プロセス値を取得し、前記微分プロセス値を閾値と比較し、前記微分プロセス値は前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、前記送信機によって決定された前記圧縮機の追加微分プロセス値が前記閾値を満たすように構成される、装置。

【請求項 2】

前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記コントローラが、前記バルブの前記作動を制御するサージ検知アルゴリズムへのインプットとして前記微分プロセス値を使用する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記コントローラが、前記バルブの前記作動を制御する閉ループ非サージアルゴリズムへのインプットとして前記微分プロセス値を使用する、請求項 1 又は請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記送信機が前記追加微分プロセス値を決定し、前記コントローラが、前記送信機から前記追加微分プロセス値を取得し、

前記追加微分プロセス値と前記閾値を比較し、前記追加微分プロセス値が前記閾値を満たすかどうか決定する、請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

さらに、前記送信機に動作可能に結合されたセンサを含み、前記センサが前記圧縮機の第 1 プロセス値と前記圧縮機の第 2 プロセス値を測定し、前記微分プロセス値が前記第 1 プロセス値及び前記第 2 プロセス値に基づいて決定される、請求項 1 ～ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 プロセス値及び前記第 2 プロセス値が圧力値であり、前記微分プロセス値が微分圧力値である、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

コントローラで送信機から、前記送信機によって決定された圧縮機の微分プロセス値を取得するステップであって、前記微分プロセス値は、前記送信機により、前記コントローラの処理速度より高速の処理速度で決定され、これにより、前記コントローラの処理速度で前記微分プロセス値を決定することと関連する待ち時間は減少し、前記送信機が前記コントローラとは別物であるステップと、

前記微分プロセス値を閾値と比較するステップと、

前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、前記送信機によって決定された前記圧縮機の追加微分プロセス値が前記閾値を満たせるようにするステップと、を備える方法。

【請求項 8】

前記閾値が、前記圧縮機におけるサージ現象の発生を示す、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記微分プロセス値が、前記圧縮機の第 1 プロセス値と、前記圧縮機の第 2 プロセス値に基づいており、前記第 1 プロセス値及び前記第 2 プロセス値が、前記送信機に動作可能に結合されたセンサを使用して測定される、請求項 7 又は請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

第 1 プロセス値及び第 2 プロセス値が圧力値であり、前記微分プロセス値が微分圧力値である、請求項 7 ～ 請求項 9 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

センサが第 1 センサであり、前記送信機が第 1 送信機であり、

前記コントローラで、第 2 送信機によって決定された圧縮機の第 2 追加微分プロセス値を取得するステップであって、前記第 2 送信機は前記コントローラとは別であり、前記第 2 追加微分プロセス値が前記圧縮機の第 3 プロセス値と前記圧縮機の第 4 プロセス値に基づいており、前記第 3 プロセス値及び前記第 4 プロセス値が前記第 2 送信機に動作可能に結合された第 2 センサを使用して測定されるステップと、

前記コントローラで、第 3 送信機によって決定された圧縮機の第 3 追加微分プロセス値を取得するステップであって、前記第 3 送信機は前記コントローラとは別であり、前記第 3 追加微分プロセス値が前記圧縮機の第 5 プロセス値と前記圧縮機の第 6 プロセス値に基づいており、前記第 5 プロセス値及び前記第 6 プロセス値が前記第 3 送信機に動作可能に結合された第 3 センサを使用して測定されるステップと、をさらに備える請求項 7 ～ 請求項 10 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

実行されたとき、機械に、少なくとも、

10

20

30

40

50

コントローラで送信機から、前記送信機によって決定された圧縮機の微分プロセス値を取得させ、前記微分プロセス値は、前記送信機により、前記コントローラの処理速度より高速の処理速度で決定され、これにより、前記コントローラの処理速度で前記微分プロセス値を決定することと関連する待ち時間は減少し、前記送信機が前記コントローラとは別物であり、

前記微分プロセス値を閾値と比較させ、

前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、前記送信機によって決定される前記圧縮機の追加微分プロセス値が前記閾値を満たせるようにする命令を備える、有形機械可読記憶メディア。

10

【請求項 13】

前記閾値が、前記圧縮機におけるサージ現象の発生を示す、請求項 12 に記載の有形機械可読記憶メディア。

【請求項 14】

前記命令が、実行されたとき、前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、前記機械に、前記バルブの前記作動を制御するサージ検知アルゴリズムへのインプットとして前記微分プロセス値を使用させる、請求項 12 又は請求項 13 に記載の有形機械可読記憶メディア。

【請求項 15】

前記命令が、実行されたとき、前記微分プロセス値が前記閾値を満たしていないと決定したことを受け、機械に、前記バルブの前記作動を制御する閉ループ非サージアルゴリズムへのインプットとして前記微分プロセス値を使用させる、請求項 12 ~ 請求項 14 の何れか 1 項に記載の有形機械可読記憶メディア。

20

【請求項 16】

前記命令が、実行されたとき、前記機械に、

前記コントローラで、前記送信機によって決定された前記圧縮機の前記追加微分プロセス値を取得させ、

前記追加微分プロセス値と前記閾値を比較させ、前記追加微分プロセス値が前記閾値を満たすかどうか決定させる、請求項 12 ~ 請求項 15 の何れか 1 項に記載の有形機械可読記憶メディア。

30

【請求項 17】

前記微分プロセス値が、前記圧縮機の第 1 プロセス値と、前記圧縮機の第 2 プロセス値に基づいており、前記第 1 プロセス値及び前記第 2 プロセス値が、前記送信機に動作可能に結合されたセンサを使用して測定される、請求項 12 ~ 請求項 16 の何れか 1 項に記載の有形機械可読記憶メディア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は一般に圧縮機に関し、さらに特には、圧縮機サージを検知し、防止する方法及び装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

ガスを低圧から高圧へ圧縮するため、遠心圧縮機が多くの産業にわたり使用されている。低圧ガスは、吸入口を介して圧縮機へ吸入され、排気口を介して高圧ガスとして圧縮機から排出される。いくつかの例では、その代わりに、排気口を介して排出されるであろう高圧ガスの一部が、圧縮機に動作可能に結合されたリサイクルバルブ又はブローオフバルブへ向けられ得る。リサイクル又はブローオフバルブは、コントローラで実行される制御アルゴリズムに基づいて、サージを防止するよう作動され得る。

【発明の概要】

【0003】

50

圧縮機サージを検知し、防止する例示的方法及び装置が述べられている。例示的装置は、送信機とコントローラを含む。送信機は、圧縮機の微分プロセス値を決定する。コントローラは、送信機から微分プロセス値を取得する。送信機は、コントローラとは別物である。コントローラは、微分プロセス値と閾値を比較する。閾値は、圧縮機におけるサージ現象の発生を示す。微分プロセス値が閾値を満たしていないという決定を受け、コントローラは圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、送信機によって決定される圧縮機の追加微分プロセス値が閾値を満たせるようにする。

【0004】

例示的方法には、コントローラで、送信機によって決定された圧縮機の微分プロセス値を取得することを含む。送信機は、コントローラとは別物である。方法には、微分プロセス値と閾値を比較することを含む。閾値は、圧縮機におけるサージ現象の発生を示す。方法は、微分プロセス値が閾値を満たしていないと決定したことを受け、圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、送信機によって決定された圧縮機の追加微分プロセス値が、閾値を満たせるようにすることを含む。

10

【0005】

例示的有形機械可読記憶メディアは、実行されたとき、コントローラで、送信機によって決定された圧縮機の微分プロセス値を機械に取得させる命令を含む。送信機は、コントローラとは別物である。命令により、機械は微分プロセス値と閾値を比較する。閾値は、圧縮機におけるサージ現象の発生を表示する。微分プロセス値が閾値を満たしていないと決定したことを受け、その命令により、機械が、圧縮機へ動作可能に結合されたバルブを作動させ、送信機によって決定された圧縮機の追加微分プロセス値が閾値を満たせるようにする。

20

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】図1は、例示的圧縮機におけるサージ現象の発生を検知する例示的サージ検知装置のブロック図である。

【0007】

【図2】図2は、図1の例示的圧縮機の一つ又は複数の微分プロセス値を決定するための、図1の例示的第1、第2、及び/又は第3送信機のいずれかで実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。

30

【0008】

【図3】図3は、図1の例示的圧縮機におけるサージ現象の発生を検知するための、図1の例示的コントローラで実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。

【0009】

【図4】図4は、図1の例示的第1、第2、及び/又は第3送信機の一つ又は複数によって決められた、一つ又は複数の微分プロセス値が信頼できるかどうかを決めるための、図1の例示的コントローラで実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。

【0010】

【図5】図5は、図2の方法と、図1の例示的第1、第2、第3送信機の一つを実行する命令を実行する能力のある例示のプロセッサプラットフォームである。

40

【0011】

【図6】図6は、図3と4の方法と、図1の例示的コントローラを実行するための命令を実行する能力のある例示のプロセッサプラットフォームである。

【0012】

図は正確な縮尺ではない。可能な場合はいつでも、同一の参照番号が図面及び添付の書面による説明を通して使用されるものとし、同一又は類似の部品を指すものとする。

【発明を実施するための形態】

【0013】

圧縮機がガスを低圧から高圧へ圧縮するにつれ、低圧ガスの領域と圧縮された高圧ガスの領域を分離する圧縮機の動翼付ロータにわたって圧力差異が発生する。圧縮機内で作用

50

する自然力が、低圧ガスの領域と高圧ガスの領域の間で平衡状態を作り出そうとする。したがって、そのような自然力は、高圧領域内のガスが低圧領域へ移動する傾向を作りだす。

【 0 0 1 4 】

前述の傾向を抑え、低圧領域から高圧領域に向かうガスの流れを維持するためには、ロータの動翼からのガスへ、追加のエネルギーが移送されなければならない。そのようなエネルギー移送は、ガスがロータの動翼に沿って滑らかに、比較的高速で移動するときのみ可能である。いくつかの例では、低圧領域から高圧領域へのガスの流れに抵抗する位置エネルギーにより、ガス速度が落ち、次いで、ロータの動翼の一つ又は複数により、空気力学的特性を失い得る。結果として、ガスは、動翼の表面から分離し、頻繁に圧縮機を停止させる。圧縮機のこの状況及び／又は状態は、サージとして知られている。

10

【 0 0 1 5 】

サージ現象の発生により、ロータに軸方向に作用する機械力の逆転が引き起こされ、また、結果としてロータに径方向に作用する機械力が不均衡になり得る。サージ現象の発生に関する、そのような力の逆転及び／又は不均衡は、圧縮機にとって危険であり、圧縮機の破壊につながり得る。したがって、サージ現象の発生を防ぎ、検知し、及び／又はサージ現象の発生に対処することができる方法及び／又は装置を実行することが有利である。

【 0 0 1 6 】

圧縮機におけるサージ現象の発生及び／又は出現は、非常に高速な現象である。サージ現象の発生に相当し得る圧縮機内を流れるガスの圧力低下は、約 50 ミリ秒で起こり得る。サージ現象の全継続時間は、約 3 秒以下であり、時にはたったほんの一瞬であり得る。したがって、サージ現象の発生と互いに関連し得るプロセス値の変化（例、圧力及び／又は流れの変化率）は、急速に起こり、継続時間が短い。

