

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6739927号
(P6739927)

(45) 発行日 令和2年8月12日(2020.8.12)

(24) 登録日 令和2年7月28日(2020.7.28)

(51) Int. Cl.	F 1
FO1N 3/00 (2006.01)	FO1N 3/00 Z
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 19/02 F
BO1D 53/94 (2006.01)	FO1N 3/00 C
	FO1N 3/00 F
	BO1D 53/94 222
請求項の数 20 外国語出願 (全 18 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-237084 (P2015-237084)
 (22) 出願日 平成27年12月4日(2015.12.4)
 (65) 公開番号 特開2016-121678 (P2016-121678A)
 (43) 公開日 平成28年7月7日(2016.7.7)
 審査請求日 平成30年11月22日(2018.11.22)
 (31) 優先権主張番号 14/569, 213
 (32) 優先日 平成26年12月12日(2014.12.12)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 319005659
 エーアイ アルパイン ユーエス ビドゥ
 コ インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国、デラウェア州 1980
 1、ニューカッスル郡、ウィルミントン市
 、オレンジ・ストリート 1209
 (74) 代理人 100091568
 弁理士 市位 嘉宏
 (72) 発明者 プラシャント・スリニヴァサン
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・123
 09、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サー
 クル・ビルディング、ケイ1-3エイ59
 、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 ・グローバル・リサーチ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触媒コンバータシステムのモデルベース制御のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサを有するコントローラを備えるシステムであって、
 前記プロセッサは、
 第1の酸素測定値を示す、触媒コンバータシステムの上流に配置されている第1の酸素
 センサからの第1の信号を受信することと、
 第2の酸素測定値を示す、前記触媒コンバータシステムの下流に配置されている第2の
 酸素センサからの第2の信号を受信することと、
 前記触媒コンバータシステムのNO_x排出量を示す、窒素酸化物(NO_x)センサから
 の第3の信号を受信することと、
 前記第3の信号に少なくとも部分的に基づいて触媒コンバータモデルを修正し、前記第
 1の信号、前記第2の信号、および前記修正された触媒コンバータモデルに基づいて酸素
 貯蔵量推定値を導出するように構成されている触媒推定器システムを実行することと、
 前記触媒コンバータモデルに基づいて前記触媒コンバータシステムに対するシステム酸
 素貯蔵量設定点を導出することと、
 前記酸素貯蔵量推定値を前記システム酸素貯蔵量設定点と比較することを行うようにプ
 ログラムされており、前記プロセッサは、ガスエンジンの制御中に前記比較を適用するよ
 うに構成されている、システム。

【請求項2】

前記触媒推定器システムは、
 前記酸素貯蔵量推定値を導出することと、
 拡張状態パラメータモデルを実行することによって前記第 1 の信号および前記第 2 の信号に基づいて前記酸素貯蔵量推定値を調整することとを行うように構成されている適応型拡張カルマンフィルタ (A E K F) システムを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記 A E K F システムは、拡張状態パラメータベクトルに基づいて前記拡張状態パラメータモデルを実行するように構成されている、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

前記プロセッサは、前記比較に基づいて空気燃料混合比 (A F R) 設定点を導出し、前記 A F R 設定点に基づいて前記ガスエンジン内に配置されている燃料アクチュエータを調整するように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

10

【請求項 5】

前記触媒コンバータモデルは触媒動態モデルを含む、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 6】

前記触媒動態モデルは、一酸化炭素酸化、メタン酸化、窒素酸化物の還元、またはそれらの組み合わせをモデル化する、請求項 5 記載のシステム。

【請求項 7】

前記プロセッサは、少なくとも、前記触媒コンバータシステムの性能、前記触媒コンバータシステムの一酸化炭素酸化効率、またはそれらの組み合わせを改善するために、前記ガスエンジンの制御中に前記比較を適用するように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

20

【請求項 8】

前記コントローラは、前記触媒コンバータシステムの上流、前記触媒コンバータシステムの下流、または前記触媒コンバータシステムの内部に配置されている追加のセンサから追加の信号を受信するように構成されており、前記追加のセンサは、一酸化炭素センサ、質量流量センサ、圧力センサ、温度センサ、酸素センサ、またはそれらの組み合わせを含み、前記コントローラは、前記触媒コンバータモデルを修正する際にさらに前記追加の信号を用いるように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 9】

前記プロセッサは、前記第 3 の信号に少なくとも部分的に基づいて空気燃料混合比 (A F R) 設定点を導出し、前記 A F R 設定点に基づいて前記ガスエンジン内に配置されている燃料アクチュエータを調整するように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

30

【請求項 10】

触媒コンバータシステムに流体連通しているガスエンジンを備えるガスエンジンシステムと、

前記ガスエンジンに動作可能に結合されており、前記触媒コンバータに通信可能に結合されている触媒コントローラとを備えるシステムであって、

前記触媒コントローラはプロセッサを具備し、前記プロセッサは、

第 1 の酸素測定値を示す、触媒コンバータシステムの上流に配置されている第 1 の酸素センサからの第 1 の信号を受信することと、

40

第 2 の酸素測定値を示す、前記触媒コンバータシステムの下流に配置されている第 2 の酸素センサからの第 2 の信号を受信することと、

前記触媒コンバータシステムの N O x 排出量を示す、窒素酸化物 (N O x) センサからの第 3 の信号を受信することと、

前記第 1 の信号、前記第 2 の信号、および触媒コンバータモデルに基づいて酸素貯蔵量推定値を導出するように構成されている触媒推定器システムを実行することと、

前記触媒コンバータモデルに基づいて前記触媒コンバータシステムに対するシステム酸素貯蔵量設定点を導出することと、

前記酸素貯蔵量推定値を前記システム酸素貯蔵量設定点と比較することを行うようにブ

50

ログラムされており、前記プロセッサは、ガスエンジンの制御中に前記比較を適用するように構成されており、

前記プロセッサはさらに前記比較および前記第3の信号に基づいて空気燃料混合比(AFR)設定点を導出するようにプログラムされており、前記AFR設定点は前記ガスエンジンを制御するために適用される、システム。

【請求項11】

前記触媒推定器システムは、

前記酸素貯蔵量推定値を導出することと、

拡張状態パラメータモデルを実行することによって前記第1の信号および前記第2の信号に基づいて前記酸素貯蔵量推定値を調整することを行うように構成されている適応型拡張カルマンフィルタ(AEKFS)システムを含む、請求項10記載のシステム。

10

【請求項12】

前記AEKFSシステムは、拡張状態パラメータベクトルに基づいて前記拡張状態パラメータモデルを実行するように構成されている、請求項11記載のシステム。

【請求項13】

前記コントローラは、前記触媒コンバータシステムの上流、前記触媒コンバータシステムの下流、または前記触媒コンバータシステムの内部に配置されている追加のセンサから追加の信号を受信するように構成されており、前記追加のセンサは、酸化炭素(COx)センサ、質量流量センサ、圧力センサ、温度センサ、またはそれらの組み合わせを含み、前記コントローラは、付加的に前記追加の信号に基づいて前記AFR設定点を導出するように構成されている、請求項10記載のシステム。

