

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの O_2 センサを有する内燃エンジンがある範囲の動作条件で動作させる方法であって、

前記エンジンを初期 O_2 電圧設定値で動作させる方法要素と、

排出量を減らすように前記 O_2 電圧設定値を新たな O_2 電圧設定値に自動的に調節する方法要素と

を含む、方法。

【請求項 2】

排出量を減らすように前記 O_2 電圧設定値を自動的に調節する前記方法要素は、 NO_x の測定値が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を高い設定値から低い設定値に漸進的に低下させる方法要素と、 NO_x の測定値が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる方法要素とを含む、請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 3】

前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる前記方法要素は、前記 O_2 電圧設定値を予め決められた掃引速度で低下させる方法要素を含む、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる前記方法要素は、前記 O_2 電圧設定値を予め決められた掃引速度と、予め決められた O_2 電圧設定値量とのうち的一方で上昇させる方法要素を含む、請求項 2 記載の方法。

20

【請求項 5】

前記 O_2 電圧設定値を動作条件の変化及びタイマのうちの 1 つに応じて調節する方法要素をさらに含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記動作条件の変化は、前記エンジンへの新たな負荷、新たなエンジン速度、新たな周囲条件を含むグループから選択される動作条件の変化、触媒の劣化、及び、動作時間間隔を含む、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

排気の O_2 含有量を感知する方法要素と、

排気の NO_x 含有量を感知する方法要素と

30

をさらに含み、

前記 O_2 電圧設定値量を自動的に調節する前記方法要素は、

前記 NO_x 含有量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる方法要素と、

前記 NO_x 含有量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる方法要素とを含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

ある範囲の動作条件での内燃エンジンの排出量性能を向上させるシステムであって、

前記内燃エンジンからの排気を処理する触媒サブシステムと、

40

前記触媒サブシステムの上流に配置された O_2 センサと、

前記排気内に配置された NO_x センサと

前記 O_2 センサ及び前記 NO_x センサからデータを受信し、排出量を減らすように O_2 電圧設定値を新たな O_2 電圧設定値に自動的に調節する制御サブシステムとを備える、システム。

【請求項 9】

前記制御サブシステムは、 NO_x の安定性レベルが破られるまで前記 O_2 電圧設定値を高い設定値から低い設定値に漸進的に調節し、 NO_x の測定値が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる制御サブシステムをさらに備える、請求項 8 記載のシステム。

50

【請求項 10】

前記 O_2 電圧設定値を漸進的に調節する前記制御サブシステムは、前記 O_2 電圧設定値を予め決められた掃引速度と、予め決められた O_2 電圧設定値量とのうち的一方で調節する制御サブシステムを備える、請求項 8 記載のシステム。

【請求項 11】

前記制御サブシステムは、前記動作条件の変化に応じて O_2 電圧設定値量を自動的に調節し、前記動作条件の変化は、前記エンジンへの新たな負荷、新たなエンジン速度、新たな周囲条件、新たな燃料品質、及び、動作時間間隔のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 8 記載のシステム。

【請求項 12】

内燃エンジンの排気中の排出量を制御する制御システムであって、

O_2 電圧設定値を制御する少なくとも 1 つのサブシステムと、

前記エンジン排気中の NO_x 排出量を測定する少なくとも 1 つのサブシステムと、

最適な O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始する少なくとも 1 つのサブシステムと

を備える、制御システム。

【請求項 13】

前記ラムダ掃引を開始する前記サブシステムは、

NO_x の安定性しきい値が破られるまで前記 O_2 電圧設定値を低下させるサブシステムと、

前記エンジン排気中の NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を上昇させるサブシステムと

を備える、請求項 12 記載の制御システム。

【請求項 14】

前記 O_2 電圧設定値を前記最適な O_2 電圧設定値に設定する少なくとも 1 つのサブシステムをさらに備える、請求項 12 記載の制御システム。

【請求項 15】

ラムダ掃引を開始する前記サブシステムは、リーンラムダ掃引を開始する少なくとも 1 つのサブシステムと、リッチラムダ掃引を開始する少なくとも 1 つのサブシステムとを備える、請求項 12 記載の制御システム。

【請求項 16】

リーンラムダ掃引を開始する前記サブシステムは、

前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる少なくとも 1 つのサブシステムと、

前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる少なくとも 1 つのサブシステムと

を備える、請求項 15 記載の制御システム。

【請求項 17】

リッチラムダ掃引を開始する前記サブシステムは、

前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる少なくとも 1 つのサブシステムと、

前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる少なくとも 1 つのサブシステムと

を備える、請求項 15 記載の制御システム。

【請求項 18】

ラムダ掃引を開始する前記サブシステムは、

リーン O_2 電圧設定値を決定するためにリーンラムダ掃引を開始する少なくとも 1 つのサブシステムと、

リッチ O_2 電圧設定値を決定するためにリッチラムダ掃引を開始する少なくとも 1 つのサブシステムと、

10

20

30

40

50

前記リーン O_2 電圧設定値と前記リッチ O_2 電圧設定値の間の O_2 電圧設定値を決定する少なくとも1つのサブシステムとを備える、請求項12記載の制御システム。

【請求項19】

内燃エンジンの排気中の排出量を制御する方法であって、

NO_x 排出量を測定する方法要素と、

新たな動作条件での NO_x 排出量が NO_x 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始する方法要素と、

前記内燃エンジンを前記新たな O_2 電圧設定値で動作させる方法要素とを含む、方法。

10

【請求項20】

前記新たな動作条件での CO 排出量が CO 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始する方法要素をさらに含む、請求項19記載の方法。

【請求項21】

ラムダ掃引を開始する前記方法要素は、

前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる方法要素と、

前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる方法要素とを含む、請求項19記載の方法。

20

【請求項22】

ラムダ掃引を開始する前記方法要素は、前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる方法要素と、前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる方法要素とを含む、請求項20記載の方法。

【請求項23】

内燃エンジンの排気中の排出量を制御する制御モジュールによって実行されると、前記制御モジュールに、

NO_x 排出量を測定させ、

前記新たな動作条件での NO_x 排出量が NO_x 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始させ、

前記内燃エンジンを前記新たな O_2 電圧設定値で動作させる

30

コンピュータ読み取り可能な命令を有する1つ又は複数のコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項24】

前記制御モジュールに、前記新たな動作条件での CO 排出量が CO 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引をさらに開始させる、請求項23記載の1つ又は複数のコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項25】