20

【 0 0 1 7 】

従来のサージ防止及び／又はサージ検知システムは、圧縮機の動作に関連する様々なプロセスパラメータ及び／又は値を算出し、計算し、及び／又は決定するのに使用される高価な（及びよくカスタマイズされた）処理ハードウェアを有する単一のコントローラを実行する。そのような従来のシステムは、圧縮機におけるサージ現象の発生及び／又は出現を防止及び／又は検知しようとする様々なプロセスを制御するアルゴリズムに連動した、そのようなプロセスパラメータ及び／又は値を利用する。しかしながら、そのような従来のシステムは、単一コントローラを介して、利用できる処理リソースを共有し、コントローラの動作に関連する様々な処理機能を制御しなければならず、その様々な処理機能には、前述のサージ防止及び／又はサージ検知アルゴリズムの処理に関するものを含む。結果として、そのような従来のシステムは、いくつかの例では、コントローラのサンプリング率が不所望に遅いことによる待ち時間を経験し得り、及び／又は、サージ現象の発生及び／又は出現の検知に関連する制御反応をすばやく与えることができない。

30

【 0 0 1 8 】

ここで開示される例示的方法及び装置は、圧縮機におけるサージ現象の発生を検知する。前述の従来のシステムで利用される単一のコントローラから、比較的高速でデータを処理する能力のある別の送信機へ特定の処理機能を移動させることにより、ここで開示される例示的方法及び装置は、圧縮機におけるサージ現象の発生を検知することに関連する制御反応の速度が有利に向上する。例えば、ここで開示される方法及び装置は、前述の従来のシステムであればコントローラによって決定される必要があったであろう、一つ又は複数の微分プロセス値をすばやく決定する能力のある送信機を含む。微分プロセス値の決定の負荷を高速送信機へ移動させた結果、前述の従来のシステムの専用コントローラのサンプリング及び／又は処理能力に関連する待ち時間の問題は、回避され得り、高価な専用コントローラは、処理能力が比較的遅い、より安価なコントローラに替えられ得る。

40

【 0 0 1 9 】

ここで開示される例示的方法及び装置はまた、送信機によって決定されるデータの信頼性を検証する冗長送信機を有利に実行する。そのような冗長送信機は、サージ現象の発生

50

を検知するための、送信機のいずれか一つによって決定され、コントローラによって利用されるデータが偽陽性を構成する可能性を下げる。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、例示的圧縮機 1 0 2 におけるサージ現象の発生を検知する例示的サージ検知装置 1 0 0 のブロック図である。例示的サージ検知装置 1 0 0 は、圧縮機 1 0 2、例示的第 1 センサ 1 0 4、例示的第 2 センサ 1 0 6、例示的第 3 センサ 1 0 8、例示的第 1 送信機 1 1 0、例示的第 2 送信機 1 1 2、例示的第 3 送信機 1 1 4、例示的コントローラ 1 1 6、及び例示的バルブ 1 1 8 を含む。

【 0 0 2 1 】

図 1 の図示例では、圧縮機 1 0 2 は、例示的吸気口 1 2 0、例示的排気口 1 2 2、及び例示的ロータ 1 2 4 を含む。圧縮機 1 0 2 を通るガスは、吸気口 1 2 0 を介して圧縮機 1 0 2 に吸引されるか又は引き込まれ、排気口 1 2 2 を介して圧縮機 1 0 2 から排出される。圧縮機 1 0 2 内でロータ 1 2 4 が回転することにより、ガスがロータ 1 2 4 を横切って通過するとき、吸気口 1 2 0 から排気口 1 2 2 に向かって流れるガスへエネルギーが移動し、それによって結果的に、圧縮機 1 0 2 全体で圧力差が発生する。したがって、高压領域がロータ 1 2 4 と排気口 1 2 2 の間に存在するのに対して、低压領域は吸気口 1 2 0 とロータ 1 2 4 の間に存在する。

【 0 0 2 2 】

図 1 の図示例では、第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 に動作可能に結合されている。いくつかの例では、第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 の吸気口 1 2 0 に動作可能に結合されている。その他の例では、第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 の排気口 1 2 2 に結合されている。第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 のプロセス値に相当するデータを検出及び/又は測定する。例えば、第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 を通り流れるガスの圧力を検出及び/又は測定し得る。別の例としては、第 1 センサ 1 0 4 は、圧縮機 1 0 2 を通り流れるガスの速度及び/又は流量を検出及び/又は測定し得る。

【 0 0 2 3 】

図 1 の図示例では、第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 もまた、圧縮機 1 0 2 に動作可能に結合されている。いくつかの例では、第 2 及び/又は第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は、圧縮機 1 0 2 の吸気口 1 2 0 に結合されている。その他の例では、第 2 及び/又は第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は、圧縮機 1 0 2 の排気口 1 2 2 に結合されている。第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は、圧縮機 1 0 2 のプロセス値に相当するデータを検出及び/又は測定する。いくつかの例では、第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は、第 1 センサ 1 0 4 に関連するプロセス値と同一であるプロセス値に相当するデータを検出及び/又は測定し得る。例えば、第 1、第 2、第 3 センサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8 はそれぞれ、圧縮機 1 0 2 を通り流れるガスの圧力を検出及び/又は測定し得る。その他の例では、第 2 及び/又は第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 の一方又は両方は、第 1 センサ 1 0 4 に関連するプロセス値とは異なるプロセス値に相当するデータを検出及び/又は測定し得る。例えば、第 3 センサ 1 0 8 が圧縮機 1 0 2 を通り流れるガスの速度及び/又は流量を、検出及び/又は測定し得る一方で、第 1 及び第 2 センサ 1 0 4 及び 1 0 6 は、圧縮機 1 0 2 を通り流れるガスの圧力を検出及び/又は測定し得る。

【 0 0 2 4 】

図 1 に図示された例示的サージ検知装置 1 0 0 は、三つのセンサ（例、例示的第 1、第 2、第 3 センサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8）を含むが、サージ検知装置 1 0 0 は、センサをいくつかでも含み得り、単一のセンサのみ（例、例示的第 1 センサ 1 0 4）の場合を含むがこれに限らない。

【 0 0 2 5 】

図 1 の図示例では、第 1 送信機 1 1 0 は、第 1 センサ 1 0 4 に動作可能に結合されている。第 1 送信機 1 1 0 は、例示のプロセッサ 1 2 6、例示的メモリ 1 2 8、例示的フィルタ 1 3 0 を含む。第 1 送信機 1 1 0 はアナログでもデジタルでもよい。いくつかの例では、第 1 送信機 1 1 0 は、ファンデーションフィールドバス通信プロトコルを介してか、ハ

10

20

30

40

50

イウェイアドレス可能遠隔トランスデューサ（HART）通信プロトコルを介してか、4 - 20ミリアンペア（mA）配線を介してか、及び／又はその他の産業用通信プロトコルを介して、通信するよう構成され得る。

【0026】

第1センサ104から取得した及び／又は第1センサ104によって与えられたデータは、メモリ128に記憶され得る。プロセッサ126は、メモリ128からそのようなデータにアクセスし得るか、又は、あるいは、第1センサ104から直接そのようなデータを受け取り得る。メモリ128は、データが任意の期間（例、長時間にわたって、永久的に、ブリーフインスタンス（*brief instance*）、一時的なバッファリングのために、及び／又はデータをキャッシュするために）記憶される、任意の型式の及び／又は任意の数の揮発性メモリ、非揮発性メモリ、記憶ドライブ、記憶ディスク、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ（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）、デジタルバーサタイルディスク（DVD）、ブルーレイディスク、キャッシュ、及び／又はその他の記憶メディアによって実行され得る。メモリ128に記憶されたデータは、任意のファイル及び／又はデータ構造体フォーマット、組織スキーム、及び／又は配置で記憶され得る。

【0027】

第1送信機110は、プロセッサ126を介して、第1センサ104から一つ又は複数のプロセス値を収集及び／又は取得する。例えば、第1送信機110は、1度目に第1センサ104から第1プロセス値を収集及び／又は取得し得り、さらに1度目とは異なる2度目に、第1センサ104から第2プロセス値を収集及び／又は取得し得る。いくつかの例では、第1及び第2プロセス値は、異なる時間に第1センサ104によって検出された及び／又は測定された、圧縮機102を通り流れるガスの圧力を示すデータに相当し得る。その他の例では、第1及び第2プロセス値は、異なる時間に第1センサ104によって検出された及び／又は測定された、圧縮機102を通り流れるガスの速度及び／又は流量を示すデータに相当し得る。いくつかの例では、第1送信機110は、第1センサ104に加えて、一つ又は複数のセンサから追加プロセス値を収集及び取得し得る。例えば、第1送信機110は、第1センサ104によって検出及び／又は測定された、圧縮機102を通り流れるガスの圧力を示すデータに相当するプロセス値を収集及び／又は取得し得り、さらに、追加センサによって検出された及び／又は測定された、圧縮機102を通り流れるガスの速度及び／又は流量を示すデータに相当するプロセス値を収集及び／又は取得し得る。

【0028】

第1送信機110は、フィルタ130を介して、第1センサ104から収集及び又は取得されたシグナル及び又はデータからノイズ及び／又はアーチファクトにフィルタをかけ及び／又は除去する。例えば、フィルタ130は、一次フィルタとして実行され得る。いくつかの例では、フィルタは、調整可能であり及び／又は選択可能なフィルタ値を含む。いくつかの例では、調整可能であり及び／又は選択可能なフィルタ値は、第1センサ104から収集及び／又は取得されたシグナル及び／又はデータに適用されているフィルタには相当しないフィルタ値を含む。

【0029】

収集されたプロセス値の「N」個のセットに基づいて、「N」は2以上の整数とし、第1送信機110は、プロセッサ126を介して、微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定する。例えば、収集された第1及び第2プロセス値に基づいて、第1送信機110は、プロセッサ126を介して、微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定する。その他の例では、微分プロセス値は、より多くのプロセス値に基づいて算出され、計算され、及び／又は決定され得る。ここで使用されるように、用語「微分（*derivative*）」は、変数及び／又は値の、時間的な変化量を意味する。例えば、第1送信機110は、第1及び第2プロセス値を収集した時間差によって分類された、収集された第1及び第2プロセス値の間の差異として微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は

10

20

30

40

50

決定し得る。いくつかの例では、第1送信機110は、比例積分微分(PID)アルゴリズムを実行し得る。そのような例では、第1送信機110は、PIDアルゴリズムの出力の微分部分に基づいて微分プロセス値を決定し得る。

#### 【0030】

いくつかの例では、第1送信機110は、上述の第1及び第2プロセス値に加え、第1センサ104からのプロセス値を収集及び/又は取得し得る。いくつかのそのような例では、第1送信機110は、そのような追加で収集及び/又は取得されたプロセス値に基づく上述の微分プロセス値に加え、一つ又は複数の微分プロセス値(例、別個の微分プロセス値)を算出し、計算し、及び/又は決定し得る。第1送信機110によって算出され、計算され、及び/又は決定された微分プロセス値(例、上述の微分プロセス値及び/又は追加微分プロセス値)は、メモリ128に記憶され得る。第1送信機110は、例示的コントローラ116に、算出され、計算され、及び/又は決定された微分プロセス値へのアクセスを与える。いくつかの例では、第1送信機110はさらに、例示的コントローラ116に、第1送信機110が微分プロセス値を算出し、計算し、及び/又は決定したプロセス値へのアクセスを与え得る。