20

【請求項14】

前記プロセッサは、複数の酸素貯蔵量推定値に基づいて前記触媒コンバータシステムの健康状態を判定するように構成されている、請求項10記載のシステム。

【請求項15】

第1の酸素測定値を示す、触媒コンバータシステムの上流に配置されている第1の酸素センサからの第1の信号を受信することと、

第2の酸素測定値を示す、前記触媒コンバータシステムの下流に配置されている第2の酸素センサからの第2の信号を受信することと、

前記触媒コンバータシステムのNOx排出量を示す、窒素酸化物(NOx)センサからの第3の信号を受信することと、

30

前記第3の信号に基づいて触媒コンバータモデルを修正し、前記第1の信号、前記第2の信号、および前記修正された触媒コンバータモデルに基づいて酸素貯蔵量推定値を導出するように構成されている触媒推定器システムを実行することと、

前記触媒コンバータモデルに基づいて前記触媒コンバータシステムに対するシステム酸素貯蔵量設定点を導出することと、

前記酸素貯蔵量推定値を前記システム酸素貯蔵量設定点と比較することと、

前記比較をガスエンジン(12)の制御中に適用することを含む、方法。

【請求項16】

前記触媒推定器システムは、

前記酸素貯蔵量推定値を導出することと、

拡張状態パラメータモデルを実行することによって前記第1の信号および前記第2の信号に基づいて前記酸素貯蔵量推定値を調整することを行うように構成されている適応型拡張カルマンフィルタ(AEKFS)システムを含む、請求項15記載の方法。

40

【請求項17】

前記AEKFSシステムは、拡張状態パラメータベクトルに基づいて前記拡張状態パラメータモデルを実行するように構成されている、請求項16記載の方法。

【請求項18】

前記触媒コンバータモデルは、一酸化炭素酸化、窒素酸化物の還元、メタン、またはそれらの組み合わせの化学反応速度論をモデル化するように構成されている触媒動態モデル

50

を含む、請求項 15 記載の方法。

【請求項 19】

前記触媒コンバータシステムの上流、前記触媒コンバータシステムの下流、または前記触媒コンバータシステムの内部に配置されている追加のセンサから追加の信号を受信することをさらに含み、前記追加のセンサは、酸化炭素(COx)センサ、質量流量センサ、圧力センサ、温度センサ、またはそれらの組み合わせを含み、前記触媒コンバータモデルを修正する際にさらに前記追加の信号を用いることを含む、請求項 15 記載の方法。

【請求項 20】

前記比較、前記第 3 の信号、前記追加の信号、またはそれらの組み合わせに基づいて空気燃料混合比(AFR)設定点を導出することと、前記 AFR 設定点に基づいて前記ガスエンジン内に配置されている燃料アクチュエータを調整することをさらに含む、請求項 19 記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書において開示されている主題は、触媒コンバータシステムのモデルベース制御に関する。詳細には、下記に記載されている主題は、触媒コンバータシステムの特定のパラメータを制御するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

ガスタービンおよびエンジンシステムは、油およびガス処理システム、商用および産業用建築物、ならびに車両のような、様々な用途のための動力を提供する。タービンおよびガスエンジンシステムは、窒素酸化物のような特定の酸化物の排出を制御するのに適した三元触媒コンバータのような、触媒コンバータシステムに流体連通され得る。エンジンシステムは、エンジンシステムの動作を監視する制御システムを含むか、または、当該制御システムに結合されている。制御システムは、エンジンシステムの効率を改善し、他の機能を提供することができる。たとえば、制御システムは、エンジンに与えられる燃料の量に対する、エンジンに与えられる空気の量を表す、エンジンの空気燃料混合比を制御することによって、内燃エンジンシステムの効率を改善することができる。所望の用途に応じて、制御システムは、空気燃料混合比を化学量論付近に維持するよう試行することができる。他の用途は、空気燃料混合比を、リッチ(すなわち、過剰な燃料)からリーン(すなわち、過剰な空気)の範囲内に維持し得る。

30

【0003】

諒解されるように、エンジンシステムは、燃料を燃焼する結果として排ガスを生成し、排出される排ガスのタイプは、一部には、エンジンシステムに与えられる燃料のタイプおよび量に応じて決まり得る。多くの産業および管轄区域(たとえば、石炭専燃火力発電所、連邦および州政府など)は、種々のガスエンジンシステムが放出することを許可される排ガスのタイプおよび量を指定する規制および制限の権限を有することができる。

【0004】

40

規制および制限を遵守するために、ガスエンジンシステムは、排出を制御するための触媒コンバータシステムを使用することができる。触媒コンバータシステムは、排ガスを受け入れ、実質的に、排ガスを、規制および制限によって許可されている他のタイプの気体に変換する。触媒コンバータシステムの性能がガスエンジンの性能に影響を与える場合があり、その逆もあり得る。制御システムを介してガスエンジンおよび触媒コンバータシステムの性能を改善することが有益である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2014/0041362 号公報

50

【発明の概要】

【0006】

原特許請求の発明の範囲に一致する特定の実施形態を下記に要約する。これらの実施形態は、特許請求されている発明の範囲を限定するようには意図されておらず、むしろ、これらの実施形態は、本発明の可能な形態の簡潔な概要を提供するようにのみ意図されている。事実、本発明は、下記に記載されている実施形態と同様であるかまたは異なる場合がある様々な形態を包含することができる。

【0007】

第1の実施形態において、システムは、プロセッサを有するコントローラを含む。プロセッサは、第1の酸素測定値を示す、第1の酸素センサからの第1の信号を受信するように構成されており、第1の酸素センサは、触媒コンバータシステムの上流に配置されている。プロセッサは、第2の酸素測定値を示す第2の酸素センサから第2の信号を受信するように付加的に構成されており、第2の酸素センサは、触媒コンバータシステムの下流に配置されている。プロセッサは、触媒推定器システムを実行するようにさらに構成されており、触媒推定器システムは、第1の信号、第2の信号、および触媒コンバータモデルに基づいて酸素貯蔵量推定値を導出するように構成されている。プロセッサはまた、触媒コンバータモデルおよび酸素貯蔵量推定値に基づいて、触媒コンバータシステムのシステム酸素貯蔵量設定点を導出し、酸素貯蔵量推定値を、システム酸素貯蔵量設定点と比較するようにも構成されており、プロセッサは、ガスエンジンの制御中に比較を適用するように構成されている。