前記制御モジュールにラムダ掃引を開始させる前記命令は、前記制御モジュールに、

前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させ、

前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させる

40

命令を含む、請求項24記載の1つ又は複数のコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項26】

前記制御モジュールにラムダ掃引を開始させる前記命令は、前記制御モジュールに、

前記 NO_x 排出量が不安定になるまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に上昇させ、

前記 NO_x 排出量が安定するまで前記 O_2 電圧設定値を漸進的に低下させる

命令を含む、請求項24記載の1つ又は複数のコンピュータ読み取り可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する主題は、内燃エンジンの排出量制御に関し、より具体的には、内燃

50

エンジンのCO及びNOxの排出量の制御に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃エンジンは、燃焼混合物が化学量論的燃焼反応に必要な正確な相対比率で空気と燃料を含む方法で理想的に動作する。リッチバーンエンジンは化学量論的燃料量で又はわずかに過剰な燃料で動作することができ、リーンバーンエンジンは化学量論的燃焼に必要な量に比べて過剰な酸素(O₂)で動作する。リーンモードでの内燃エンジンの動作は絞り損失を減らすことができ、より高い圧縮比を活用し、これによって性能及び効率を改善することができる。他方では、リッチバーンエンジンは比較的単純で、信頼性があり、安定しており、変化する負荷にうまく適応する。

10

【0003】

排出基準を遵守するために、多くのリッチバーン内燃エンジンは、三元触媒としても知られる非選択的触媒還元(NSCR)サブシステムを利用している。これらのサブシステムは、窒素酸化物NO及びNO₂(総称してNOx)、一酸化炭素(CO)、及び揮発性有機化合物(VOC)の排出量を、他の規制排出量と共に減少させる。三元触媒は、高い還元効率を有し、経済的であるが、排出基準を満たすために、エンジンの空燃比の厳密な制御を必要とする。これらの基準は、時にはブレーキ馬力時当たりの排出量のグラム(g/bhp-hr)によって記述される。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】米国特許第4,492,559号明細書

【発明の概要】

【0005】

以前は、触媒によるリッチバーン排出量制御は、触媒サブシステムの入力位置及び出力位置の両方でのO₂感知を使用することによってのみ可能であった。これらのシステムでは、制御サブシステムは、排気中に一定のO₂含有量を維持するように連続的に空燃比を調節していた。O₂含有量についての目標値(O₂電圧設定値)は定常的であった。時折、これらの制御システムは、触媒動作ウインドウの変化と同時に、変化する動作条件及び環境条件全体にわたって最適であるよりも大きな排出量の変化を認めていた。理由は、低いNOx及びCO排出量レベルに達するために、O₂電圧設定値を単純に1つの値に設定することができないからである。排出量遵守のための最適なO₂電圧設定値は、他の条件のうち、負荷条件、速度条件、周囲条件に応じて変化する。

30

【0006】

本発明の一態様によれば、少なくとも1つのO₂センサを有する内燃エンジンがある範囲の動作条件で動作させる方法が提供される。この態様の方法は、エンジンを初期O₂電圧設定値で動作させる方法要素と、排出量を減らすようにO₂電圧設定値を新たなO₂電圧設定値に自動的に調節する方法要素とを含んでいる。

【0007】

本発明の他の態様によれば、ある範囲の動作条件での内燃エンジンの排出量性能を向上させるシステムが提供される。この態様のシステムは、内燃エンジンからの排気処理する触媒サブシステムと、触媒サブシステムの上流に配置されたO₂センサと、排気内に配置されたNOxセンサとを含んでいる。この態様のシステムは、また、O₂センサ及びNOxセンサからデータを受信し、排出量を減らすようにO₂電圧設定値を新たなO₂電圧設定値に自動的に調節する制御サブシステムを含んでいる。

40

【0008】

本発明の他の態様によれば、内燃エンジンの排気中の排出量を制御する制御システムが提供される。この態様の制御システムは、O₂電圧設定値を制御する少なくとも1つのサブシステムと、エンジン排気中のNOx排出量を測定する少なくとも1つのサブシステムと、最適なO₂電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始する少なくとも1つのサブ

50

システムとを含んでいる。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の態様によれば、内燃エンジンの排気中の排出量を制御する方法が提供される。この態様の方法は、 NO_x 排出量を測定する方法要素と、新たな動作条件での NO_x 排出量が NO_x 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始する方法要素と、内燃エンジンを新たな O_2 電圧設定値で動作させる方法要素とを含んでいる。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の態様によれば、コンピュータ読み取り可能な媒体が提供される。この態様のコンピュータ読み取り可能な媒体は、内燃エンジンの排気中の排出量を制御する制御モジュールによって実行されると、制御モジュールに、 NO_x 排出量を測定させ、新たな動作条件での NO_x 排出量が NO_x 排出基準を遵守する O_2 電圧設定値を決定するためにラムダ掃引を開始させ、内燃エンジンを新たな O_2 電圧設定値で動作させる命令を提供する。

10

【 0 0 1 1 】

図面の以下の説明は、いかなる形でも限定するものとして意図されておらず、また限定するものとして解釈されるべきではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 一実施形態による内燃エンジンシステムの一例の図である。

20

【 図 2 】 NO_x 遵守ウインドウでの動作条件の影響を例示するグラフである。

【 図 3 】 一実施形態の工程を示すフローチャートである。

【 図 4 】 一実施形態の動作原理を例示するグラフである。

【 図 5 】 一実施形態の工程を示すフローチャートである。

【 図 6 】 一実施形態の動作原理を例示するグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施形態による改善された排出量制御能力を有する内燃エンジンシステム 1 を図 1 に例示する。内燃エンジンシステム 1 は、左シリンダ列 3 及び右シリンダ列 5 を含んでいる。左シリンダ列 3 は、複数のシリンダ 7、9、11、13、15 及び 17 を含んでいる。右シリンダ列 5 は、複数のシリンダ 19、21、23、25、27 及び 29 を含んでいる。本実施形態の内燃エンジンシステム 1 を 12 のシリンダと共に例示しているが、任意の数 (1、2、4、8、14、16 等) のシリンダを使用することができる。内燃エンジンシステム 1 は、フライホイール 31 も含んでいる。