#### 【0031】

図1の図示例では、第2及び第3送信機112及び114はそれぞれ、例示的第2及び第3センサ106及び108のうち対応する一つに動作可能に結合されている。例示的第2送信機112は、例示のプロセッサ132、例示のメモリ134、例示のフィルタ136を含む。第2送信機112は、アナログでもデジタルでもよく、ファンデーションフィールドバス通信プロトコルを介してか、HART通信プロトコルを介してか、4-20ミリアンペア(mA)配線を介してか、及び/又はその他の産業用通信プロトコルを介して、通信するよう構成され得る。第2センサ106から取得した及び/又は第2センサ106によって与えられたデータは、第2送信機112のメモリ134に記憶され得る。第2送信機112のプロセッサ132は、メモリ134からそのようなデータにアクセスし得り、又は、あるいは、第2センサ106から直接そのようなデータを受け取り得る。

#### 【0032】

同様に、例示的第3送信機114は、例示のプロセッサ138、例示のメモリ140、例示のフィルタ142を含む。第3送信機114はアナログでもデジタルでもよく、ファンデーションフィールドバス通信プロトコルを介してか、HART通信プロトコルを介してか、4-20ミリアンペア(mA)配線を介してか、及び/又はその他の産業用通信プロトコルを介して、通信するよう構成され得る。第3センサ108から取得した及び/又は第3センサ108によって与えられたデータは、第3送信機114のメモリ140に記憶され得る。第3送信機114のプロセッサ138は、メモリ140からそのようなデータにアクセスし得り、又は、あるいは、第3センサ108から直接そのようなデータを受け取り得る。

#### 【0033】

メモリ134及び/又はメモリ140は、データが任意の期間(例、長時間にわたって、永久的に、ブリーフインスタンス(brief instance)、一時的なバッファリングのために、及び/又はデータをキャッシュするために)記憶される、任意の型式の及び/又は任意の数の揮発性メモリ、非揮発性メモリ、記憶ドライブ、記憶ディスク、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ(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)、デジタルバーサタイルディスク(DVD)、ブルーレイディスク、キャッシュ、及び/又はその他の記憶メディアによって実行され得る。メモリ134及び/又はメモリ140に記憶されたデータは、任意のファイル及び/又はデータ構造体フォーマット、組織スキーム、及び/又は配置で記憶され得る。

#### 【0034】

例示的第2及び第3送信機112及び114はそれぞれ、各プロセッサ132及び138を介して、例示的第2及び第3センサ106及び108のうち対応するものからの一つ



又は複数のプロセス値を収集及び／又は取得する。例えば、第2送信機112は、3度目に第2センサ106からの第3プロセス値を収集及び／又は取得し得り、さらに、3度目とはことなる4度目に第2センサ106から第4プロセス値を収集及び／又は取得し得る。同様に、第3送信機114は、5度目に第3センサ108からの第5プロセス値を収集及び／又は取得し得り、さらに、5度目とはことなる6度目に第3センサ108から第6プロセス値を収集及び／又は取得し得る。

#### 【0035】

いくつかの例では、第2送信機114が第2センサ106から第3及び第4プロセス値を収集及び／又は取得する3度目及び4度目は、それぞれ、第1送信機110が第1センサ104から第1及び第2プロセス値を収集及び／又は取得する1度目及び2度目に相当し得る。同様に、いくつかの例では、第3送信機114が第3センサ108から第5及び第6プロセス値を収集及び／又は取得する5度目及び6度目は、それぞれ、第1送信機110が第1センサ104から第1及び第2プロセス値を収集及び／又は取得する1度目及び2度目に相当し得る。その他の例では、第1送信機110が第1及び第2プロセス値を収集及び／又は取得する例示的1度目及び2度目と、第2送信機112が第3及び第4プロセス値を収集及び／又は取得する例示的3度目及び4度目と、及び／又は第3送信機114が第5及び第6プロセス値を収集及び／又は取得する例示的5度目及び6度目の間で相関がなくてもよい。

#### 【0036】

例示的第2及び第3送信機112及び114はそれぞれ、各フィルタ136及び142を介して、第2及び第3センサ106及び108のうちの対応する一つから収集及び／又は取得されたそれぞれのシグナル及び／又はデータからノイズ及び／又はアーチファクトにフィルタをかけ及び／又は除去する。いくつかの例では、第2及び／又は第3フィルタ136及び142は、上述の通り、第1フィルタ130を実行するのに使用されるフィルタの型式と同一であるフィルタの型式を使用して実行され得る。その他の例では、第2及び／又は第3フィルタ136及び142のうちの一つ又は複数は、第1フィルタ130を実行するのに使用されるフィルタの型式とは異なるフィルタの型式を使用して実行され得る。その他の例では、例示的第1、第2、又は第3送信機110、112、114のうちの一つ又は複数は、対応するフィルタ130、136、142なしで動作するように実行され得り、及び／又は、対応するフィルタ130、136、142が無効であるか又は電源が遮断された状態で動作するように実行され得る。

#### 【0037】

収集された第3及び第4プロセス値に基づいて、第2送信機112は、プロセッサ132を介して、第2追加微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定する。例えば、第2送信機112は、第3及び第4プロセス値が収集された時間差によって分類された、収集された第3及び第4プロセス値の差異として、第2追加微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定し得る。いくつかの例では、第2送信機112は、PIDアルゴリズムを実行し得る。そのような例では、第2送信機112は、PIDアルゴリズムの出力の微分部分に基づいて、第2追加微分プロセス値を決定し得る。

#### 【0038】

同様に、収集された第5及び第6プロセス値に基づいて、第3送信機114は、プロセッサ138を介して、第3追加微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定する。例えば、第3送信機114は、第5及び第6プロセス値が収集された時間差によって分類された、収集された第5及び第6プロセス値の差異として第3追加微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定し得る。いくつかの例では、第3送信機114は、PIDアルゴリズムを実行し得る。そのような例では、第3送信機114は、PIDアルゴリズムの出力の微分部分に基づいて、第3追加微分プロセス値を決定し得る。

#### 【0039】

いくつかの例では、第2及び／又は第3送信機112及び114の一つ又は両方は、上述の例示的第3、第4、第5、及び第6プロセス値に加え、第2及び／又は第3センサ1

10

20

30

40

50

06及び108の対応する一つからプロセス値をそれぞれ収集し及び／又は取得し得る。いくつかのそのような例では、第2及び／又は第3送信機112及び114はそれぞれ、そのような追加で収集された及び／又は取得されたプロセス値に基づいた、上述の例示的第2及び第3追加微分プロセス値に加え、一つ又は複数の微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定し得る。第3送信機114によって算出され、計算され、及び／又は決定された微分プロセス値（例、上述の第3追加微分プロセス値）がメモリ140に記憶され得るが、第2送信機112によって算出され、計算され、及び／又は決定された微分プロセス値（例、上述の第2追加微分プロセス値）は、メモリ134に記憶され得る。第2及び第3送信機112及び114はそれぞれ、例示的コントローラ116に、算出され、計算され、及び／又は決定された微分プロセス値へのアクセスを与える。いくつかの例では、第2及び第3送信機112及び114はさらに、例示的コントローラ116に、第2及び第3送信機112及び114がそれぞれ微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定したプロセス値へのアクセスを与え得る。

10

#### 【0040】

図1に図示された例示的サージ検知装置100は、三つの送信機（例、例示的第1、第2、第3送信機110、112、114）を含むが、サージ検知装置100は、送信機をいくつでも含み得り、単一の送信機のみ（例、例示的第1送信機110）の場合を含むがこれに限らない。さらに、図1に図示された例示的サージ検知装置100内に含まれる送信機（例、例示的第1、第2、第3送信機110、112、114）の数は、サージ検知装置100に含まれるセンサ（例、例示的第1、第2、第3センサ104、106、108）の数の数に相当するが、サージ検知装置100に含まれる送信機の数は、いくつかの例では、サージ検知装置100に含まれるセンサの数と異なってもよい。例えば、例示的第1、第2、第3送信機110、112、114のうちの二つ又は複数が、対応する単一のセンサと動作するよう実行され得る。その他の例では、例示的第1、第2、第3センサ104、106、108のうちの二つ又は複数が、対応する単一の送信機か、又は二つ又は複数の送信機と動作するよう実行され得る。

20

#### 【0041】

図1の例示的サージ検知装置100は、例示的第1、第2、第3送信機110、112、114と、例示的第1、第2、第3センサ104、106、108を別の部品として図示しているが、第1、第2、第3センサ104、106、108のそれぞれ一つが、第1、第2、第3送信機110、112、114のそれぞれ一つと統合されるか、及び／又は含まれてもよい。例えば、第1送信機110が第1センサ104を含み得り、第2送信機112が第2センサ106を含み得り、第3送信機114が第3センサ108を含み得る。

30

#### 【0042】

図1の図示例では、コントローラ116は、第1、第2、第3送信機110、112、114のそれぞれ一つに動作可能に結合されている。コントローラ116は、例示のプロセッサ144及び例示的メモリ146を含む。第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114から取得した及び／又は第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114によって与えられたデータは、メモリ146に記憶され得る。プロセッサ144は、メモリ146からそのようなデータにアクセスし得り、又は、あるいは、第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114から直接そのようなデータを受け取り得る。メモリ146は、データが任意の期間（例、長時間にわたって、永久的に、ブリーフインスタンス（*brief instance*）、一時的なバッファリングのために、及び／又はデータをキャッシュするために）記憶される、任意の型式の及び／又は任意の数の揮発性メモリ、非揮発性メモリ、記憶ドライブ、記憶ディスク、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ（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）、デジタルバーサタイルディスク（DVD）、ブルーレイディスク、キャッシュ、及び／又はその他の記憶メディアによって実行され得る。メモリ146に記憶されたデータは、任意のファイル及び／又はデータ構造体フォーマ

40

50

ット、組織スキーム、及び／又は配置で記憶され得る。

【 0 0 4 3 】

コントローラ 1 1 6 は、第 1、第 2、及び／又は第 3 送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 のそれぞれ一つによって算出され、計算され、及び／又は決定された、上述の微分プロセス値を取得し、アクセスし、及び／又は受け取る。例えば、コントローラ 1 1 6 は、第 1 送信機 1 1 0 から例示的第 1 微分プロセス値を、第 2 送信機 1 1 2 から例示的第 2 追加微分プロセス値を、及び／又は第 3 送信機 1 1 4 から第 3 追加微分プロセス値を、取得し得る。コントローラ 1 1 6 は、取得した微分プロセス値の一つ又は複数と、一つ又は複数の閾値を比較する。いくつかの例では、閾値は、圧縮機 1 0 2 のサージ現象の発生を示している。

10

【 0 0 4 4 】

いくつかの例では、閾値は最小閾値である。そのような例では、微分プロセス値は、微分プロセス値が閾値より大きいとき、閾値を満たす。その他の例では、閾値は最大閾値である。そのようなその他の例では、微分プロセス値は、微分プロセス値が閾値より小さいとき、閾値を満たす。その他の例では、閾値は、微分プロセス値の許容範囲を共に定義する、最小閾値及び最大閾値の両方を含む。そのようなその他の例では、微分プロセス値は、微分プロセス値が微分プロセス値の許容範囲内にあるとき、閾値を満たす。