【0008】

第2の実施形態において、システムは、触媒コンバータシステムに流体連通しているガスエンジンを有するガスエンジンシステムと、ガスエンジンに動作可能に結合されており、触媒コンバータに通信可能に結合されている触媒コントローラとを含む。触媒コントローラは、第1の酸素測定値を示す、第1の酸素センサからの第1の信号を受信するように構成されているプロセッサを有し、第1の酸素センサは、触媒コンバータシステムの上流に配置されている。プロセッサは、第2の酸素測定値を示す第2の酸素センサから第2の信号を受信するように付加的に構成されており、第2の酸素センサは、触媒コンバータシステムの下流に配置されている。プロセッサは、触媒推定器システムを実行するようにさらに構成されており、触媒推定器システムは、第1の信号、第2の信号、および触媒コンバータモデルに基づいて酸素貯蔵量推定値を導出するように構成されている。プロセッサはまた、触媒コンバータモデルおよび酸素貯蔵量推定値に基づいて、触媒コンバータシステムのシステム酸素貯蔵量設定点を導出し、酸素貯蔵量推定値を、システム酸素貯蔵量設定点と比較するようにも構成されており、プロセッサは、ガスエンジンの制御中に比較を適用するように構成されている。プロセッサは、比較に基づいて空気燃料混合比(AFR)設定点を導出するように付加的に構成されており、AFR設定点は、ガスエンジンを制御するために適用される。

【0009】

第3の実施形態において、方法は、第1の酸素測定値を示す、第1の酸素センサからの第1の信号を受信するステップを含み、第1の酸素センサは、触媒コンバータシステムの上流に配置されている。方法は、第2の酸素測定値を示す、第2の酸素センサからの第2の信号を受信するステップを付加的に含み、第2の酸素センサは、触媒コンバータシステムの下流に配置されている。方法は、触媒推定器システムを実行するステップをさらに含み、触媒推定器システムは、第1の信号、第2の信号、および触媒コンバータモデルに基づいて酸素貯蔵量推定値を導出するように構成されている。方法はまた、触媒コンバータモデルおよび酸素貯蔵量推定値に基づいて、触媒コンバータシステムのシステム酸素貯蔵量設定点を導出するステップと、ガスエンジンの制御中に比較を適用するために、酸素貯蔵量推定値を、システム酸素貯蔵量設定点と比較するステップとをも含む。

【0010】

本発明のこれらのおよび他の特徴、態様、および利点は、添付の図面を参照しながら以

10

20

30

40

50

下の詳細な説明を読むとよりよく理解されるようになる。図面全体を通じて同様の参照符号は同様の部分を表す。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】一実施形態による触媒推定器システムを含むガスエンジンシステムのブロック図である。

【図2】一実施形態による図1のガスエンジンシステムのエンジン制御ユニットおよび触媒推定器システムのブロック図である。

【図3】一実施形態による図1のガスエンジンシステムに含まれている触媒コンバータシステムの断面図である。

【図4】一実施形態による図1の触媒推定器システムに含まれている適応型拡張カルマンフィルタ(AEK F)システムのブロック図である。

【図5】一実施形態による図1の触媒推定器システムの動作の方法を示す流れ図である。

【図6】一実施形態による図5の方法から導出される制御プロセスを示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の1つまたは複数の特定の実施形態を下記に説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を提供するために、実際の実施態様のすべての特徴が本明細書に記載されているとは限らない。工学的または設計プロジェクトにおけるものとしての、任意のこのような実際の実施態様の開発において、システム関連およびビジネス関連の制約の遵守のような、開発者らの特有の目標を達成するために、多数の実施態様特有の決定が為されなければならない、これは実施態様ごとにより変わることが認識されるべきである。その上、このような開発努力は複雑かつ時間のかかるものであり得るが、それにもかかわらず、本開示の利益を得る当業者にとっては日常的な設計、製造および生産の作業であろうことが認識されるべきである。

【0013】

本発明の様々な実施形態の要素を紹介するとき、冠詞「1つの(a)」、「1つの(an)」、「その(the)」、および「前記(said)」は、その要素が1つまたは複数あることを意味するように意図されている。「備える(comprising)」、「含む(including)」、および「有する(having)」という用語は、包括的であるように意図されており、リストされている要素以外の追加の要素があってもよいことを意味する。

【0014】

様々な実施形態は、たとえば、タービンまたはガスエンジンに流体連通している触媒コンバータシステムを制御することに関する。一実施形態において、一例として、三元触媒の酸素貯蔵状態を推定するのに適した触媒推定器が提供され得る。触媒推定器は、適応型拡張カルマンフィルタ(AEK F)として提供され得、AEK Fは、下記にさらに説明するように、三元触媒の較正動態モデルを使用することができる。動作中、触媒推定器は、三元触媒の入口、三元触媒の出口、および/または三元触媒における中間点にある位置のような、様々な位置からセンサ入力を受信することができる。センサ入力は、ラムダセンサの位置における酸素(O₂)の割合を測定するラムダセンサ入力、および、温度センサ、窒素酸化物(NO_x)センサ、酸化炭素(CO_x)センサ、質量流量センサ、圧力センサなどを含んでもよい。現在のエンジン状態に基づいて、エンジン排出物および対応する対応する排出種濃度を予測することもできる。触媒推定器は、センサデータを使用して、たとえば、それ自体または基礎となる動態モデルを適応的に修正して、触媒劣化または経年劣化、個々の触媒の間での変動などを補足することによって、三元触媒の挙動の推定精度を増大させることができる。

【0015】

このとき、エンジンシステムの動作を監視するモデルベース制御(MBC)システムを使用して、貯蔵されている酸素の量のような触媒システムの特定の態様を制御し、触媒シ

10

20

30

40

50

システムを出る排出種および量のより精細な制御を可能にすることができる。MBCコントローラは、たとえば、触媒システムの推定器の導出に基づいて、AFRに対する設定点を決定することができる。MBCコントローラはその後、それに応じてAFRを調整することができる。AFRを制御することによって、エンジンは、燃料を燃焼させて、結果として、たとえば、所望の触媒O₂貯蔵量、出口流れなどをもち、したがって、触媒システムを制御することができる。制御システムはまた、触媒コンバータの推定される挙動を診断目的に使用することもできる。

【0016】

ここで図1を参照すると、燃料を燃焼させて、発電システム、油およびガスシステム、商用および産業用建築物、車両、埋め立て、ならびに廃水処理のような、様々な用途のための動力を生成するのに適したガスエンジンシステム10が示されている。ガスエンジンシステム10は、General Electric Companyから入手可能なWaukesha(登録商標)ガスエンジンのようなガスエンジン12を含む。ガスエンジンシステム10はまた、ガスエンジン12に結合されているスロットル14をも含む。スロットル14は、その位置がガスエンジン12に与えられる燃料または空気の量を制御する弁であってもよい。そのため、スロットル14の位置が部分的に、ガスエンジン12の空気燃料混合比(AFR)を決定する。AFRは、ガスエンジン12に与えられる量の燃料を燃焼させるために利用可能な酸化剤(たとえば、酸素)の量と、その燃料の量との間の比を表す。

【0017】

ガスエンジンシステム10は、下記にさらに詳細に説明される、ガスエンジンシステム10の動作を制御することができるエンジン制御ユニット16をさらに含む。その目的のために、ガスエンジンシステム10はまた、エンジン制御ユニット16によって様々なタスクを実施するのに使用することができるセンサおよびアクチュエータをも含む。たとえば、図1に示すように、ガスエンジンシステム10は、ガスエンジンシステム10内の種々の位置に配置されるセンサ30A、30B、30Cを含んでもよい。センサ30A、30B、30Cは、その特定の位置の測定値に関連する信号を提供するラムダセンサ(たとえば、酸素センサ)、温度センサ、質量流量センサ、圧力センサ、NO_xセンサ、COセンサなどを含んでもよい。ガスエンジン12は、使用される燃料のタイプに基づいて、特定のタイプおよび量の排ガスを排出し得る。特定の産業および組織(たとえば、油およびガス産業、石炭専燃火力発電所、連邦および州政府など)が、ガスエンジンが放出することを許可される排ガスのタイプおよび量を指定する規制および制限の権限を有することができる。