30

【 0 0 1 4 】

内燃エンジンシステム 1 は、右シリンダ列 5 に関連付けられた右レギュレータ 33 と、左シリンダ列 3 に関連付けられた左レギュレータ 35 も含んでいる。右レギュレータ 33 は、右シリンダ列 5 への空気及び燃料の流れを制御し、左レギュレータ 35 は、左シリンダ列 3 への空気及び燃料の流れを制御する。レギュレータは、システムの動作パラメータを、通常は特定の規定された又は予め設定された制限内で決定し、維持する装置である。右レギュレータ 33 及び左レギュレータ 35 は、それぞれ右シリンダ列 5 及び左シリンダ列 3 の空燃比を調節する。図 1 に例示した実施形態はレギュレータに言及しているが、例えば、電子燃料噴射装置、キャブレタ等のような、空燃比を制御するために使用することができる任意の装置又は装置の組み合わせを含むことができる。

40

【 0 0 1 5 】

内燃エンジンシステム 1 からの排気ガスを運ぶマニホールド 37 が、右シリンダ列 5 及び左シリンダ列 3 に関連付けられている。マニホールド 37 は、少なくとも 1 つの左 O_2 センサ 39 が中に配置された左マニホールド管 38 と、少なくとも 1 つの右 O_2 センサ 41 が中に配置された右マニホールド管 40 とを含んでいる。左 O_2 センサ 39 及び右 O_2 センサ 41 (ラムダセンサとしても知られる) は、マニホールド 38、40 内の排気中の O

50

O_2 の割合を測定し、燃焼エンジンの空燃比がリッチであるかリーンであるかをリアルタイムで決定する電子装置である。左 O_2 センサ39及び右 O_2 センサ41からの情報を、空燃比を間接的に決定するために使用することができる。いくつかの実施形態では、1つの O_2 センサのみを使用することができる。利用可能な O_2 センサの形式の中に、濃淡電池（ジルコニアセンサ）、酸化物半導体（ TiO_2 センサ）、及び電気化学的 O_2 センサ（制限電流式センサ）がある。センサは、典型的には O_2 濃度を直接測定せず、排気ガス中の O_2 の量と基準標本中の O_2 の量との差を測定する。リッチな混合物は O_2 の需要を引き起こす。この需要は、結果として、 O_2 イオンがセンサ層を通過することによる電圧の上昇を生じさせることになる。リーンな混合物は、過剰な O_2 がないため、結果として低電圧を生じさせる。

10

【0016】

内燃エンジンシステム1からの排気ガスは、右マニホールド管40及び左マニホールド管38を通して、 NO_x 及びCO排出量を減らすための触媒を含む触媒室43中に運ばれる。好適実施形態では、触媒は、内燃エンジン用途に一般的に使用される三元触媒であってもよい。触媒は、CO、 NO_x 及びVOCの排出量を、還元及び酸化によって変換し、二酸化炭素、窒素及び水を生成する。三元触媒は、エンジンが化学量論に近い狭い帯域の空燃比で動作する場合、有効である。触媒の変換効率は、エンジンがその帯域外の空燃比で動作する場合、大幅に低下する。リーンエンジン動作の下では、過剰な O_2 が存在し、 NO_x の削減には不利である。リッチ条件下では、過剰な燃料が触媒前の排気中の利用可能な酸素をすべて消費し、それによって、酸化反応があまり起こらなくなる。

20

【0017】

NO_x センサ45を、触媒室43の下流に配置する。代替の実施形態では、 NO_x センサ45を、（触媒を使用している場合）触媒室43の上流に配置してもよく、複数の NO_x センサを使用してもよい。 NO_x センサは、内燃エンジンシステム1のような燃焼環境中の窒素酸化物を検出する装置である。内燃エンジンシステム1での使用に適応した種々の異なったセンサが利用可能である。例えば、（電位差測定又は電流測定の）固体電解質と、半導体型とを含む、種々の固体電気化学センサが存在する。

【0018】

NO_x センサ45と、右 O_2 センサ41及び左 O_2 センサ39と、右レギュレータ33及び左レギュレータ35とを、すべて排出量制御モジュール47に結合する。排出量制御モジュール47を、マイクロプロセッサ及びメモリとして、又は、ソフトウェアとして設けることができ、さもなければ、内燃エンジンシステム1に関連付けられた他のプロセッサ又は電子システム内に、あるいは任意の他の既知の形態で設ける、又は埋め込むこともできる。排出量制御モジュール47は、種々の実施形態では、1つ又は複数の計算装置によって実行可能な命令を含んでもよい。このような命令を、Java（登録商標）、C、C++、Visual Basic（登録商標）、JavaScript（登録商標）、Perl、等を単独で又は組み合わせにおいて無制限に含む、種々の既知のプログラミング原語及び/又は技術を使用して形成されたコンピュータプログラムからコンパイル又はインタプリタすることができる。一般的には、プロセッサ（例えばマイクロプロセッサ）は、命令を、例えば、メモリ、コンピュータ読み取り可能な媒体、等から受け、これらの命令を実行し、それによって、本明細書に記載した1つ又は複数のプロセスを含む1つ又は複数のプロセスを実行する。このような命令及び他のデータを、種々の既知のコンピュータ読み取り可能な媒体を使用して格納及び伝送することができる。

30

40

【0019】

コンピュータ読み取り可能な媒体は、コンピュータによって読み取ることができるデータ（例えば、命令）を提供することに関与する任意の媒体を含む。このような媒体は、不揮発性媒体、揮発性媒体、及び伝送媒体を含むがこれらに限定されない多くの形態をとることができる。不揮発性媒体は、例えば、光ディスク又は磁気ディスクや、他の永続的メモリを含む。揮発性メモリは、典型的にはメインメモリを構成するダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）を含む。伝送媒体は、プロセッサに結合されるシステムバス

50

を構成するワイヤを含む、同軸ケーブル、銅線、及び光ファイバを含む。伝送媒体は、無線周波数（RF）及び赤外線（IR）データ通信中に生成されるような、音波、光波、及び電磁放射を含む又は伝えることができる。コンピュータ読み取り可能な媒体の一般的な形態は、例えば、フロッピーディスク（登録商標）、フレキシブルディスク、ハードディスク、磁気テープ、任意の他の磁気媒体、CD-ROM、DVD、任意の他の光媒体、パンチカード、紙テープ、穴のパターンを有する任意の他の物理媒体、RAM、PROM、EPROM、フラッシュEEPROM、任意の他のメモリチップ又はカートリッジ、以下に説明するような搬送波、又は、コンピュータが読み取ることができる任意の他の媒体を含む。