【 0 0 4 5 】

微分プロセス値が、閾値を満たさなかったと決定したことを受け、コントローラ 1 1 6 は、図 1 の例示的バルブ 1 1 8 を作動させ、サージを防ぎ、及び／又は、対応する送信機によって決定された、圧縮機 1 0 2 の次の微分プロセス値が閾値を満たせるようにする。例えば、1 度目に第 1 送信機 1 1 0 によって決定された例示的第 1 微分プロセス値が閾値を満たさなかったと決定したことを受け、コントローラ 1 1 6 はバルブ 1 1 8 を作動させ、サージを防ぎ、及び／又は、1 度目に続く 2 度目に第 1 送信機 1 1 0 によって決定された例示的追加微分プロセス値が、閾値を満たせるようにする。

20

【 0 0 4 6 】

いくつかの例では、コントローラ 1 1 6 は、コントローラ 1 1 6 からバルブ 1 1 8 へ送信される一つ又は複数の制御シグナル及び／又は命令に基づいて、バルブ 1 1 8 を作動させる。いくつかの例では、そのような制御シグナル及び／又は命令が、バルブ 1 1 8 が開く及び／又は閉じる範囲を決定する。いくつかの例では、そのような制御シグナル及び／又は命令は、閾値を満たさなかった微分プロセス値を、バルブが開く及び／又は閉じる範囲を決定するためのインプットとして使用するサージ検知アルゴリズムに基づいている。いくつかの例では、さらに及び／又はあるいは、コントローラ 1 1 6 は、微分プロセス値をサージ検知アルゴリズムとは別の、閉ループ対サージアルゴリズムへのインプットとして使用する。いくつかの例では、閉ループ対サージアルゴリズムは、バルブ 1 1 8 が開く及び／又は閉じる範囲を決定するための一つ又は複数の制御シグナル及び／又は命令を生成する。いくつかの例では、サージ検知アルゴリズムは、閉ループ対サージアルゴリズムの稼働率を越える（すなわち、より早い）率で動作する。

30

【 0 0 4 7 】

いくつかの例では、送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 から取得された微分プロセス値が閾値を満たさなかったと決定したことを受けてバルブ 1 1 8 を作動させる前に、コントローラ 1 1 6 は、送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 から取得された微分プロセス値を、一つ又は複数のその他の送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 から取得された一つ又は複数のその他の微分プロセス値と比較する。そのような比較により、閾値を満たさなかった微分プロセス値が信頼できるかどうか、及び／又は、閾値を満たさなかった微分プロセス値が、有効に機能しているセンサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8 から取得されたデータに基づいて、送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 によって決定されたかどうかを決定するのを容易にする。

40

【 0 0 4 8 】

例えば、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 1 微分プロセス値を、例示的第 2 及び／又は第 3 追加微分プロセス値の一つ又は両方と比較し得る。その比較に基づいて、コントロー

50

ラ 1 1 6 は、第 1、第 2、及び / 又は第 3 送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 のそれぞれ一つによって決定された、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び / 又は第 3 追加微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼性を決定する。コントローラ 1 1 6 はまた、第 1、第 2、及び / 又は第 3 送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 のそれぞれ一つに対応する例示的第 1、第 2、及び / 又は第 3 センサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8 のうちの一つ又は複数の機能状態を決定し得る。

#### 【 0 0 4 9 】

閾値を満たさなかった微分プロセス値が、信頼できない、及び / 又は、有効に機能していないセンサから取得されたデータに基づき送信機によって決定された、とコントローラ 1 1 6 が決定する場合、コントローラ 1 1 6 は、微分プロセス値が閾値を満たしていても、バルブ 1 1 8 を作動させない決定をし得る。したがって、微分プロセス値の信頼性及び / 又は微分プロセス値を決定した送信機に対応するセンサの機能状態を決定することは、微分プロセス値が信頼できないとき、及び / 又は、微分プロセス値が偽陽性であるとき、微分プロセス値が信頼できることを検証し、バルブ 1 1 8 を作動させるのを回避する能力をコントローラ 1 1 6 に与える。

#### 【 0 0 5 0 】

一例として、コントローラ 1 1 6 が、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値が実質上互いに一致していると決定する場合、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値はそれぞれ信頼できると決定する。ここで使用される通り、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値は、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値の間で有意な統計的差異及び / 又は偏差がないとき、実質上互いに一致する。そのような例では、コントローラ 1 1 6 はさらに、第 1、第 2、第 3 送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 のそれぞれ一つに対応する第 1、第 2、第 3 センサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8 のそれぞれが、有効に機能していると決定し得る。そのような例では、例示的第 1 微分プロセス値が信頼できる、及び / 又は、第 1 送信機 1 1 0 に対応する第 1 センサ 1 0 4 が有効に機能しているという決定に基づいて、コントローラ 1 1 6 は、バルブ 1 1 8 を作動させることを進める。

#### 【 0 0 5 1 】

別の例として、コントローラ 1 1 6 が、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値は実質上互いに一致するが、例示的第 1 微分プロセス値は例示的第 2 又は第 3 追加微分プロセス値のいずれかと実質上一致しないと決定する場合、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値は信頼できると決定し、さらに、例示的第 1 微分プロセス値は信頼できないと決定する。ここで使用される通り、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値は、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値の間で有意な統計的差異及び / 又は偏差がないとき、実質上互いに一致する。ここで使用される通り、有意な統計的差異及び / 又は偏差が、例示的第 1 微分プロセス値と例示的第 2 追加微分プロセス値の間、及び / 又は、例示的第 1 微分プロセス値と例示的第 3 追加微分プロセス値の間に存在するとき、第 1 微分プロセス値は、実質上例示的第 2 又は第 3 追加微分プロセス値のいずれかと一致しない。そのような例では、コントローラ 1 1 6 はさらに、第 2 及び第 3 送信機 1 1 2 及び 1 1 4 のそれぞれ一つに対応する第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 が有意に機能しており、第 1 送信機 1 1 0 に対応する第 1 センサ 1 0 4 は有効に機能していないと決定し得る。そのような例では、例示的第 1 微分プロセス値が信頼できない、及び / 又は、第 1 送信機 1 1 0 に対応する第 1 センサ 1 0 4 が有効に機能していないという決定に基づいて、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 1 微分プロセス値が閾値を満たしていても、バルブ 1 1 8 を作動させない決定をし得る。

#### 【 0 0 5 2 】

いくつかの例では、コントローラ 1 1 6 は、微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼性を決定する、及び / 又は、第 1、第 2、及び / 又は第 3 送信機 1 1 0、1 1 2、1 1 4 のそれぞれ一つに対応する第 1、第 2、及び / 又は第 3 センサ 1 0 4、1 0 6、1 0 8 のうちの一つ又は複数の機能状態を決定する、多数決スキームを実行する。例えば、例示

的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値の過半数（例、三つのうち二つ）が実質上互いに一致する、とコントローラ116が決定する場合、コントローラ116は、過半数を形成していない単一の微分プロセス値は信頼できないが、過半数を形成している二つの微分プロセス値は信頼できる、と決定し得る。ここで使用される通り、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値の過半数（例、三つのうち二つ）は、その過半数の間で有意な統計的差異及び／又は偏差がないとき、実質上互いに一致する。そのような例では、コントローラ116はさらに、過半数に対応しない微分プロセス値を決定した送信機のそれぞれ一つに対応するセンサのそれぞれ一つは有効に機能していないが、過半数に対応する微分プロセス値を決定した送信機のそれぞれ一つに対応するセンサのそれぞれ一つは有効に機能している、と決定し得る。その他の例では、実行された投票スキームは、信頼できないと決定された微分プロセス値を無視し得り、無視されなかった微分プロセス値に基づいて、及び／又は、その平均値に基づいて、さらに信頼性の決定を行い得る。

10

#### 【0053】

いくつかの例では、コントローラ116は、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値を比較することなく、閾値を満たさなかった微分プロセス値が信頼できるかどうかを決定することができる。例えば、コントローラ116は、コントローラ116によって第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114のそれぞれ一つから取得されたシグナル及び／又はデータの信頼性に関して、コントローラ116に知らせ得る第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114のうちの一つ又は複数から診断を取得し得る。

20

#### 【0054】

いくつかの例では、コントローラ116は、微分プロセス値のうちの一つ又は複数の決定された信頼性を特定する、及び／又は、第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114のそれぞれ一つに対応する第1、第2、及び／又は第3センサ104、106、108のうちの一つ又は複数の、決定された機能状態を特定する、一つ又は複数の通知及び／又はメッセージを生成し得る。例えば、コントローラ116が、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値がそれぞれ信頼できると決定する、及び／又は、第1、第2、第3センサ104、106、108がそれぞれ有効に機能していると決定する場合、コントローラ116は、例示的第1微分、第2追加微分、及び／又は第3追加微分プロセス値のうちの一つ又は複数が信頼できる、及び／又は、第1、第2、及び／又は第3センサ104、106、108のうちの一つ又は複数が有効に機能している、と示している一つ又は複数の通知及び／又はメッセージを生成し得る。別の例として、コントローラ116が、例示的第1微分プロセス値は信頼できないが、例示的第2及び第3追加微分プロセス値は信頼できると決定する場合、及び／又は、第1センサ104は有効に機能していないが、第2及び第3センサ106及び108は有効に機能していると決定する場合、コントローラ116は、例示的第1微分プロセス値は信頼できないが、例示的第2及び／又は第3追加微分プロセス値は信頼できる、及び、第1センサ104は有効に機能していない、及び／又は、第2及び／又は第3センサ106、108は、有効に機能していることを示す一つ又は複数の通知及び／又はメッセージを生成し得る。

30

40

#### 【0055】

図1の図示例では、バルブ118は、コントローラ116及び圧縮機102に動作可能に結合されている。上記の通り、コントローラ116は、例えば、バルブ118が開く又は閉じる程度及び／又は範囲といった、バルブ118の位置を決定する。バルブ118が開く程度及び／又は範囲が増加するにつれ、圧縮機102からバルブ118へ流れるガス量が増加し、それによって、圧縮機102の排気口122近くのガスの圧力が相対的に低下し、圧縮機102のロータ124を横切るガスの流れが相対的に増加する。圧縮機102のロータ124を横切るガスの流れが増加すると、圧縮機102がサージ状態で動作しないよう、圧縮機102内で発生しているサージ現象を除去及び／又は逆転させ得る。

#### 【0056】

50

いくつかの例では、バルブ 118 はリサイクルバルブである。そのような例では、圧縮機 102 からバルブ 118 へ流れるガスは、図 1 に図示された例示的経路 148 を介して圧縮機 102 の吸気口 120 へ返される。例示的経路 148 は、例えば、パイプやチューブといった、導管として実行され得る。その他の例では、バルブ 118 は、ブローオフバルブである。そのようなその他の例では、圧縮機 102 からバルブ 118 へ流れるガスは、図 1 に図示される例示的経路 150 を介して外気へと排出される。