【0018】

これらの規制および制限を遵守するために、ガスエンジンシステム10は、ガスエンジン12の排出管34に結合されている触媒コンバータシステム32を含む。触媒コンバータシステム32は、ガスエンジン12から排ガスを受け入れ、排ガスを補足し、かつ/または、排ガスを、規制および制限によって許可されている他のタイプの排出物に変換する。たとえば、図1に示す触媒コンバータシステム32は、以下の3つの変換を実施することができる。1.)窒素酸化物の、窒素および酸素への変換、2.)一酸化炭素の、二酸化炭素への変換、ならびに、3.)未燃炭化水素の、二酸化炭素および水への変換。すなわち、図1に示す触媒コンバータシステム32は、三元触媒である。他の実施形態は、他のタイプの触媒コンバータを使用してもよい。変換された気体はその後、ガスエンジンシステム10の別の構成要素(たとえば、別の触媒コンバータ32、熱回収システム)または排出口に続いている場合がある出力導管36を介して触媒コンバータシステム32を出ることができる。

【0019】

触媒コンバータシステム32を監視するために、ガスエンジンシステム10は、図1に示し、下記にさらに説明するような、触媒推定器システム44を含む。触媒推定器システム44は、エンジン制御ユニット16の一部であってもよく、または、エンジン制御ユ

10

20

30

40

50

ニット16と通信する別個のシステムであってもよい。

【0020】

ここで図2を参照すると、エンジン制御ユニット16は、プロセッサ18と、メモリ20と、他のシステム、コンポーネント、およびデバイスへの通信リンク22と、センサ30(たとえば、センサ30A、30B、30C)およびアクチュエータ28とインターフェースするのに適したハードウェアインターフェース24を含む。プロセッサ18は、たとえば、汎用シングルチップまたはマルチチッププロセッサを含んでもよい。加えて、プロセッサ18は、特定用途向けプロセッサまたは回路のような、任意の従来の専用プロセッサであってもよい。プロセッサ18および/または他のデータ処理回路は、エンジン制御ユニット16を作動させるための命令を実行するためにメモリ20に動作可能に結合することができる。これらの命令は、メモリ20に記憶されているプログラムに符号化され得る。メモリ20は、たとえば、有形持続性コンピュータ可読媒体であってもよく、プロセッサ18を介して命令を実行するためにアクセスおよび使用することができる。

10

【0021】

メモリ20は、大容量記憶デバイス(たとえば、ハードドライブ)、フラッシュメモリデバイス、取り外し可能メモリ、または、任意の他の持続性コンピュータ可読媒体であってもよい。付加的にまたは代替的に、命令は、上述したようなメモリ20と同様に少なくともこれらの命令またはルーチンを集合的に記憶する、少なくとも1つの有形持続性コンピュータ可読媒体を含む追加の適切な製造品に記憶されてもよい。通信リンク22は、エンジン制御ユニット16と他のシステム、コンポーネント、およびデバイスとの間の有線リンク(たとえば、Ethernet(登録商標)を利用する有線遠隔通信インフラストラクチャまたはローカルエリアネットワーク)および/または無線リンク(たとえば、セルラネットワークまたは802.11x Wi-Fiネットワーク)であってもよい。たとえば、リンク22は、コントローラエリアネットワーク(CAN)リンク、車載診断(OBD)リンク、Modbusリンクなどであってもよい。

20

【0022】

センサ30は、エンジン制御ユニット16に様々な信号を与えることができる。たとえば、上述したように、センサ30は、ガスエンジンシステム10内の種々の位置に配置されている、その特定の位置の酸素、温度、流量、および/または圧力測定値に関連する信号を与えるための酸素、温度、質量流量、および/または圧力センサ30A、30B、30Cを含んでもよい。アクチュエータ28は、制御動作を実施するのに有用な弁、ポンプ、保定装置、入口案内翼、スイッチなどを含んでもよい。たとえば、スロットル14が、特定のタイプのアクチュエータ28にあたる。

30

【0023】

センサ30から受信される信号に基づいて、エンジン制御ユニット16は、ガスエンジンシステム10の1つまたは複数の制御態様に変更されるべきであるか否かを判定することができる。それに応じて、アクチュエータ28を使用して制御態様を調整する。たとえば、エンジン制御ユニット16は、ガスエンジン12のAFRを制御することによってガスエンジン12の効率を改善するよう試行することができる。特に、エンジン制御ユニット16は、ガスエンジン12のAFRを、化学量論付近のような所望の比に維持するよう試行することができる。他の実施形態において、エンジン制御ユニット16は、所望のエンジン12の用途に応じて、AFRがリッチ(すなわち、過剰な燃料)燃焼およびリーン(すなわち、過剰な空気)燃焼を含む値を含む、狭い帯域の許容可能値内にガスエンジン12のAFRを維持するよう試行することができる。

40

【0024】

エンジン制御ユニット16はまた、触媒推定器システム44をも含んでもよい。エンジン12の動作中、触媒推定器システム44は、触媒システム32によって貯蔵されているO₂の量、ならびに、環境中に排出され得るNO_xおよびCO_xのような対象の特定の種の量の量のような、触媒システム32の状態の様々な推定値を連続的に提供していることができる。エンジン制御ユニット16は、この情報を使用して、エンジン12をより効率的に

50

動作させるとともに、規制排出量遵守をより良好に維持することができる。触媒推定器システム 44 は、触媒コンバータ内で行われる化学反応をモデル化し、物質移動およびエネルギー伝達のために適切な較正を含めるのに適した触媒コンバータ 32 の動態第一原理化学モデルのような、モデル 45 を使用するが、または当該モデルを含むことができる。したがって、エンジン制御ユニット 16 は、触媒システム 32 を制御するのに適した、触媒コントローラのようなコントローラであってもよいことが留意されるべきである。推定器 44 は制御ユニット 16 に含まれるものとして示されているが、推定器 44 はコントローラ 44 とは別個のものであってもよく、したがって同様に、触媒システム 32 を制御するのに適した、触媒コントローラのようなコントローラであってもよいことも留意されるべきである。

10

【0025】

モデル 45 は、さらなる動態モデル、反応器モデルなどのような、サブモデルを含んでもよい。動態モデルは、一酸化炭素酸化、エチレン酸化、アセチレン酸化、メタン酸化、および/または窒素酸化物の還元を記述するモデルを含んでもよい。たとえば、モデルは、式 1 によって与えることができる、貴金属上の成分 i の吸着速度に基づくことができる。