【0020】

改善された排出量制御能力を有する内燃エンジンシステム1は、左O₂センサ30、右O₂センサ41、又はその両方のような1つ又は複数のO₂センサの設定値を自動的に調節することによって、ある範囲の動作条件で動作することができる。O₂電圧設定値は、排出量制御モジュール47が、エンジンに入る燃料の量を空気の量に対して制御することによって達することを旨とするO₂についての目標値である。空気に対するエンジンに入る燃料の量を空燃比（AFR）と呼び、時には、化学量論的AFRに対するエンジンのAFRであるラムダ（ λ ）として表す。内燃エンジンシステム1は、NO_x測定値が不安定になる又は急に上昇する（すなわち、安定性レベルのしきい値が破られる）まで、プレ触媒O₂電圧設定値を、調整済みの掃引速度で、調整済みの高い設定値から低いO₂電圧設定値まで下向きに調節することによって、改善された排出量性能を達成する。一実施形態では、安定性を、所与の期間にわたってNO_x濃度を測定することによって決定することができる。掃引速度は、毎秒ミリボルトであってもよく、具体的にはエンジンごとに調整することができる。安定性のしきい値が破られたら、O₂電圧設定値を、調整された掃引速度で、安定性のレベルに達する（NO_xセンサ45のNO_x読み取り値が再び安定する）まで、上向きに調節する。

【0021】

設定値を自動的に調節するための工程の背後にある原理は、図2の参照によって最もよく理解される。図2は、リッチバーンエンジンのNO_x及びCO排出量に関する典型的な触媒ウインドウ特性を例示している。グラフには、g/bhp-hr、ボルトで測定した排出量をラムダに対してプロットしてある。化学量論的混合物では $\lambda = 1$ 、リッチ混合物では $\lambda < 1$ 、リーン混合物では $\lambda > 1$ である。

【0022】

図2のグラフの右側には、特定の条件の組C1についてのNO_x排出量の値を、三角形を重ねた連続二重線によって図示している。このグラフの左側には、条件C1についてのCO排出量の値を、四角形を重ねた実線として示している。遵守ウインドウを、影を付けた矩形領域によって表している。ラムダが減少するにつれてCO排出量が急速に上昇し始める領域を、Aとして示す円で強調している。これをラムダ曲線のリッチ屈折部（rich knee）と呼ぶ。ラムダ値が増加するにつれてNO_x排出量が急速に上昇し始める領域を、Bとして示す円で強調している。これをラムダ曲線のリーン屈折部と呼ぶ。好適な動作ウインドウは、通常、ラムダ曲線のリッチ屈折部とリーン屈折部の間にある。

【0023】

例えば、エンジン負荷、燃料品質、又はエンジンの周囲条件が変化すると、条件C1は、C2、C3に示すようにシフトする可能性があり、又は、他の方向にシフトする可能性がある。条件が条件C1から条件C2に変化すると、（グラフの右側に二重点線として示す）NO_x曲線と、（グラフの左側に二重実線として示す）CO曲線の間の領域は狭くなる。条件が条件C1から条件C3に変化すると、NO_x曲線とCO曲線の間の領域は広くなる。加えて、条件が変化すると共に、NO_x曲線及びCO曲線は左又は右にシフトする可能性がある。この現象は、定常的なO₂電圧設定値による排出量の制御をきわめて困難にする。

【0024】

10

20

30

40

50

図 3 は、 NO_x 遵守 50 のために新たな O_2 電圧設定値を設定する方法の一実施形態を例示している。内燃エンジンシステム 1 は、開始 O_2 電圧設定値で動作している（方法要素 51）。例えば、負荷の変化、動作速度の変化、周囲条件の変化、指定された時間増分の経過、等のような条件の変化を検出する（方法要素 53）。この時点で、排出量制御モジュール 47 は、予め決められた増分による O_2 電圧設定値の低下を指示する。 O_2 電圧設定値の増分低下を、各内燃エンジンシステム 1 について決定された調整済みの掃引速度から決定することができる。調整済みの掃引速度を、 O_2 センサ（左 O_2 センサ 39、右 O_2 センサ 41、又は両方）及び NO_x センサ 45 が安定するのに要した時間に基づいて、エンジンについて決定することができる。次に NO_x 排出量及び O_2 濃度を測定することができる（方法要素 57 及び 59）。次に、 NO_x の安定性のしきい値が破られているかどうかの決定を、方法要素 57 からの値に基づいて行う（方法要素 61）。 NO_x の安定性のしきい値が破られていない場合、 O_2 電圧設定値を、再び予め決められた量だけ低下させることができる（方法要素 55）。 NO_x の安定性のしきい値が破れているならば、 O_2 電圧設定値を、予め決められた増分だけ上昇させることができる（方法要素 63）。次に、 NO_x 排出量の変化の決定を行うことができ（方法要素 65）、 O_2 濃度を測定することができる（方法要素 67）、次に、 NO_x レベルが安定している（すなわち、0 に近い NO_x レベルの変化率）かどうかについての決定を行うことができる（方法要素 69）。 NO_x レベルが安定していない場合、 NO_x レベルが安定するまで、 O_2 電圧設定値を再び予め決められた量だけ上昇させることができる（方法要素 63）。アルゴリズムの安定性の部分を実行するためには、 NO_x 屈折部又は CO 屈折部に近づいていることを示すためにフィルタ処理及びデバウンスタイマを使用する計画を実行することが必要である可能性がある。次に、 NO_x が安定する新たな O_2 電圧設定値を保存することができる（方法要素 71）。 O_2 電圧設定値を、ラムダ曲線の NO_x 屈折部のちょうどリッチな設定値を維持するために、調整済みの値から上向き又は下向きにずらしてもよい（方法要素 73）。調整済みの値をエンジンごとに決定することができる。この時点で工程を終了してもよく（方法要素 75）、条件の変化の検出に応じて、又は予め決められた期間が経過した後、再開してもよい。方法要素 55 ~ 69 は、リーンラムダ掃引 77 を含んでいる。

【0025】

NO_x 遵守のために新たな O_2 電圧設定値を設定する方法 50 の原理を、図 4 を参照して最良に例示する。図 4 は、時間と共に変化する O_2 電圧設定値（実線）に対して NO_x 濃度の測定値（二重線）をプロットしたグラフである。 O_2 電圧設定値は、方法の下向きの掃引で、開始 O_2 電圧設定値から予め決められた割合で低下している。 O_2 電圧設定値が低下するにつれて、 NO_x 濃度が急に上昇すると、安定性のしきい値が破られる。この時点で、 O_2 電圧設定値は、 NO_x レベルが低下し、安定するまで、上向きの掃引で予め決められた速度で上昇する。新たな O_2 電圧設定値は、 NO_x 排出量が安定するレベルに設定される。