#### 【0057】

例示的サージ検知装置 100 を実行する例示的方法が図 1 に図示されているが、図 1 に図示される一つ又は複数の要素、プロセス、及び / 又は装置は、他の任意の方法で結合、分割、再配置、省略、除去及び / 又は実施され得る。さらに、図 1 の例示的第 1、第 2、第 3 センサ 104、106、108 と、例示的第 1、第 2、第 3 送信機 110、112、114 及び / 又は例示的コントローラ 116 は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアによって、及び / 又は、ハードウェア、ソフトウェア、及び / 又はファームウェアのいかなる組合せによっても実施され得る。したがって、例えば、例示的第 1、第 2、第 3 センサ 104、106、108、例示的第 1、第 2、第 3 送信機 110、112、114、及び / 又は例示的コントローラ 116 のいずれも、一つ又は複数のアナログ又はデジタル回路、論理回路、プログラマブルプロセッサ、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブルロジックデバイス (PLD) 及び / 又はフィールドプログラマブルロジックデバイス (FPLD) によって実施され得る。ソフトウェア及び / 又はファームウェアのみによる実行を網羅する本特許の装置又はシステムの請求項のいずれを読むときも、例示的第 1、第 2、第 3 センサ 104、106、108、例示的第 1、第 2、第 3 送信機 110、112、114、及び / 又は例示的コントローラ 116 のうちの少なくともひとつは、メモリ、デジタルバーサタイルディスク (DVD)、コンパクトディスク (CD)、ブルーレイディスク等のソフトウェア及び / 又はファームウェアを記憶する、有形のコンピュータ可読記憶装置又は記憶ディスクを含むように、ここでは明示的に定義される。さらに、図 1 の例示的サージ検知装置 100 は、一つ又は複数の要素、プロセス、及び / 又は装置を、図 1 に図示されたそれらに加え、又はそれらに代わり、含み得る、及び / 又は、図示された要素、プロセス、及び装置のいずれか又はすべてのうちの二つ以上を含み得る。

#### 【0058】

図 1 の例示的圧縮機 102 においてサージ現象の発生を検知する例示的方法を代表したフロー図が、図 2、3、及び 4 に示される。これらの例では、方法は、図 5 に関連して下記で述べられる例示的プロセッサプラットフォーム 500 に示されるプロセッサ 512、又は、図 6 に関連して下記で述べられる例示的プロセッサプラットフォーム 600 に示されるプロセッサ 612 のようなプロセッサによって実行するための一つ又は複数のプログラムを備える機械可読命令を使用して実行され得る。一つ又は複数のプログラムは、プロセッサ 512 又はプロセッサ 612 に関連する、CD-ROM、フロッピー (登録商標) ディスク、ハードドライブ、デジタルバーサタイルディスク (DVD)、ブルーレイディスク、又はメモリのような、有形コンピュータ可読記憶メディア上に記憶されたソフトウェアで実現され得るが、プログラム全体及び / 又はその一部はその代わりに、プロセッサ 512 又はプロセッサ 612 以外の装置によって実行され得る、及び / 又は、ファームウェア又は専用ハードウェアで実現され得る。さらに、例示的プログラムが図 2、3、4 に図示されたフロー図に関連して述べられているが、図 1 の例示的圧縮機 102 におけるサージ現象の発生を検知するその他の多くの方法が、代わりに利用され得る。例えば、ブロックの実行順を変更してもよいし、及び / 又は、記述されているブロックのいくつかを変更、削除、又は結合してもよい。

#### 【0059】

上述の通り、図 2、3、及び 4 の例示的方法は、情報が任意の期間 (例、長時間にわたって、永久的に、ブリーフインスタンス (brief instance)、一時的なバッファリングのために、及び / 又は情報をキャッシュするために) 記憶される、ハード

10

20

30

40

50

ディスクドライブ、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ（ROM）、コンパクトディスク（CD）、デジタルバーサタイルディスク（DVD）、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）及び／又はその他の記憶装置又は記憶ディスクのような、有形コンピュータ可読記憶メディア上に記憶されたコード化された命令（例、コンピュータ及び／又は機械可読命令）を使用して実行され得る。ここで使用される通り、用語「有形コンピュータ可読記憶メディア（*tangible computer readable storage medium*）」は、いかなる型式のコンピュータ可読記憶装置及び／又は記憶ディスクを含み、伝播シグナルを除き、伝送メディアを除くよう、明示的に定義される。ここで使用される通り、「有形コンピュータ可読記憶メディア（*tangible computer readable storage medium*）」及び「有形機械可読記憶メディア（*tangible machine readable storage medium*）」は同じ意味で使用される。さらに又はあるいは、図2、3、及び4の例示の方法は、情報が任意の期間（例、長時間にわたって、永久的に、ブリーフインスタンス（*brief instance*）、一時的なバッファリングのために、及び／又は情報をキャッシュするために）記憶される、ハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ、コンパクトディスク、デジタルバーサタイルディスク、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ及び／又はその他の記憶装置又は記憶ディスクのような、非一時的コンピュータ及び／又は機械可読メディア上に記憶されたコード化された命令（例、コンピュータ及び／又は機械可読命令）を使用して実行され得る。ここで使用される通り、用語「非一時的コンピュータ可読メディア（*non-transitory computer readable medium*）」は、いかなる型式のコンピュータ可読記憶装置及び／又は記憶ディスクを含み、伝播シグナルを除き、伝送メディアを除くよう、明示的に定義される。ここで使用される通り、「少なくとも（*at least*）」という言い回しは、請求項のプリアンブルで接続句として使用され、用語「備える（*comprising*）」が開放式（*open-ended*）であるのと同様に、開放式である。

#### 【0060】

図2は、図1の例示的圧縮機102の一つ又は複数の微分プロセス値を決定するために図1の例示的第1、第2、及び／又は第3送信機110、112、114のいずれかで実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。したがって、図2の例示的方法は、図1の第1送信機110と第1センサ104に関して主に下記で述べられているが、そのような記述は、図1の第2送信機112及び第2センサ106、及び／又は図1の第3送信機114及び第3センサ108にも同等に適用可能である。

#### 【0061】

図2の例示的方法200は、送信機（例、図1の第1送信機110）がプロセス値を収集及び／又は取得するときに開始する（ブロック202）。例えば、第1送信機110は、1度目に図1の第1センサ104から第1プロセス値を収集及び／又は取得し得り、さらに1度目とは異なる2度目に図1の第1センサ104から第2プロセス値を収集及び／又は取得し得る。いくつかの例では、第1及び第2プロセス値は、異なる時間に第1センサ104によって検出及び／又は測定された図1の圧縮機102を通り流れるガスの圧力を示すデータに相当し得る。その他の例では、第1及び第2プロセス値は、異なる時間に第1センサ104によって検出及び／又は測定された圧縮機102を通り流れるガスの速度及び／又は流量を示すデータに相当し得る。

#### 【0062】

収集されたプロセス値に基づいて、送信機（例、図1の第1送信機110）は、微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定する（ブロック204）。例えば、第1送信機110は、第1及び第2プロセス値が収集された時間の差異によって分類された、収集された第1及び第2プロセス値の間の差異として、微分プロセス値を算出し、計算し、及び／又は決定し得る。

#### 【0063】

10

20

30

40

50

送信機（例、図１の第１送信機１１０）は、図１のコントローラ１１６に、送信機によって決定された微分プロセス値へのアクセスを与える（ブロック２０６）。例えば、第１送信機１１０は、コントローラ１１６が、第１送信機１１０によって決められた例示的第１微分プロセス値を取得し、アクセスし、引き出し、及び／又は受け取るのを可能にする。

#### 【００６４】

送信機（例、図１の第１送信機１１０）は、追加プロセス値を収集及び／又は取得するかどうかを決定する（ブロック２０８）。例えば、第１送信機１１０は、上述の第１及び第２プロセス値に加えてプロセス値を第１センサ１０４から収集及び／又は取得すべきかどうか決定し得る。第１送信機１１０がブロック２０８で、追加プロセス値を収集及び／又は取得すべきであると決定した場合、例示的方法２００の制御は、ブロック２０２へ戻る。第１送信機１１０が代わりにブロック２０８で、追加プロセス値を取得すべきでないと決定する場合、例示的方法２００は終了する。

#### 【００６５】

図３は、図１の例示的圧縮機１０２においてサージ現象の発生を検知するため、図１の例示的コントローラ１１６で実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。図３の例示的方法は主に、コントローラ１１６が図１の第１送信機１１０によって決定された例示的第１微分プロセス値を取得し、利用することに関して下記に述べられているが、そのような記述は、コントローラ１１６が図１の第２送信機１１２によって決定された例示的第２追加微分プロセス値を取得し、利用する場合、及び／又は、コントローラ１１６が図１の第３送信機１１４によって決定された例示的第３追加微分プロセス値を取得し、利用する場合にも同等に適用可能である。

#### 【００６６】

図３の例示的方法３００は、図１のコントローラ１１６が、送信機から微分プロセス値を取得し、アクセスし、引き出し及び／又は受け取る時、開始する（ブロック３０２）。例えば、コントローラ１１６は、図１の第１送信機１１０から上述の例示的第１微分プロセス値を取得し、アクセスし、引き出し及び／又は受け取り得る。

#### 【００６７】

図１のコントローラ１１６は、取得した微分プロセス値を一つ又は複数の閾値と比較する（ブロック３０４）。例えば、コントローラ１１６は、上述の例示的第１微分プロセス値を一つ又は複数の閾値と比較し得る。いくつかの例では、閾値は、図１の圧縮機１０２におけるサージ現象の発生を示す。いくつかの例では、閾値は最小閾値である。その他の例では、閾値は最大閾値である。その他の例では、閾値は、微分プロセス値の許容範囲を共に定義する、最小閾値及び最大閾値の両方を含む。

#### 【００６８】

ブロック３０４で起こる比較に基づいて、図１のコントローラ１１６は、微分プロセス値が閾値を満たすかどうか決定する（ブロック３０６）。例えば、コントローラ１１６は、上述の例示的第１微分プロセス値が閾値及び／又は閾値によって定義された微分プロセス値の許容範囲を満たさない決定し得る。いくつかの例では、閾値を満たしていないことは、圧縮機１０２におけるサージ現象の発生を示す。コントローラ１１６がブロック３０６で、微分プロセス値が閾値を満たしていないと決定する場合、例示的方法３００の制御はブロック３０８に進む。コントローラ１１６がその代わりにブロック３０６で、微分プロセス値が閾値を満たすと決定する場合、例示的方法の制御はブロック３１４に進む。

#### 【００６９】

ブロック３０８で、図１のコントローラ１１６は、微分プロセス値の信頼性を決定する（ブロック３０８）。例えば、コントローラ１１６は、上述の例示的第１微分プロセス値の信頼性を決定し得る。ブロック３０８を実行するのに使用され得る例示のプロセスは、コントローラ１１６が微分プロセス値を他の送信機から取得した他の微分プロセス値と比較することによってその微分プロセス値の信頼性を決定する図４に関して下記により詳細が述べられている。いくつかの例では、コントローラ１１６は、微分プロセス値を他の送



信機から取得した他の微分プロセス値と比較することなく、ブロック 308 で微分プロセス値の信頼性を決定することができる。例えば、コントローラ 116 は、第 1 送信機 110 からコントローラ 116 によって取得したシグナル及び / 又はデータの信頼性に関してコントローラ 116 に知らせ得る、第 1 送信機 110 からの診断を取得し得る。そのような例では、ブロック 308 は、コントローラ 116 によって実行され得り、第 1 送信機 110 から取得した診断データを評価することによって、微分プロセス値を第 2 及び / 又は第 3 送信機 112、114 から取得した他の微分プロセス値と比較することなく、第 1 送信機 110 から取得された微分プロセス値の信頼性を決定する。ブロック 308 に続き、例示的方法 300 の制御は、ブロック 310 に進む。