【0026】

【数 1】

$$\text{式 (1): } r_{a,i} = k_{a,i} L_{N,M} C_{s,i} \theta^*$$

20

式 1 について、 k は吸着速度係数であり、 L は触媒相の容量であり、 C は濃度（たとえば、モル濃度）であり、 θ^* は、空のセリア表面の割合を決定する。吸着速度係数は、第一原理、たとえば、気体運動論によって求めることができる。反応器モデルは、バルクガスから触媒洗浄用塗膜までの層流に基づくチャネル、軸勾配、ならびに熱伝達係数および物質移動係数を含む、触媒コンバータシステム 32 の幾何形状に基づいて次元または多次元断熱反応器をモデル化することができる。動態モデル 45 は、たとえば、システム 32 を、リーン燃焼条件およびリッチ燃焼条件を含む、様々な条件において作動させることによって、特定の触媒コンバータシステム 32 について較正することができる。したがって、触媒コンバータシステム 32 の一実施形態をより詳細に説明することが有用であり得る。

30

【0027】

ここで図 3 を参照すると、触媒コンバータシステム 32 の一実施形態は、少なくとも 2 つの触媒構造、すなわち、還元触媒 38 および酸化触媒 40 を含むことができる。両方の触媒構造が、白金、ロジウム、およびパラジウムのような貴金属触媒をコーティングされたセラミック構造を含むことができる。触媒構造は、ハニカム形状のまたはセラミックのピースを含んでもよく、平方インチあたりで測定されるセルに分割され得る。

【0028】

図 3 に示すように、排出管 34 から入来する排ガスが、最初に、還元触媒 38 に行き当たる。還元触媒 38 は、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、および/または白金を含む白金族金属 (PGM) コーティングの 1 つまたは複数を含んでコーティングすることができ、排ガス中の窒素酸化物を還元して窒素および酸素にする。次に、ガスは、1 つまたは複数の PGM コーティングをコーティングされているものであり得る酸化触媒 40 に行き当たる。酸化触媒 40 は、排ガス中の未燃炭化水素を酸化して二酸化炭素および水にし、排ガス中の一酸化炭素を酸化して二酸化炭素にする。最後に、変換されたガスが、出力管 36 を介して触媒コンバータシステムを出る。

40

【0029】

特定の実施形態において、触媒コンバータシステム 32 は、排気シャフト 34 と還元触媒 38 との間に位置付けられている拡散器 42 を含み得る。拡散器 42 は、排ガスを、触媒コンバータシステム 32 内の触媒構造の幅にわたって均一に散乱させる。結果として、より大量の排ガスが触媒構造の前端と接するようになることができ、それらの触媒構造が

50

、より短い距離の中で大量の排ガスを変換することが可能になる。さらに、拡散器 4 2 を使用して排ガスを散乱させることによって、特定の領域における排ガスの濃度が異なることに起因して、触媒構造の複数の異なる領域が様々な速度で経年劣化する可能性も低減することができる。

【 0 0 3 0 】

上述したように、エンジン制御ユニット 1 6 は、触媒コンバータシステム 3 2 を制御し、ガスエンジン 1 2 の効率を改善するように、ガスエンジン 1 2 の A F R を制御することができる。そうするために、エンジン制御ユニット 1 6 は、ガスエンジン 1 2 の A F R に対する任意の調整を決定するために、触媒コンバータシステム 3 2 に入るおよび / または出る排ガスの組成のような、いくつかの要因をモニタリングすることができる。多くの状況において、触媒コンバータシステム 3 2 の性能はまた、ガスエンジン 1 2 の A F R が調整されるべきか否か、および、どのように調整されるべきかの指示を与えることもできる。たとえば、排ガスの酸化の量が一定の閾値を下回る場合、この指示は、ガスエンジンが十分な酸素を受け取っておらず、より希薄にするために空気燃料混合比が調整されるべきであるという指示であり得る。

【 0 0 3 1 】

ガスエンジン 1 2 の A F R の制御を改善するために、エンジン制御ユニット 1 6 は、触媒推定器システム 4 4 とともに動作することができる。すなわち、エンジン制御ユニット 1 6 は、触媒推定器システム 4 4 からのフィードバックに基づいてガスエンジン 1 2 の A F R を制御することができる。図 4 に示すように、触媒推定器システム 4 4 の一実施形態は、たとえば、触媒コンバータシステム 3 2 の酸素貯蔵および放出を推定するのに適した適応型拡張カルマンフィルタ (A E K F) システム 4 6 を含むことができる。A E K F の「拡張」部分は、従来のカルマンフィルタ技法とは異なり、非線形データを分析するのにより適したものであり得る。

【 0 0 3 2 】

触媒推定器システム 4 4 は、触媒コンバータシステム 3 2 の動作を推定およびモニタリングすることができる。特に、触媒推定器システム 4 4 は、触媒コンバータシステム 3 2 の酸素貯蔵動態を推定およびモニタリングすることができる。理想的には、触媒コンバータシステム 3 2 は、未燃炭化水素および / または一酸化炭素を酸化させるために、燃料または酸化構造 4 0 から適切な酸素を受け取る。すなわち、このとき、燃料から受け取られるか、または、酸化構造 4 0 内に貯蔵されている酸素の量が、触媒コンバータシステム 3 2 の主要な機能のうちの 2 つ、すなわち、未燃炭化水素の二酸化炭素および水への変換、ならびに、一酸化炭素の二酸化炭素への変換に関する触媒コンバータシステムの性能を決定し得る。そのため、触媒コンバータシステム 3 2 の酸素貯蔵動態は、触媒コンバータシステム 3 2 の性能の適切なインジケータになり得る。しかしながら、触媒推定器システム 4 4 を使用して、温度、質量流量、対象の種 (たとえば、C O x、N O x、メタン) の濃度、圧力などのような、触媒コンバータシステム 3 2 の他の性能インジケータを推定およびモニタリングすることができることが諒解されるべきである。

【 0 0 3 3 】

その目的のために、上流 (または触媒コンバータシステム 3 2 の内部) のセンサ 3 0 から受信される信号を表す測定値 u は、アナログ - デジタル (A / D) 変換器 4 8 によって処理されて、値 u_k になり得る。同様に、下流 (または触媒コンバータシステム 3 2 の内部) のセンサ 3 0 を表す出力信号 y は、A / D 変換器 5 0 によって処理されて、値 y_k になり得、この値は、A E K F システム 4 6 を改善するためのフィードバックとして使用することができる。たとえば、 y_k が合計され得、一方で、観測 h ブロック 5 2 (たとえば

【 0 0 3 4 】

【数 2】

$$h(\hat{X}_{k|k-1}, u_k)$$

10

20

30

40

50

の出力)が減算されて、値K(参照符号53によって示す)、たとえば、更新を有する最適なカルマン利得に達する。

【0035】

【数3】

\hat{X}

は、動態モデル45を介して到達される推定値(たとえば、酸素貯蔵量、温度、質量流量、圧力、種濃度)を表し得る。その後、値Kは f_d ブロック54(たとえば、

【0036】

【数4】

$$f_d(\hat{X}_{k-1|k-1}, u_{k-1})$$

10

)の出力と加算され得、その和がその後、ブロック56(たとえば、真状態の観測値の平方根を表す z^{-1})およびブロック52に対する入力として使用することができる。 u_k もまた、その出力をブロック54に与えることができるブロック58(たとえば、 z^{-1})に対する入力として使用することができる。