【0026】

内燃エンジンシステム 1 を、 NO_x 及び CO 遵守のための最適な O_2 電圧設定値でエンジンを動作させるために使用することができる。 NO_x センサ 45 を、ラムダ曲線のリッチ屈折部に近づく際の NO_x ppm 出力の増加として表される CO 濃度の指標を提供するために使用することができる。リッチ側の CO 濃度は、 NO_x センサ 45 に安定した干渉を形成するように現れ、結果として、 NO_x の読み取り値を生じる。この異常は、 NO_x センサ 45 によって NO_x 濃度として報告される極端なリッチレベルのアンモニア形成によって引き起こされる。

【0027】

この異常とリーン及びリッチ安定性検出アルゴリズムの両方を使用して、 NO_x 及び CO 遵守のための新たな O_2 電圧設定値を設定する方法を開発することができる。これは、ラムダ曲線のリーン屈折部及びリッチ屈折部の両方の位置を確認するためにラムダ掃引を実行する（すなわち、 O_2 電圧設定値を掃引する）ことによって達成される。次に、 O_2 電圧設定値を、排出量曲線の最適な部分での触媒からのより少ない NO_x 及び CO の排出量

を達成するために、リーン屈折部とリッチ屈折部の間の値に再調節することができる。

【 0 0 2 8 】

図 5 は、排出量制御モジュール 4 7 によって実行することができる、 NO_x 及び CO 遵守 8 0 のために新たな O_2 電圧設定値を設定する方法の一実施形態を例示している。この方法では、内燃エンジンシステム 1 は、開始 O_2 電圧設定値で動作している（方法要素 8 1）と仮定している。条件の変化の検出（方法要素 8 3）に応じて、排出量制御モジュール 4 7 は、リーンラムダ掃引を開始することができる（方法要素 8 5）（例えば、エンジンの動作を、図 2 のリーン屈折部の方向にリーン O_2 電圧設定値まで掃引し、結果としてリーンエンジンラムダを生じる）。リーンラムダ掃引を、図 3 中に基準 7 7 としてより具体的に記載している。リーン O_2 電圧設定値を方法要素 8 7 で保存し、 O_2 電圧設定値を予め決められた増分だけ上昇させることによってリッチラムダ掃引を開始する（方法要素 8 9）（例えば、エンジンの動作を、図 2 のリッチ屈折部の方向にリッチ O_2 電圧設定値まで掃引し、結果としてリッチエンジンラムダを生じる）。 NO_x 排出量及び O_2 濃度を、それぞれ方法要素 9 1 及び 9 3 で測定する。次に、ラムダ曲線のリッチ側の NO_x 安定性しきい値が破られているかどうかを決定する（方法要素 9 5）。上述したように、安定性しきい値は、 NO_x レベルが急に上昇したときに破られる。 NO_x 安定性レベルが破られていない場合、 O_2 電圧設定値を再び予め決められた増分だけ上昇させる（方法要素 8 9）。 NO_x 安定性レベルが破られている場合、 O_2 電圧設定値を予め決められた増分だけ低下させることによって、 O_2 電圧設定値の下向きの掃引を開始する（方法要素 9 7）。 NO_x 排出量及び O_2 濃度を、それぞれ方法要素 9 9 及び 1 0 1 で測定する。次に、排出量制御モジュール 4 7 は、 NO_x レベルが安定しているかどうかを決定する（方法要素 1 0 3）。 NO_x レベルが安定していない場合、排出量制御モジュール 4 7 は、再び O_2 電圧設定値を予め決められた増分だけ低下させるように指示する（方法要素 9 7）。 NO_x が安定している場合、リッチ O_2 電圧設定値を保存し（方法要素 1 0 5）、 O_2 電圧設定値を、保存したリーン O_2 電圧設定値とリッチ O_2 電圧設定値の間のレベルに設定する（方法要素 1 0 7）。次に、方法の反復を完了する（方法要素 1 0 9）。方法要素 8 9 から 1 0 5 を、リッチラムダ掃引 1 1 1 と呼ぶことができる。本明細書に記載した O_2 電圧設定値の増分及び減分を、予め決められた量だけ、又は、予め決められた掃引速度で、あるいは、 NO_x センサが予め決められたしきい値濃度を読み取るまで、又は何か他の方法で変更することができる。

【 0 0 2 9 】

NO_x 及び CO 遵守のために新たな O_2 電圧設定値を設定する方法 8 0 の原理を、図 6 を参照して最良に例示する。図 6 は、 NO_x 濃度の測定値（下の曲線）及び O_2 電圧設定値（上の実線）の測定値をプロットしたグラフである。図 6 のグラフには、エンジン R P M と、ステッパ R B 及びステッパ L B として示す右レギュレータ 3 3 及び左レギュレータ 3 5 への信号も図示してある。新しい探索を、安定性しきい値が破られる（リーン探索中の NO_x の急な増加）まで O_2 電圧設定値を低下させ、次に、 NO_x の読み取り値が再び安定するまで O_2 電圧設定値を上昇させることによって開始する。 O_2 電圧設定値を、安定性しきい値が破られるまで上昇させ、次に、 NO_x レベルが再び安定するまで低下させる。この時点で、排出量制御モジュールは、リーン探索によって決定された O_2 電圧設定値と、リッチ探索によって決定された O_2 電圧設定値とを有している。これらの値は、ラムダ曲線のリッチ屈折部及びリーン屈折部に対応している。内燃エンジンシステム 1 の動作のための所望の O_2 電圧設定値は、典型的には 2 つの O_2 電圧設定値の間に入り、適宜に、排出量曲線の最適な部分での触媒からの最も少ない NO_x 及び CO の排出量を達成するために、これらの O_2 電圧設定値の中間点に設定することができる。

【 0 0 3 0 】

ラムダ掃引ルーチンが曲線の屈折部を検出できないときはいつでも、設定値の最適化を再試行するために新たな掃引を行うことができる。最適な設定値を検出できない理由は、燃料組成の変化、湿度の大きな変化、他の環境条件、又は、触媒性能の低下を含むことができる。適宜、排出量制御モジュール 4 7 を、最適な設定値を屈折部の左に周期的に再確

立するようにプログラムすることができる。これらの最適な値は、動作及び／又は環境条件の変化によってシフトするため、これを行う。

【 0 0 3 1 】

内燃エンジンシステム 1 は、環境及び触媒ウインドウがシフトする状況を含む動作条件のより広い範囲にわたる NO_x 及び CO 遵守を、 O_2 設定値の周期的で自動的に再設定を行うことによって提供する。加えて、時間と共に行われる連続的な測定により、排出量制御モジュール 47 は、排出量性能と排出量遵守状態を記録することができる。排出量制御モジュール 47 に加えることができる他のオプションは、内燃エンジンシステム 1 が排出量規制を遵守していない場合のシャットダウン命令の追加を含む。