#### 【0070】

ブロック 310 では、ブロック 308 で起こる決定に基づいて、図 1 のコントローラ 116 は、微分プロセス値が信頼できるかどうか決定する (ブロック 310)。例えば、コントローラ 116 は、ブロック 308 で決められた、上述の例示的第 1 微分プロセス値の信頼性が、例示的第 1 微分プロセス値が信頼できると示すことを決定し得る。コントローラ 116 がブロック 310 で、微分プロセス値が信頼できると決定する場合、例示的方法 300 の制御はブロック 312 に進む。コントローラ 116 がその代わりブロック 310 で、微分プロセス値が信頼できないと決定する場合、例示的方法 300 の制御はブロック 302 へ戻る。

#### 【0071】

ブロック 312 で、微分プロセス値が、閾値を満たさないとブロック 306 で決定したことを受け、及び / 又は、閾値を満たしていない微分プロセス値が信頼できる微分プロセス値であるとブロック 310 で決定したことを受け、図 1 のコントローラ 116 は、図 1 のバルブ 118 を作動させ、サージを防ぎ及び / 又は送信機によって決定された次の微分プロセス値が閾値を満たせるようにする (ブロック 312)。例えば、1 度目に第 1 送信機 110 によって決定された例示的第 1 微分プロセス値が閾値を満たさないと決定したことを受け、コントローラ 116 は、サージを防ぎ及び / 又は 1 度目の後に続く 2 度目に第 1 送信機 110 によって決められた例示的追加微分プロセス値が閾値を満たせる位置に、バルブ 118 を作動させる。いくつかの例では、コントローラ 116 は、コントローラ 116 からバルブ 118 に送信される一つ又は複数の制御シグナル及び / 又は命令に基づいて、バルブ 118 を作動させる。いくつかの例では、そのような制御シグナル及び / 又は命令は、バルブ 118 が開く及び / 又は閉じる範囲を決定する。いくつかの例では、そのような制御シグナル及び / 又は命令は、閾値を満たさなかった微分プロセス値を、バルブが開く及び / 又は閉じる範囲を決定するためのインプットとして使用するサージ検知アルゴリズムに基づいている。いくつかの例では、コントローラ 116 はさらに、サージ検知アルゴリズムとは別の、閉ループ対サージアルゴリズムへのインプットとして微分プロセス値を使用する。いくつかの例では、閉ループ対サージアルゴリズムは、バルブ 118 が開く及び / 又は閉じる範囲を決定するための一つ又は複数の制御シグナル及び / 又は命令を生成する。いくつかの例では、サージ検知アルゴリズムは、閉ループ対サージアルゴリズムの稼働率を越える (すなわち、より早い) 率で動作する。ブロック 312 に続き、例示的方法 300 の制御はブロック 314 に進む。

#### 【0072】

ブロック 314 では、図 1 のコントローラ 116 は、一つ又は複数の追加微分プロセス値が送信機から取得され、アクセスされ、引き出され及び / 又は受け取られるべきかどうか決定する (ブロック 314)。例えば、コントローラ 116 は、上述の例示的追加微分プロセス値が第 1 送信機 110 から取得され、アクセスされ、引き出され及び / 又は受け取られるべきかどうか決定し得る。コントローラ 116 がブロック 314 で、一つ又は複数の追加微分プロセス値が送信機から取得され、アクセスされ、引き出され及び / 又は受け取られるべきであると決定する場合、図 3 の例示的方法 300 の制御は、ブロック 302 へ戻る。コントローラ 116 はその代わりにブロック 314 で、追加微分プロセス値が送信機から取得され、アクセスされ、引き出され及び / 又は受け取られるべきではないと

10

20

30

40

50

決定する場合、例示的方法 300 は終了する。

【0073】

図4は、図1の例示的第1、第2、及び/又は第3送信機110、112、114のうちの一つ又は複数によって決定された一つ又は複数の微分プロセス値が信頼できるかどうかを決定するため、図1の例示的コントローラ116で実行され得る例示的方法を代表したフロー図である。図4のブロック402、404、406、408、及び410の例示的動作は、図3のブロック308を実行するのに使用され得る。

【0074】

図4の例示的方法308は、図1のコントローラ116が、少なくとも三つの別の送信機から微分プロセス値を取得し、アクセスし、引き出し、及び/又は受け取るときに開始する(ブロック402)。例えば、コントローラ116は、図1の第1送信機110から上述の例示的第1微分プロセス値を、図1の第2送信機112から上述の例示的第2追加微分プロセス値を、図1の第3送信機114から上述の例示的第3追加微分プロセス値を、取得し、アクセスし、引き出し、及び/又は受け取り得る。

【0075】

図1のコントローラ116は、少なくとも三つの送信機から取得した微分プロセス値を比較する(ブロック404)。例えば、コントローラ116は、図1の第1送信機110から取得した例示的第1微分プロセス値を、図1の第2送信機112から取得した例示的第2追加微分プロセス値と、及び/又は、図1の第3送信機114から取得した例示的第3追加微分プロセス値を比較し得る。

【0076】

ブロック404で起こる比較に基づいて、図1のコントローラ116は、少なくとも三つの送信機によって決定された微分プロセス値の一つ又は複数の信頼性を決定する(ブロック406)。例えば、コントローラ116は、図1の第1、第2、第3送信機110、112、114のそれぞれ一つによって決定された例示的第1微分、第2追加微分、及び/又は、第3追加微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼性を決定し得る。

【0077】

ブロック406で起こり得る決定の一例として、コントローラ116が、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値が実質上互いに一致する(例、有意な統計的差異及び/又は偏差が、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値の間で存在しないような場合)と決定する場合、コントローラ116は、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値はそれぞれ信頼できると決定する。

【0078】

ブロック406で起こり得る決定の別の例として、コントローラ116が、例示的第2及び第3追加微分プロセス値が実質上互いに一致する(例、有意な統計的差異及び/又は偏差が、例示的第2及び第3追加微分プロセス値の間で存在しないような場合)と決定するが、例示的第1微分プロセス値は例示的第2又は第3追加微分プロセス値のどちらかと実質上一致しない(例、有意な統計的差異及び/又は偏差が例示的第1微分プロセス値と例示的第2追加微分プロセス値の間で、及び/又は、例示的第1微分プロセス値と例示的第3追加微分プロセス値の間で存在するような場合)と決定する場合、コントローラ116は、例示的第2及び第3追加微分プロセス値は信頼できると決定し、さらに、例示的第1微分プロセス値は信頼できないと決定する。

【0079】

ブロック406で起こり得る決定の別の例として、コントローラ116は、少なくとも三つの送信機のそれぞれ一つによって決定される微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼性を決定する多数決スキームを実行し得る。例えば、コントローラ116が、例示的第1微分、第2追加微分、及び第3追加微分プロセス値の過半数(例、三つのうち二つ)が、実質上互いに一致する(例、有意な統計的差異及び/又は偏差が過半数の間で存在しないような場合)と決定する場合、コントローラ116は、過半数を形成していない単一の微分プロセス値は信頼できないが、過半数を形成する二つの微分プロセス値は信頼でき

10

20

30

40

50

ると決定し得る。

【 0 0 8 0 】

ブロック 4 0 4 で起こる比較及び / 又はブロック 4 0 6 で起こる決定に基づいて、図 1 のコントローラ 1 1 6 は、少なくとも三つの送信機のそれぞれ一つに対応する一つ又は複数のセンサの機能状態を決定する ( ブロック 4 0 8 ) 。例えば、コントローラ 1 1 6 は、図 1 の第 1 、第 2 、第 3 送信機 1 1 0 、 1 1 2 、 1 1 4 のそれぞれ一つに対応する図 1 の例示的第 1 、第 2 及び / 又は第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のうちの一つ又は複数の機能状態を決定し得る。

【 0 0 8 1 】

ブロック 4 0 8 で起こり得る決定の一例として、コントローラ 1 1 6 がブロック 4 0 6 で、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値はそれぞれ信頼できると決定する場合、コントローラ 1 1 6 はさらに、第 1 、第 2 、第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のそれぞれが有効に機能していると決定し得る。

【 0 0 8 2 】

ブロック 4 0 8 で起こり得る決定の別の例として、コントローラ 1 1 6 がブロック 4 0 6 で、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値は信頼できるが、例示的第 1 微分プロセス値は信頼できないと決定する場合、コントローラ 1 1 6 はさらに、第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は有効に機能しているが、第 1 センサ 1 0 4 は有効に機能していないと決定し得る。

【 0 0 8 3 】

ブロック 4 0 8 で起こり得る決定の別の例として、コントローラ 1 1 6 が、ブロック 4 0 6 で微分プロセス値に関する多数決スキームを実行する場合、コントローラ 1 1 6 は、過半数の微分プロセス値に対応する第 1 、第 2 、第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のそれぞれ一つは有効に機能しており、過半数の微分プロセス値に対応しない、第 1 、第 2 、又は第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のいずれか一つは有効に機能していないと決定し得る。

【 0 0 8 4 】

ブロック 4 0 6 起こる決定及び / 又はブロック 4 0 8 で起こる決定に基づいて、図 1 のコントローラ 1 1 6 は、決定された微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼性を特定する、及び / 又は、少なくとも三つの送信機のそれぞれ一つに対応するセンサのうちの一つ又は複数の決定された機能状態を特定する、一つ又は複数の通知及び / 又はメッセージを生成する。例えば、コントローラ 1 1 6 がブロック 4 0 6 で、ブロック 4 0 6 で例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び第 3 追加微分プロセス値のそれぞれが信頼できると決定し、及び / 又は、ブロック 4 0 8 で第 1 、第 2 、第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のそれぞれが有効に機能していると決定する場合、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 1 微分、第 2 追加微分、及び / 又は第 3 追加微分プロセス値のうちの一つ又は複数の信頼できること、及び / 又は、第 1 、第 2 、及び / 又は第 3 センサ 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 のうちの一つ又は複数の有効に機能していることを示す、一つ又は複数の通知及び / 又はメッセージを生成し得る。別の例として、コントローラ 1 1 6 は、ブロック 4 0 6 で、例示的第 1 微分プロセス値は信頼できず、例示的第 2 及び第 3 追加微分プロセス値は信頼できると決定する、及び / 又は、ブロック 4 0 8 で、第 1 センサ 1 0 4 は有効に機能しておらず、第 2 及び第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は有効に機能していると決定する場合、コントローラ 1 1 6 は、例示的第 1 微分プロセス値は信頼できず、例示的第 2 及び / 又は第 3 追加微分プロセス値は信頼できること、第 1 センサ 1 0 4 は有効に機能していないこと、及び / 又は、第 2 及び / 又は第 3 センサ 1 0 6 及び 1 0 8 は有効に機能していることを示す一つ又は複数の通知及び / 又はメッセージを生成し得る。ブロック 4 1 0 に続き、例示的方法 3 0 8 は終了し、制御は、図 3 の例示的方法 3 0 0 のような、呼び出し機能又はプロセスへ戻る。