【0037】

一実施形態において、AEKFシステム46の拡張状態パラメータモデルは、以下を含み得る。

【0038】

【数5】

20

$$\text{式 (2): } \begin{bmatrix} X_k \\ \theta_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_d(x_{k-1}, u_{k-1}, \theta_{k-1}) \\ \theta_{k-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_{k-1}^x \\ w_{k-1}^\theta \end{bmatrix}$$

式中、 $y_k = h(x_k, u_k, \theta_{k-1}) + v_k$ であり、 $L_k < U_k$ であり、重み行列wは、示されているような2成分行列である。

【0039】

拡張状態パラメータベクトルは、以下を含み得る。

【0040】

【数6】

30

$$\text{式 (3): } x_k = [x_k \theta_k]^T$$

式中、 θ_k は部分表面セリア被覆率であり、Tは温度である。他のカルマンフィルタシステムが使用されてもよく、または、システム46に付加されてもよいことが留意されるべきである。ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、エキスパートシステムなどのような、他の技法が、システム46に加えて、またはシステム46に代えて使用されてもよいことも留意されるべきである。

【0041】

触媒コンバータシステム32の酸素貯蔵動態を評価するために、触媒推定器システム44は、AEKFシステム46を介して、触媒コンバータシステム32の酸素貯蔵動態を推定する。制御システム16はまた、所望の動作条件(たとえば、リーン燃焼、リッチ燃焼)、所望の放出レベル(たとえば、規制排出量遵守を維持するのに適したレベル)、触媒劣化(たとえば、推定器44によって判定される劣化)などに基づいて、触媒コンバータシステムに対するシステム酸素貯蔵量設定点をも決定する。その後、エンジン制御ユニット16が、酸素貯蔵量推定値と酸素貯蔵量設定点との間の比較に基づいてガスエンジン12のAFRに対する設定点を決定し、それに応じてAFRを調整する。特定の実施形態において、触媒推定器システム44が、エンジン制御ユニット16の代わりにAFR設定点を決定してもよい。さらに、特定の実施形態においては、触媒推定器システム44がAFRを調整してもよい。それにもかかわらず、燃料供給アクチュエータなどを含む様々なアクチュエータの制御を可能にするために、エンジン制御ユニット16によって、AFR設定点を使用することができる。

40

50

【 0 0 4 2 】

図5は、触媒推定器システム44を規定および適用するのに適したプロセス60の一実施形態を示す。プロセス60を下記に詳細に説明するが、プロセス60は、図5に示されていない他のステップを含んでもよい。加えて、示されているステップは、同時にまたは異なる順序で実施されてもよい。さらに、諒解されるように、プロセス60のステップの一部は、ガスエンジンシステム10がオフラインである（すなわち、動作していない）間に実施されてもよい。プロセス60は、コンピュータ可読媒体（たとえば、メモリ20）に記憶されており、1つまたは複数のプロセッサ（たとえば、プロセッサ18）によって実行可能な実行可能コードまたは命令として実装されてもよい。

【 0 0 4 3 】

ブロック62において開始して、プロセス60は、動態モデル45のような、1つまたは複数の物理触媒コンバータモデル64を作成する。制御システム16がモデルベース制御（MBC）技法を利用することができ、ガスエンジンシステム10の動作状態および条件が個々の状態として処理される。そのような実施形態において、プロセス60は、各個々の動作状態、各個々の動作条件、または、個々の動作状態および動作条件の各組み合わせに基づいて触媒コンバータモデル64を作成することができる。触媒コンバータモデル64は、ガスエンジンシステム10のオフラインシミュレーション中に作成され、その後、プロセス60の他のステップ中にアクセスするために、メモリ20に（たとえば、ルックアップテーブルとして）保存されてもよい。

【 0 0 4 4 】

ブロック66において、プロセス60は、上記で詳述した推定器44を含む、1つまたは複数の触媒推定器システム68を作成することができる。前述したように、推定器44は、AEKFシステム46を含むことができる。AEKFシステム46は、たとえば、高利得、低利得などのために調整することによって、触媒システム32の推定をより効率的に可能にするために調整することができる。ブロック70において、プロセス60は、ガスエンジンシステム10および触媒コンバータシステム32の状態に関する様々な入力を受信する。特に、プロセス60は、少なくともセンサ30A、30B、および30Cからデータを受信する。

【 0 0 4 5 】

プロセス60はその後、ブロック70の受信した入力に基づいて触媒コンバータモデル64および推定器68を選択する（ブロック72）。これらの入力は、全空気質量流量、排ガス温度、酸化構造40の酸素貯蔵容量、酸化構造40のギブスエネルギー、入口ガス組成、圧力などを含むことができる。受信される入力は、メモリ20に記憶することができる触媒コンバータシステム32の物理特性（たとえば、酸化構造40の酸素貯蔵容量およびギブスエネルギー）、および、1つまたは複数のセンサ30によって測定される経験的データ（たとえば、排ガス温度および入口ガス組成）を含む。

【 0 0 4 6 】

次に、ブロック74において、触媒推定器システム44が、触媒コンバータシステム32の酸素貯蔵動態のような特定のシステム動態を推定する。特に、触媒推定器システム44は、触媒コンバータシステム32内の様々な位置において、触媒コンバータシステム32全体の酸素貯蔵動態を推定し、入口位置および出口位置を含む、触媒コンバータシステム32全体の温度、圧力、および質量流量を推定することができる。触媒推定器システム44は、選択された触媒コンバータモデル64ならびに触媒前および触媒後酸素測定値を含むセンサ30からの様々な測定値に基づいて推定値76を決定する。触媒推定器システム44はまた、酸素貯蔵動態の推定値76を決定するとき、利用可能な場合、触媒中酸素測定値も考慮に入れることができる。加えて、触媒推定器システム44は、排ガス中に存在する酸素、および、排ガス中の酸素の量が不十分であるときに放出および消費される触媒コンバータシステム32内に貯蔵されている酸素の量である、酸素吸入量に基づいて推定値76を決定することができる。

【 0 0 4 7 】

プロセス60はまた、選択された触媒コンバータモデル64および推定器68に基づいて触媒コンバータシステム32に対する酸素貯蔵量設定点80も導出する(ブロック78)。有利には、プロセス60は、たとえば、排出をより良好に制御すること、触媒システム32の性能を改善すること、触媒システム32の劣化を考慮に入れること、エンジン12の性能を改善すること、または、これらの組み合わせのために、酸素貯蔵量設定点80を導出する。一実施形態において、個々の設定点80は、シミュレーション(たとえば、オフラインシミュレーション)を介して導出することができ、その後、導出された設定点は、システム10の動作中に使用するために1つまたは複数のルックアップテーブルに記憶することができる。別の実施形態において、個々の設定点80は、動作中に導出することができ(たとえば、リアルタイムの導出)、エンジン制御ユニット16によってリアルタイムで使用することができる。