【 0 0 3 2 】

本明細書で上述した及び／又は請求した方法及び装置を、例示的な実施形態を参照して上記で説明したが、本明細書で上述した及び／又は請求した方法及び装置の範囲から逸脱することなく、種々の変更を行うことができ、均等物をそれらの要素の代わりに用いることができることは、当業者によって理解されるであろう。加えて、その範囲から逸脱することなく、特定の状況に適應するため、上記の教示に多くの修正を行うことができる。したがって、本明細書で上述した及び／又は請求した方法及び装置は、本発明を実施するために開示した実施形態に限定されず、本発明は、意図する請求項の範囲内に入るすべての実施形態を含むことを意図している。さらに、用語の第 1 の、第 2 の、等の使用は、重要性のどのような順序も示しておらず、むしろ、用語の第 1 の、第 2 の、等を、ある要素を他の要素から識別するために使用している。さらに、種々のコンピュータプラットフォーム、制御モジュール、及びオペレーティングシステムが考えられることを強調すべきである。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

- 1 内燃エンジンシステム
- 3 左シリンダ列
- 5 右シリンダ列
- 7 左シリンダ
- 9 左シリンダ
- 11 左シリンダ
- 13 左シリンダ
- 15 左シリンダ
- 17 左シリンダ
- 19 右シリンダ
- 21 右シリンダ
- 23 右シリンダ
- 25 右シリンダ
- 27 右シリンダ
- 29 右シリンダ
- 31 フライホイール
- 33 右レギュレータ
- 35 左レギュレータ
- 37 マニホールド
- 38 左マニホールド管
- 39 左 O_2 センサ
- 40 右マニホールド管
- 41 右 O_2 センサ
- 43 触媒室
- 45 NO_x センサ
- 47 排出量制御モジュール

10

20

30

40

50

| | | |
|-------|---|----|
| 5 0 | NO _x 遵守のために O ₂ 設定値を設定する方法 | |
| 5 1 | 開始 O ₂ 設定値 | |
| 5 3 | 条件の変化を検出する | |
| 5 5 | O ₂ 設定値を予め決められた増分だけ低下させる | |
| 5 7 | NO _x 排出量の変化を決定する | |
| 5 9 | O ₂ 濃度を測定する | |
| 6 1 | NO _x 安定性しきい値が破られているか | |
| 6 3 | O ₂ 設定値を予め決められた増分だけ上昇させる | |
| 6 5 | NO _x 排出量を測定する | |
| 6 7 | O ₂ 濃度を測定する | 10 |
| 6 9 | NO _x レベルが安定しているか | |
| 7 1 | 新たな O ₂ 設定値を保存する | |
| 7 3 | 新たな O ₂ 設定値をずらす | |
| 7 5 | 終了 | |
| 7 7 | リーンラムダ掃引 | |
| 8 0 | NO _x 及び CO 遵守のために O ₂ 設定値を設定する方法 | |
| 8 1 | 開始 O ₂ 設定値 | |
| 8 3 | 条件の変化を検出する | |
| 8 5 | リーンラムダ掃引を行う | |
| 8 7 | リーン O ₂ 設定値を保存する | 20 |
| 8 9 | O ₂ 設定値を予め決められた増分だけ上昇させる | |
| 9 1 | NO _x 排出量を測定する | |
| 9 3 | O ₂ 濃度を測定する | |
| 9 5 | NO _x 安定性しきい値が破られているか | |
| 9 7 | O ₂ 設定値を予め決められた増分だけ低下させる | |
| 9 9 | NO _x 排出量を測定する | |
| 1 0 1 | O ₂ 濃度を測定する | |
| 1 0 3 | NO _x レベルが安定しているか | |
| 1 0 5 | リッチ O ₂ 設定値を保存する | |
| 1 0 7 | O ₂ 設定値をリーン O ₂ 設定値とリッチ O ₂ 設定値の間に設定する | 30 |
| 1 0 9 | 終了 | |
| 1 1 1 | リッチラムダ掃引 | |