【 0 0 8 5 】

図 5 は、図 2 の方法と図 1 の例示的第 1 、第 2 、第 3 送信機 1 1 0 、 1 1 2 、 1 1 4 の

10

20

30

40

50

いずれかを実行する命令を実行する能力のある例示のプロセッサプラットフォーム 500 である。プロセッサプラットフォーム 500 は、例えば、プリント回路板、送信機、又はその他のいかなる型式の計算装置にもなり得る。

【0086】

図示例のプロセッサプラットフォーム 500 は、プロセッサ 512 を含む。図示例のプロセッサ 512 はハードウェアである。例えば、プロセッサ 512 は、所望のファミリー又は製造者からの一つ又は複数の集積回路、論理回路、マイクロプロセッサ、又はコントローラによって実行され得る。例示のプロセッサ 512 は、ローカルメモリ 514 (例、キャッシュ) を含む。

【0087】

プロセッサ 512 及び / 又は、より一般には、図示例のプロセッサプラットフォーム 500 は、一つ又は複数の例示的センサ 516 に動作可能に結合される及び / 又は通信する。いくつかの例では、センサ 516 は、バス 518 を介して、プロセッサ 512 及び / 又はプロセッサプラットフォーム 500 と通信し得る。例示的センサ 516 は、図 1 の例示的第 1 センサ 104 を含む。

【0088】

図示例のプロセッサ 512 はまた、バス 518 を介して、一つ又は複数の例示的フィルタ 520 に通信する。例示的フィルタ 520 は、図 1 の例示的フィルタ 130 を含む。

【0089】

図示された例のプロセッサ 512 はまた、バス 518 を介して、揮発性メモリ 522 及び非揮発性メモリ 524 を含むメインメモリと通信する。揮発性メモリ 522 は、同期式ダイナミックランダムアクセスメモリ (SDRAM)、ダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM)、RAMBUS ダイナミックランダムアクセスメモリ (RDRAM)、及び / 又はその他のいかなる型式のランダムアクセスメモリ装置によっても実行され得る。非揮発性メモリ 524 は、フラッシュメモリ及び / 又はその他のいかなる所望の型式の記憶装置によっても実行され得る。メインメモリ 522、524 へのアクセスは、メモリコントローラによって制御される。

【0090】

図示例のプロセッサプラットフォーム 500 はまた、インタフェース回路 526 を含む。インタフェース回路 526 は、イーサネット (登録商標) インタフェース、ユニバーサルシリアルバス (USB)、及び / 又は PCI エクスプレスインタフェースのような、いかなる型式のインタフェース標準によっても実行され得る。図示例では、一つ又は複数の入力装置 528 がインタフェース回路 526 に接続されている。入力装置 528 は、ユーザがデータ及びコマンドをプロセッサ 512 に入力するのを許可する。入力装置は、例えば、一つ又は複数のボタン、一つ又は複数のスイッチ、キーボード、マウス、マイクロフォン、及び / 又はタッチスクリーンを有する液晶ディスプレイによって実行され得る。一つ又は複数の出力装置 530 はまた、図示例のインタフェース回路 526 に接続される。出力装置 530 は、例えば、視覚的情報を表す一つ又は複数の発行ダイオード、聴覚的情報を表す一つ又は複数のスピーカ、及び / 又はテキスト及び / 又はグラフィック情報を表すディスプレイ装置 (例、液晶ディスプレイ、ブラウン管ディスプレイ、等) によって実行され得る。したがって、図示例のインタフェース回路 526 は、グラフィックスドライバカード、グラフィックスドライバチップ、又はグラフィックスドライバプロセッサを含み得る。

【0091】

図示例では、インタフェース回路 526 はまた、ネットワーク 532 を介して、データ及び / 又はシグナルの、図 1 の例示的コントローラ 116 のような外部機械との交換を容易にする。いくつかの例では、ネットワーク 532 は、4 - 20 mA 配線を介して、及び / 又は、例えば、ファンデーションフィールドバス、HART、伝送制御プロトコル / インターネットプロトコル (TCP/IP)、プロフィネット、モdbus、及び / 又はイーサネット (登録商標) を含む、一つ又は複数の通信プロトコルを介して、容易になり得る

10

20

30

40

50

。

## 【 0 0 9 2 】

図示例のプロセッサプラットフォーム 5 0 0 はまた、ソフトウェア及び / 又はデータを記憶するための、一つ又は複数の大容量記憶装置 5 3 4 を含む。そのような大容量記憶装置 5 3 4 の例は、フロッピーディスクドライブ、ハードドライブディスク、コンパクトディスクドライブ、ブルーレイディスクドライブ、RAID システム、及びデジタルバーサタイルディスク (DVD) ドライブを含む。図示例では、大容量記憶装置 5 3 4 は、図 1 の例示的メモリ 1 2 8 を含む。

## 【 0 0 9 3 】

図 2 の方法を実行するコード化された命令 5 3 6 は、ローカルメモリ 5 1 4、揮発性メモリ 5 2 2、非揮発性メモリ 5 2 4、大容量記憶装置 5 3 4、及び / 又は、CD 又は DVD のようなリムーバブル有形コンピュータ可読記憶メディアに記憶され得る。

## 【 0 0 9 4 】

図 6 は、図 3 と 4 の方法及び図 1 の例示的コントローラ 1 1 6 を実行するための命令を実行する能力のある例示的プロセッサプラットフォーム 6 0 0 である。プロセッサプラットフォーム 6 0 0 は、例えば、プリント回路板、コントローラ、又はその他のいかなる型式の計算装置にもなり得る。

## 【 0 0 9 5 】

図示例のプロセッサプラットフォーム 6 0 0 は、プロセッサ 6 1 2 を含む。図示例のプロセッサ 6 1 2 は、ハードウェアである。例えば、プロセッサ 6 1 2 は、所望のファミリー又は製造者からの一つ又は複数の集積回路、論理回路、マイクロプロセッサ、又はコントローラによって実行され得る。例示的プロセッサ 6 1 2 は、ローカルメモリ 6 1 4 (例、キャッシュ) を含む。

## 【 0 0 9 6 】

図示例のプロセッサ 6 1 2 は、バス 6 2 0 を介して、揮発性メモリ 6 1 6、非揮発性メモリ 6 1 8 を含むメインメモリに通信する。揮発性メモリ 6 1 6 は、同期式ダイナミックランダムアクセスメモリ (SDRAM)、ダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM)、RAMBUS ダイナミックランダムアクセスメモリ (RDRAM) 及び / 又はその他のいかなる型式のランダムアクセスメモリ装置によっても、実行され得る。非揮発性メモリ 6 1 8 は、フラッシュメモリ及び / 又はその他のいかなる所望の型式の記憶装置によっても実行され得る。メインメモリ 6 1 6、6 1 8 へのアクセスは、メモリコントローラによって制御される。

## 【 0 0 9 7 】

図示例のプロセッサプラットフォーム 6 0 0 はまた、インタフェース回路 6 2 2 を含む。インタフェース回路 6 2 2 は、イーサネット (登録商標) インタフェース、ユニバーサルシリアルバス (USB)、及び / 又は PCI エクスプレスインタフェースのような、いかなる型式のインタフェース標準によっても実行され得る。図示例では、一つ又は複数の入力装置 6 2 4 は、インタフェース回路 6 2 2 に接続される。入力装置 6 2 4 は、ユーザがデータ及びコマンドをプロセッサ 6 1 2 に入力するのを許可する。入力装置は、例えば、一つ又は複数のボタン、一つ又は複数のスイッチ、キーボード、マウス、マイクロフォン、及び / 又はタッチスクリーンを有する液晶ディスプレイによって実行され得る。一つ又は複数の出力装置 6 2 6 はまた、図示例のインタフェース回路 6 2 2 に接続される。出力装置 6 2 6 は、例えば、視覚的情報を表す一つ又は複数の発行ダイオード、聴覚的情報を表す一つ又は複数のスピーカ、及び / 又はテキスト及び / 又はグラフィック情報を表すディスプレイ装置 (例、液晶ディスプレイ、ブラウン管ディスプレイ、等) によって実行され得る。したがって、図示例のインタフェース回路 6 2 2 は、グラフィックスドライバカード、グラフィックスドライバチップ、又はグラフィックスドライバプロセッサを含み得る。

## 【 0 0 9 8 】

図示例では、インタフェース回路 6 2 2 はまた、ネットワーク 6 2 8 を介して、データ

10

20

30

40

50

及び／又はシグナルの、図１の例示的第１、第２、第３送信機１１０、１１２、１１４及びバルブ１１８のような外部機械との交換を容易にする。いくつかの例では、ネットワーク６２８は、４－２０ｍＡ配線を介して、及び／又は、例えば、ファンデーションフィールドバス、ＨＡＲＴ、ＴＣＰ／ＩＰ、プロフィネット、モdbus、及び／又はイーサネット（登録商標）を含む、一つ又は複数の通信プロトコルを介して、容易になり得る。

【００９９】

図示例のプロセッサプラットフォーム６００はまた、ソフトウェア及び／又はデータを記憶するための一つ又は複数の大容量記憶装置６３０を含む。そのような大容量記憶装置６３０の例は、フロッピーディスクドライブ、ハードドライブディスク、コンパクトディスクディスク、ブルーレイディスクドライブ、ＲＡＩＤシステム、及びデジタルバーサタイルディスク（ＤＶＤ）ドライブを含む。図示例では、大容量記憶装置６３０は図１の例示的メモリ１４６を含む。

10

【０１００】

図２の方法を実行するコード化された命令６３２は、ローカルメモリ６１４、揮発性メモリ６１６、非揮発性メモリ６１８、大容量記憶装置６３０、及び／又はＣＤ又はＤＶＤのようなリムーバブル有形コンピュータ可読記憶メディアに記憶され得る。

【０１０１】

前述から、開示された方法及び装置は、圧縮機におけるサージ現象の発生を検知することに関連する制御反応の速度を有利に向上させることが理解できるであろう。開示された方法及び装置は、従来のサージ検知及び／又はサージ防止システムで利用される単一のコントローラから、比較的高速でデータを処理する能力のある別の送信機へ、特定の処理機能を移動させることにより、そのような利点を達成する。例えば、ここで開示される方法及び装置は、従来のサージ検知及び／又はサージ防止システムであればコントローラによって決定される必要があったであろう、一つ又は複数の微分プロセス値をすばやく決定する能力のある送信機を含む。微分プロセス値の決定の負荷を高速送信機へ移動させた結果、前述の従来のシステムの専用コントローラのサンプリング及び／又は処理能力に関連する待ち時間の問題は、回避され得る、高価な専用コントローラは、処理能力が比較的遅い、より安価なコントローラに替えられ得る。

20

【０１０２】

ここで開示される例示的方法及び装置は、送信機によって決定されるデータの信頼性を検証する冗長送信機を有利に実行することも理解されるだろう。そのような冗長送信機は、サージ現象の発生を検知するために送信機のいずれか一つによって決定され、コントローラによって利用されているデータが偽陽性を構成する可能性を下げる。