10

【0048】

ブロック82において、プロセス60は、システム酸素貯蔵量設定点80を、酸素貯蔵量推定値76と比較する。その後、プロセス60は、比較の結果をエンジン制御ユニット16に与え、エンジン制御ユニットは、比較を使用してAFR設定点86を決定する(ブロック84)。エンジン制御ユニット16はその後、ブロック88において、1つまたは複数のアクチュエータ28(たとえば、スロットル14)を制御して、AFR設定点を達成する。特定の実施形態において、プロセス60は、ブロック90において受信された入力、選択された触媒コンバータモデル64、酸素貯蔵量推定値76をメモリ20に記憶することができる。プロセス60はその後、ブロック92において、保存されたデータを分析して、触媒コンバータモデル64に対する改善を決定する。これは、ニューラルネットワークおよびデータクラスタリングのような1つまたは複数の機械学習アルゴリズムを使用して行うことができる。分析されたデータを使用して触媒コンバータモデル64を改善することによって、プロセス60は、システム経年劣化および劣化のような、ガスエンジン12および触媒コンバータシステム32に対する経時的な変化を考慮に入れることができる。諒解されるように、プロセス60は、ガスエンジンシステム10がオフラインである間に、保存されたデータの任意の分析を実施することができる。

20

【0049】

触媒コンバータモデル64の改善に加えて、ブロック94において、分析されたデータを使用して、触媒コンバータシステム32に対する診断試験を実施することもできる。分析されたデータに基づいて、プロセス60は、(たとえば、保守管理、優れた性能等の必要に応じて)触媒コンバータシステム32に健康状態96を割り当てることができる。いくつかの実施形態において、健康状態94は、酸素飽和の量、貯蔵されている酸素の量、または、すべての変換のうちの、特定の反応種が変換されている割合のような、触媒コンバータシステム32に関するデータを含んでもよい。プロセス60はその後、健康状態94をエンジン制御ユニット16に通信することができ、エンジン制御ユニットは、必要に応じて動作を行うことができる。

30

【0050】

たとえば、図6は、ガスエンジンシステム10を制御するのに使用することができる制御プロセス100の一実施形態を示す。制御プロセス100は、上述したように、酸素貯蔵量設定点80を導出または取り出すことによって開始する。次に、ブロック102において、エンジン制御ユニット16は、AFRラムダ設定点104を導出する。AFRラムダ設定点104は、ギリシャ文字ラムダを使用して示されることが多い、空気燃料当量比に対する設定点である。空気燃料当量比は、その特定のタイプの燃料に関する、化学量論的AFRに対するAFRの値の比を測定する。そのため、AFRラムダ設定点104の導出は、一部には、上述したようなAFR設定点86の導出に依存し得る。したがって、ブロック102およびAFRラムダ設定点104は、それぞれブロック82および設定点86(図5に示す)の特定の例と考えることができる。

40

【0051】

ブロック106において、エンジン制御ユニット16は、AFRラムダ設定点104を

50

達成するためにエンジン12のAFRを調整することができる。この動作は、ブロック86を参照して上述したように、アクチュエータ28（たとえば、スロットル14）を制御することを含んでもよい。AFRを調整した後、エンジン制御ユニット16は次いで、ブロック108において、センサ30からのデータに基づいて、エンジン12の実際の空気燃料当量比を測定することができる。エンジン制御ユニット16はその後、実際の空気燃料当量比をAFRラムダ設定点104と比較し、必要に応じてAFRを調整することができ、それによって、AFR内側フィードバックループ110を完了する。

【0052】

ブロック112において、触媒推定器システム44は、測定された空気燃料当量比を受信することができ、その比および他の入力（たとえば、触媒前および触媒後酸素測定値、触媒中測定値）に基づいて、ブロック74を参照して上述したように触媒コンバータシステム32のシステム動態76を推定する。システム動態76を推定した後、触媒推定器システム44は、ブロック114において、酸素貯蔵量設定点80を導出する。新たに導出された酸素貯蔵量設定点80の少なくとも1つを、その後、ブロック82を参照して上述したように、酸素貯蔵量推定値と比較することができる。比較はその後、新たなAFRラムダ設定点104を導出するのに使用され、それによって、酸素貯蔵外側フィードバックループ116が完了する。

【0053】

別の実施形態において、ブロック102は、酸素設定点80に加えてまたはそれに代えて、1つまたは複数の排出種濃度（たとえば、NO_x、CO_x）と関連付けられる設定点を受信することができる。エンジン制御ユニット16はその後、入力された1つまたは複数の排出種および/または設定点80に基づいて所望のAFR設定点104を導出することができる。触媒推定器システム44は、経年劣化または劣化を補償するように動作を適合させることができることにも留意されたい。たとえば、触媒推定器システム44は、劣化が起きていることを判定するために、センサ30からの現在の測定値を、推定値76、および、システム10の合計作動時間（たとえば、何時間作動しているか）と比較することができる。エンジン制御ユニット16はその後、たとえば、劣化に基づいて、規制遵守を維持するために、AFR設定点104を導出することができる。

【0054】

本発明の技術的効果は、触媒コンバータシステムの実際の性能および所望の性能に部分的に基づいて触媒コンバータシステムを制御することを含む。たとえば、触媒コンバータシステムの特定の排出基準を満たすように、ガスエンジンのAFRを制御することができる。特定の実施形態は、触媒コンバータシステムの実際の性能をより正確に判定することを可能にすることができる。たとえば、本発明の触媒推定器システムは、一部には、動態モデルおよび適応型拡張カルマンフィルタ(AEK F)システムに基づいて、触媒コンバータシステムの酸素貯蔵動態を推定することができる。モデルおよびAEKFシステムはまた、以前の推定値を使用して経時的に更新することもできる。特定の実施形態はまた、触媒コンバータシステムのすべてまたは一部分について、実際の性能および所望の性能を判定することを可能にすることもできる。特定の実施形態はまた、触媒コンバータシステムの性能を分析すること、および、分析に基づいて触媒コンバータシステムの健康状態を判定することをも含むことができる。本明細書における技術的効果および技術的問題は例示であり、限定ではない。本明細書に記載の実施形態は、他の技術的効果を有し得、他の技術的問題を解決することができることが留意されるべきである。

【0055】

本明細書は発明を開示し、さらに当業者が発明を実践することを可能にするために、任意のデバイスまたはシステムを作成および使用すること、ならびに任意の組み込まれた方法を実施することを含む、最良の形態を含む実施例を使用している。本発明の特許可能な範囲は特許請求の範囲によって画定され、当業者が着想する他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を有する場合に、またはそれらが特許請求の範囲の文言との十分な差違を有しない等価な構造要素