【 図 1 】

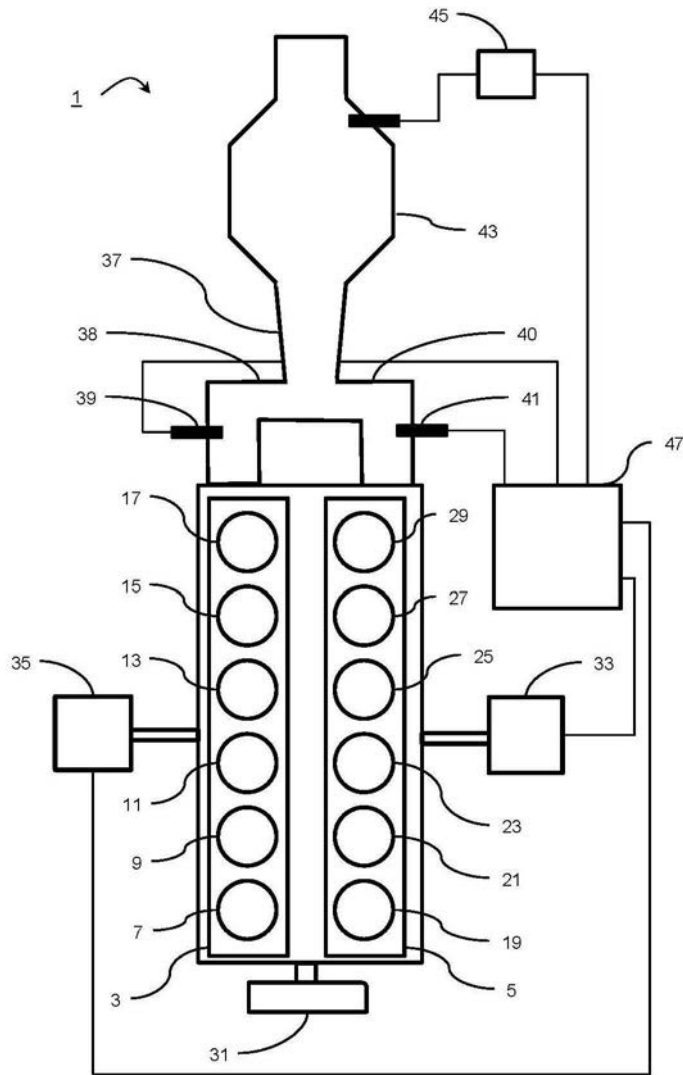


Figure 1

【図 2】

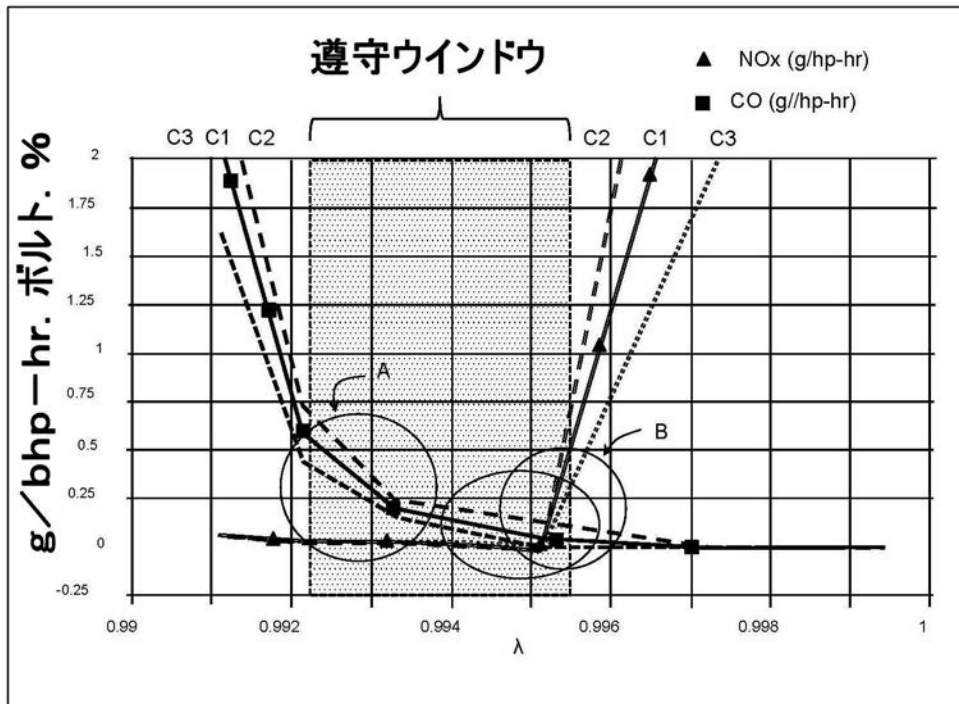


Figure 2

【図 3】

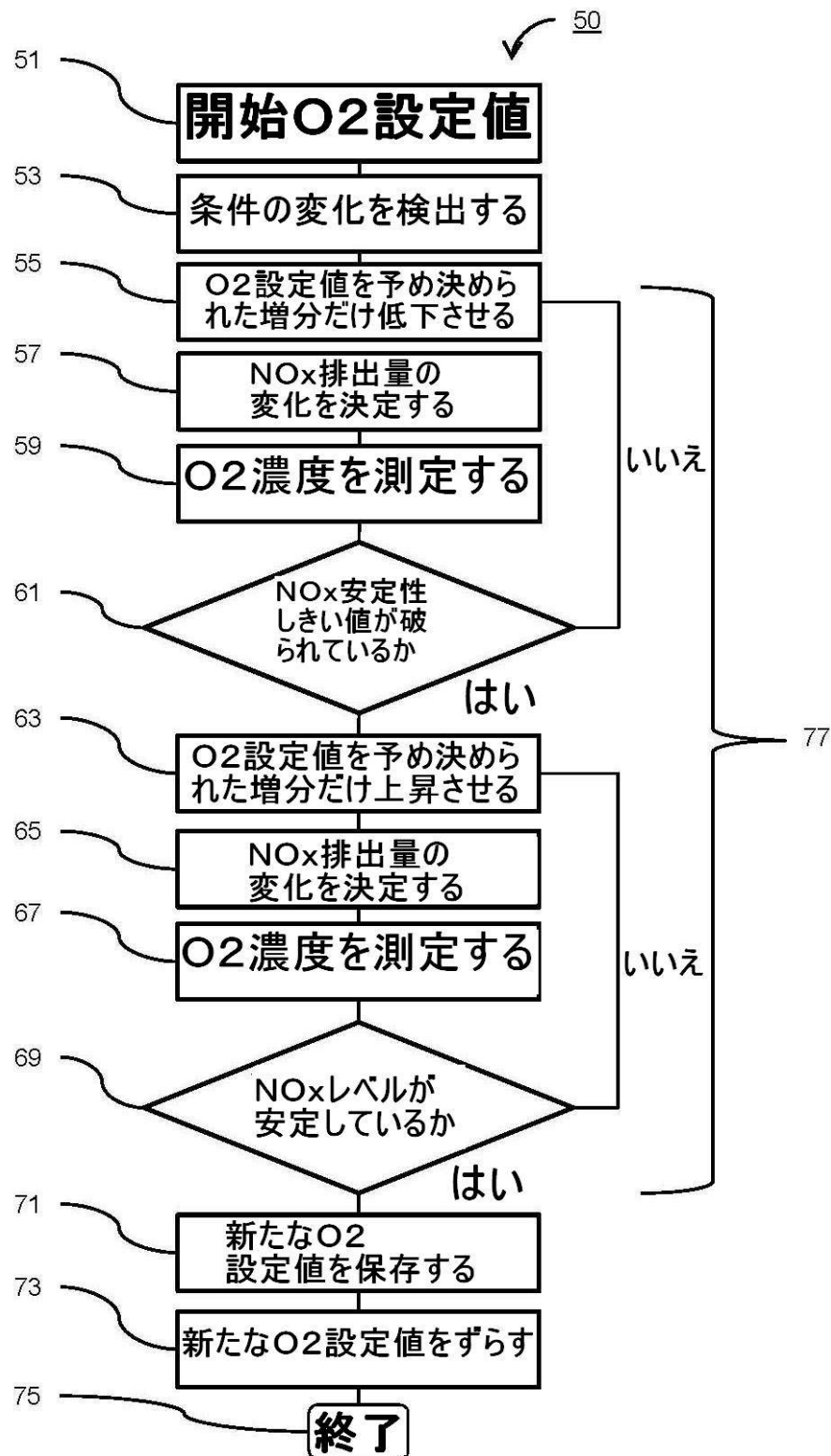


Figure 3

【 図 4 】

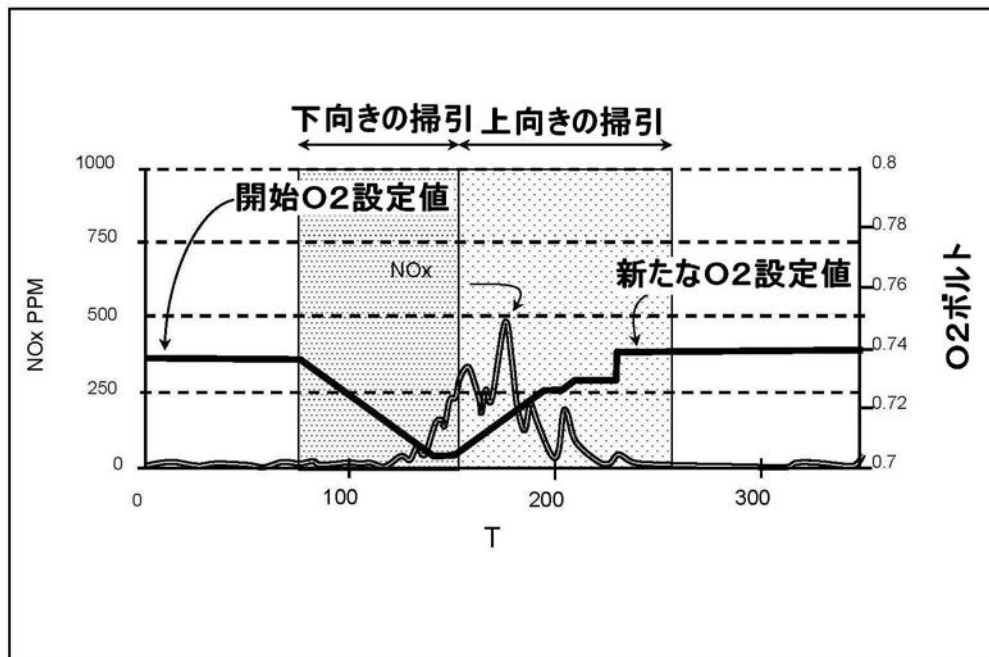


Figure 4

【図5】

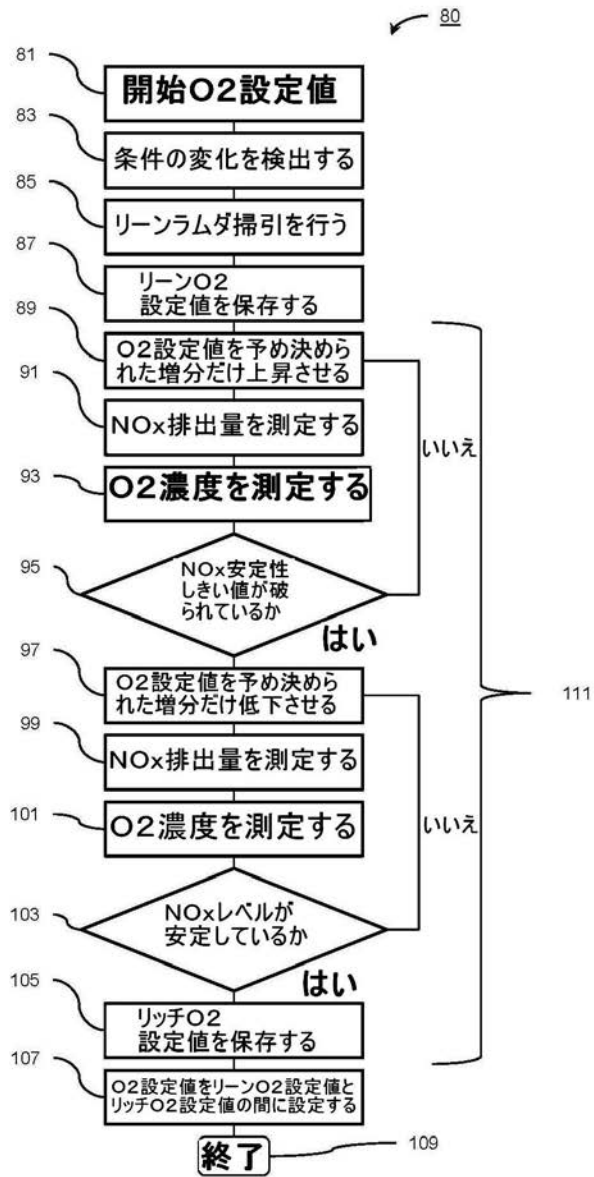


Figure 5

【図 6】

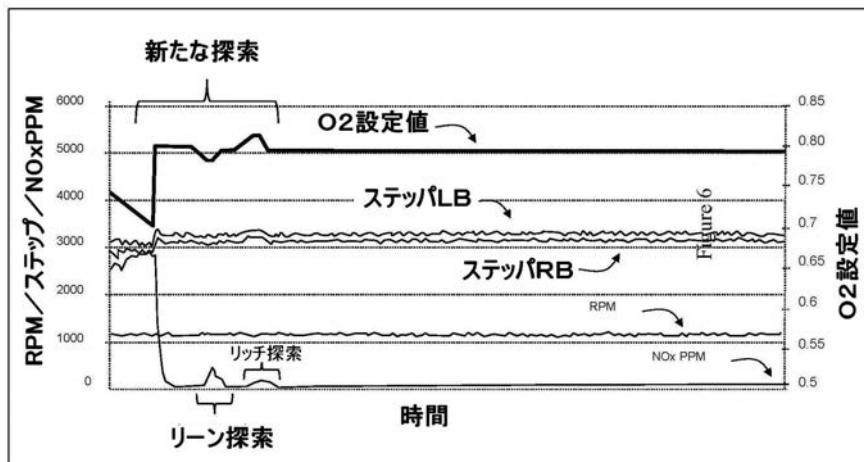


Figure 6

フロントページの続き

(72)発明者 スコット・ケイ・マン

アメリカ合衆国、ウィンコンシン州・ 5 3 1 8 8、ジェファーソン、ウエスト・セント・ポール・
アベニュー、 1 1 0 1 番

(72)発明者 ジャレッド・ジェイ・ウェンツ

アメリカ合衆国、ウィンコンシン州・ 5 3 2 2 2、ウォーワトサ、ウエスト・センター・ストリー
ト、 1 1 6 0 9 番

F ターム(参考) 3G091 AB03 BA01 BA14 BA19 CB01 EA33 EA34 HA36 HA37
3G384 AA08 BA31 BA58 DA14 EB05 EB07 FA37Z FA39Z FA40Z

【外国語明細書】
2013119858000001.pdf