30

【０１０３】

いくつかの開示例では、送信機は、圧縮機の微分プロセス値を決定する。いくつかの開示例では、センサは、送信機に動作可能に結合されている。いくつかの開示例では、センサは、圧縮機の第１プロセス値と圧縮機の第２プロセス値を測定する。いくつかの開示例では、微分プロセス値は、第１及び第２プロセス値に基づいて決定される。いくつかの開示例では、第１及び第２プロセス値は圧力値であり、微分プロセス値は微分圧力値である。その他の開示例では、第１及び第２プロセス値は流量値であり、微分プロセス値は微分流量値である。

40

【０１０４】

いくつかの開示例では、コントローラは、送信機から微分プロセス値を取得する。いくつかの開示例では、送信機はコントローラとは別物である。いくつかの開示例では、コントローラは、微分プロセス値と閾値を比較する。いくつかの開示例では、閾値は、圧縮機におけるサージ現象の発生を示す。

【０１０５】

いくつかの開示例では、微分プロセス値が閾値を満たしていないと決定したことを受け、コントローラは、圧縮機に動作可能に結合されたバルブを作動させ、送信機によって決定された圧縮機の追加微分プロセス値が閾値を満たせるようにする。いくつかの開示例で

50

は、微分プロセス値が閾値を満たしていないと決定したことを受け、コントローラは、バルブの作動を制御するサージ検知アルゴリズムへのインプットとして、微分プロセス値を使用する。いくつかの開示例では、コントローラは、バルブの作動を制御する閉ループ対サージアルゴリズムへのインプットとして、さらに微分プロセス値を使用する。

【0106】

いくつかの開示例では、送信機は、追加微分プロセス値を決定する。いくつかの開示例では、コントローラは、送信機から追加微分プロセス値を取得する。いくつかの開示例では、コントローラは、追加微分プロセス値と閾値を比較し、追加微分プロセスが閾値を満たすかどうかを決定する。

【0107】

いくつかの開示例では、センサは第1センサであり、送信機は第1送信機である。いくつかの開示例では、第2センサは、第2送信機に動作可能に結合されている。いくつかの開示例では、第2センサは、圧縮機の第3プロセス値と圧縮機の第4プロセス値を測定する。いくつかの開示例では、第2送信機は、第3及び第4プロセス値に基づいて、第2追加微分プロセス値を決定する。

【0108】

いくつかの開示例では、第3センサは、第3送信機に動作可能に結合されている。いくつかの開示例では、第3センサは、圧縮機の第5プロセス値と圧縮機の第6プロセス値を測定する。いくつかの開示例では、第3送信機は、第5及び第6プロセス値に基づいて、第3追加微分プロセス値を決定する。

【0109】

いくつかの開示例では、コントローラは、第2送信機から第2追加微分プロセス値を、第3送信機から第3追加微分プロセス値を取得する。いくつかの開示例では、コントローラは、微分プロセス値、第2追加微分プロセス値、及び第3追加微分プロセス値のうちの二つ以上を比較し、第1、第2、又は第3センサのうちの一つ又は複数の機能状態を決定する。

【0110】

特定の例示的方法、装置、及び製品がここで開示されてきたが、本特許の網羅する範囲はそれらに制限されない。反対に、本特許は、本特許請求の範囲に正当に該当する方法、装置、製品すべてを網羅する。

10

20

30

【図 1】

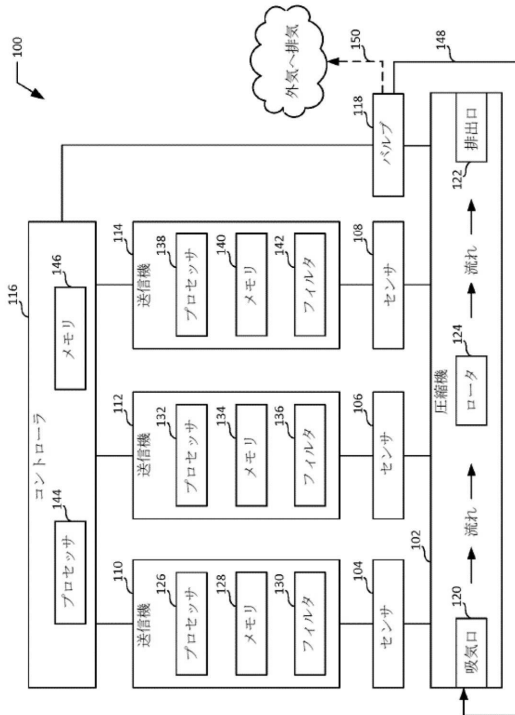


図 1

【図 2】

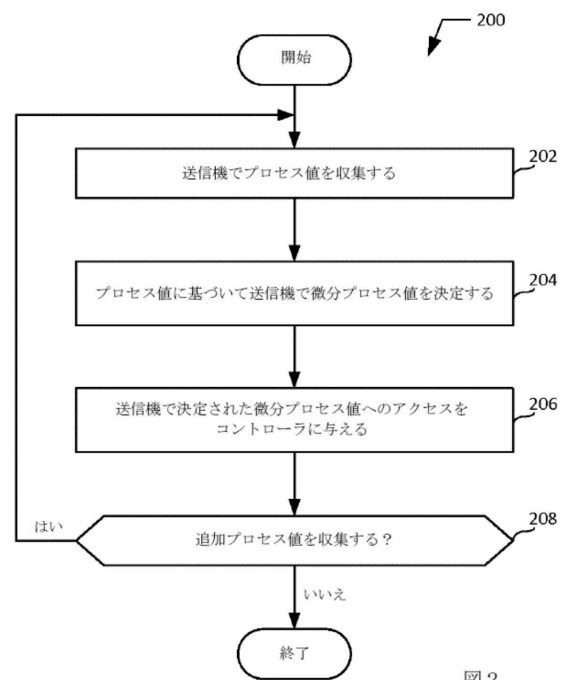


図 2

【図 3】

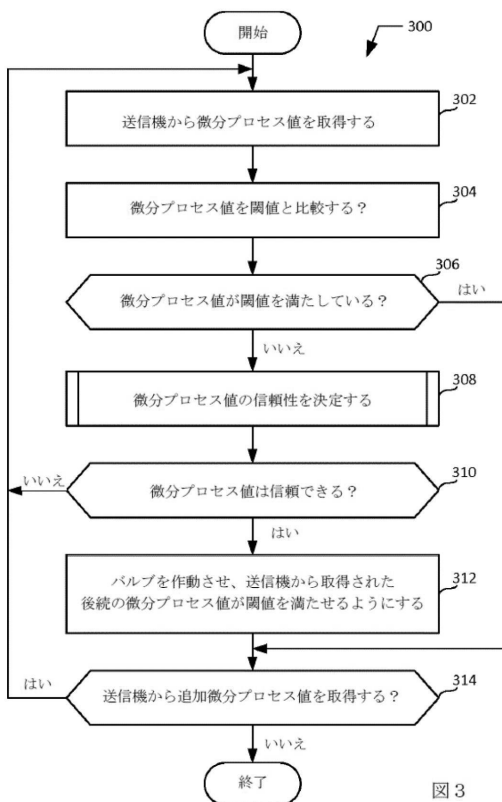


図 3

【図 4】

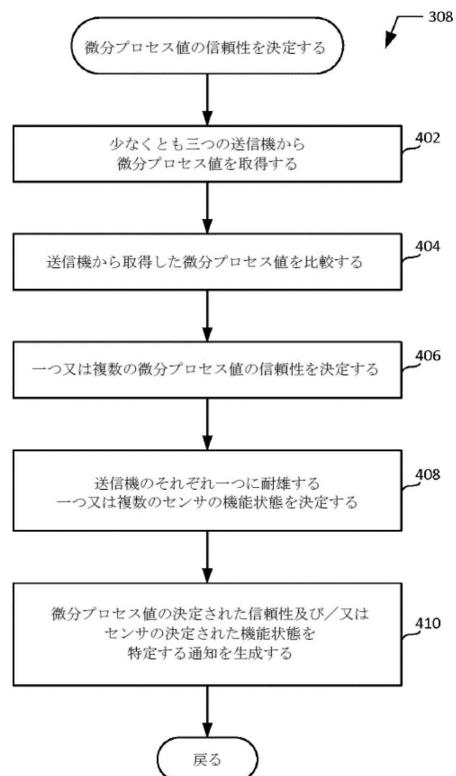


図 4



【図 5】

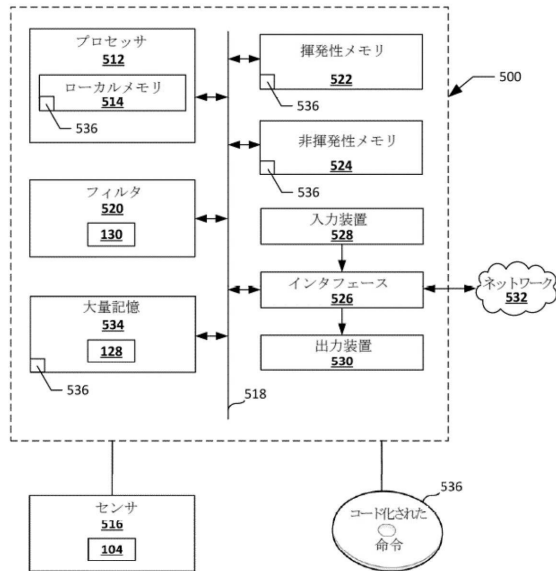


図 5

【図 6】

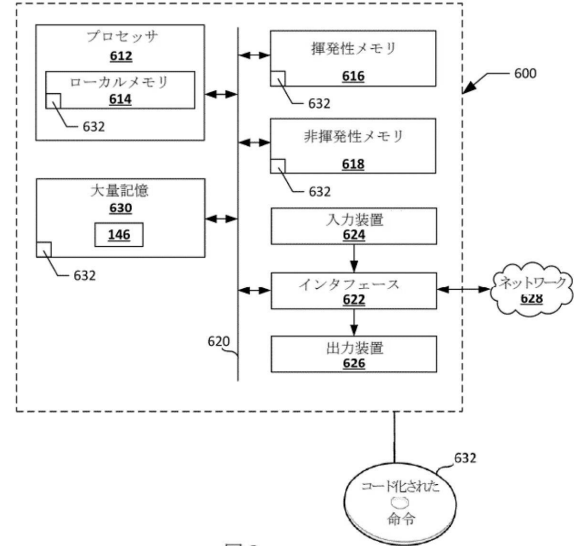


図 6

## フロントページの続き

- (72)発明者 ジョセフ エイチ . シャープ  
アメリカ合衆国 テキサス州 78681 ラウンド ロック ウェスト ルイス ヘナ ブルバ  
ード 1100 ビルディング 1
- (72)発明者 ミクハイル、 イルチェンコ  
ロシア 117152 モスクワ ザゴロドネ ショセ 8ケー3 アパートメント 52
- (72)発明者 ギャリー、 ホーキンス  
アメリカ合衆国 イリノイ州 60527 パー リッジ スカイライン ドライブ 8724
- (72)発明者 ジョージ ウィリアム、 タックストン  
アメリカ合衆国 30096 ジョージア州 ピーチツリー コーナーズ リバー ホロウ ラン  
3675
- (72)発明者 マルコス、 ペルソ  
アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州 チャナッセン ウェスト レイク コート 8301

審査官 山崎 孔徳

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0154479 (US, A1)  
米国特許出願公開第2008/0082180 (US, A1)  
米国特許出願公開第2014/0249654 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F04D 27/02