10

20

30

40

50

を含む場合に、特許請求の範囲内に入ることが意図される。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

1 0	ガスエンジンシステム	
1 2	ガスエンジン	
1 4	スロットル	
1 6	エンジン制御ユニット	
1 8	プロセッサ	
2 0	メモリ	
2 2	通信リンク	10
2 4	ハードウェアインターフェース	
2 8	アクチュエータ	
3 0	センサ	
3 2	触媒コンバータシステム	
3 4	排出管	
3 6	出力導管	
3 8	還元触媒	
4 0	酸化触媒	
4 2	拡散器	
4 4	触媒推定器システム	20
4 5	動態モデル	
4 6	A E K F システム	
4 8	A / D 変換器	
5 0	A / D 変換器	
6 0	プロセス	
6 4	物理触媒コンバータモデル	
6 8	触媒推定器システム	
7 6	酸素貯蔵量推定値	
7 6	システム動態	
8 0	システム酸素貯蔵量設定点	30
8 6	A F R 設定点	
9 4	健康状態	
9 6	健康状態	
1 0 0	制御プロセス	
1 0 4	A F R ラムダ設定点	
1 1 0	A F R 内側フィードバックループ	
1 1 6	酸素貯蔵外側フィードバックループ	

【図1】

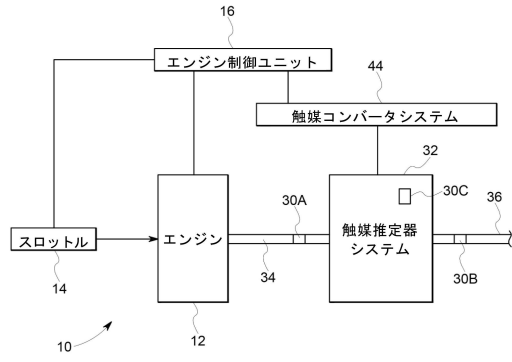


FIG. 1

【図2】

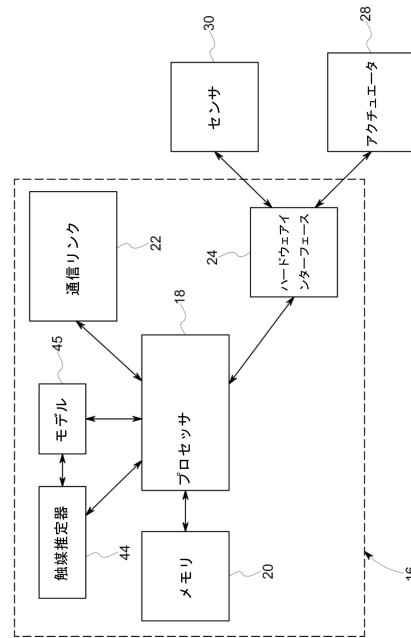


FIG. 2

【図3】

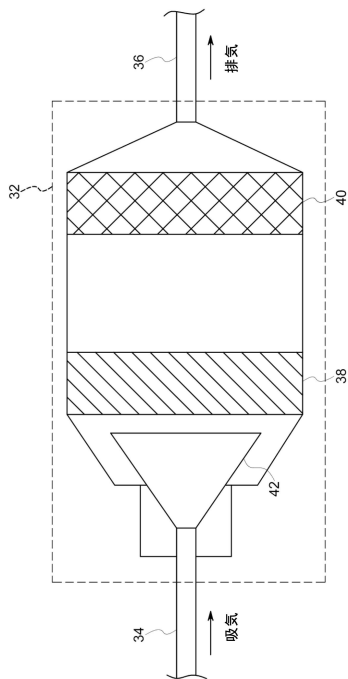


FIG. 3

【図4】

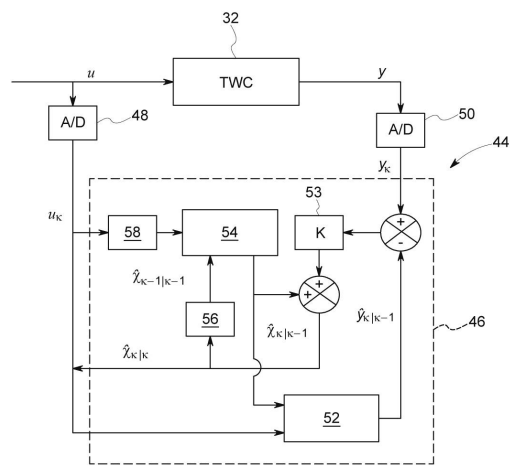


FIG. 4

【図5】

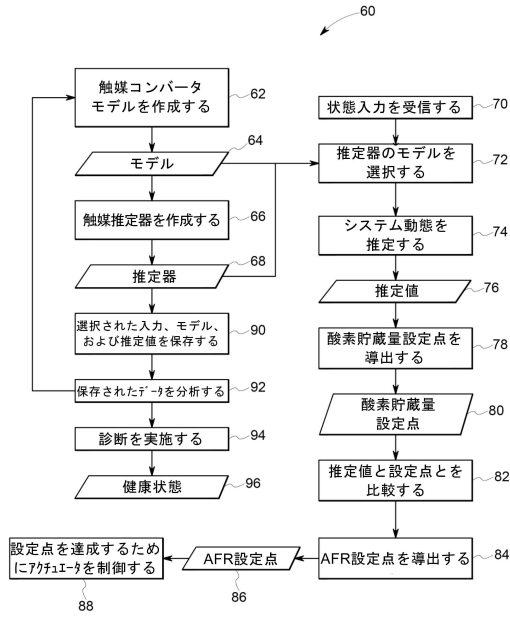


FIG. 5

【図6】

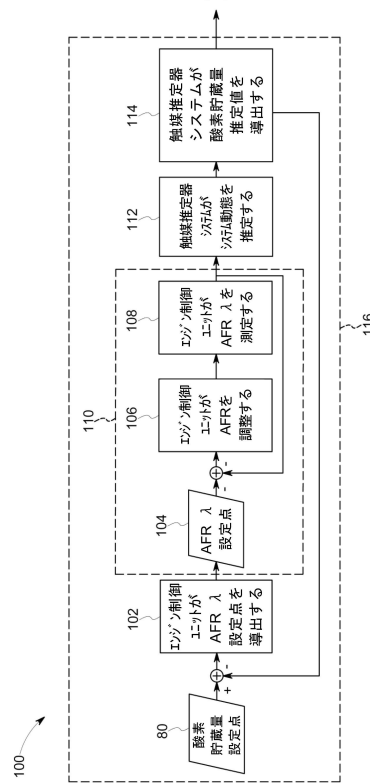


FIG. 6

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
 B 0 1 D 53/94 2 4 5
 B 0 1 D 53/94 2 8 0
- (72)発明者 マルシー・ナラシंगा・ラオ・デヴァラコンダ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 ヤシン・マルセル・フリッツ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 ダニエル・ジョージ・ノートン
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 シャラス・スリダール・アラマネコッパ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 メディー・サットウリア
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59番、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 ウィリアム・コリンズ・ヴァイニング
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59番、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ
- (72)発明者 ダイパンカール・デブ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル・ビルディング、ケイ1-3エイ59番、ゼネラル・エレクトリック・カンパニー・グローバル・リサーチ

審査官 松永 謙一

- (56)参考文献 特開2002-004930(JP,A)
 米国特許出願公開第2005/0267669(US,A1)
 特開2002-349325(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 1 N 3 / 0 0
 B 0 1 D 5 3 / 9 4
 F 0 2 D 1 9 / 0 2