

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4354283号
(P4354283)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int.Cl.	F I
FO2M 25/07 (2006.01)	FO2M 25/07 550L
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02 301E
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22 301Z
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 301F
	FO2D 45/00 345Z

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-11455 (P2004-11455)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成16年1月20日(2004.1.20)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-207237 (P2005-207237A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成17年8月4日(2005.8.4)	(74) 代理人	110000246
審査請求日	平成18年11月28日(2006.11.28)		特許業務法人オカダ・フシミ・ヒラノ
		(74) 代理人	100081721
			弁理士 岡田 次生
		(74) 代理人	100105393
			弁理士 伏見 直哉
		(74) 代理人	100111969
			弁理士 平野 ゆかり
		(72) 発明者	石川 洋祐
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気還流装置のリーク検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気系から吸気系に排気ガスを還流するための還流通路、該還流通路に設けられた、還流する排気ガスの流量を制御する還流弁、該還流弁の作動量を検出する作動量検出手段、前記排気系の空燃比を検出する空燃比センサ、を備える内燃機関のリーク検出装置であって、

前記作動量検出手段の出力と前記空燃比センサの出力との相関を演算し、該相関に基づいて前記還流通路のリークを判定する手段であって、前記相関は、前記作動量検出手段の出力の時系列ベクトルの平均値に対する偏差と前記空燃比センサの出力の時系列ベクトルの平均値に対する偏差との内積演算で求め、該内積の所定期間の積算値がしきい値を超えるとき、前記還流通路のリークを検出する手段を備える、リーク検出装置。

【請求項2】

前記所定期間は、前記作動量検出手段の出力の時系列ベクトルの分散の指標として偏差の二乗の和が予め定めた値に達するまでの期間である、請求項1に記載のリーク検出装置。

【請求項3】

内燃機関の排気系から吸気系に排気ガスを還流するための還流通路、前記還流通路に設けられた、還流する排気ガスの流量を制御する還流弁、前記還流弁の作動量を検出する作動量検出手段、および前記排気系の空燃比を検出する空燃比センサを備える内燃機関のリークを検出する方法であって、

前記作動量検出手段の出力と前記空燃比センサの出力との相関を演算し、該相関に基づいて前記還流通路のリークを検出するステップであって、前記相関は、前記作動量検出手段の出力の時系列ベクトルの移動平均に対する偏差ベクトルと前記空燃比センサの出力の時系列ベクトルの移動平均の偏差ベクトルとの内積演算で求め、該内積の所定期間の積算値がしきい値を超えると、前記還流通路のリークを検出するステップを含む、リーク検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、排気ガスの還流（再循環）を行う内燃機関の故障検出に関する。

10

【背景技術】

【0002】

排気ガスの一部を吸気にもどす（排気還流、EGR：Exhaust Gas Recirculation）ことによって、内燃機関（エンジン）に入る空気の量を抑制することが行われている。EGRを行うと、吸気中の酸素濃度が低下するので、燃焼温度を低くすることができ、NOxの発生量を低減することができる。

【0003】

特許文献1には、EGR機構を有するエンジンにおいて、還流通路に設置された圧力センサの出力の脈動を検出し、この脈動の幅と、エンジンの運転状態との関係に基づいて還流通路の詰まりを検出することが記載されている。

20

【特許文献1】特開3097491号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術では、還流通路に亀裂とかはずれが生じて外気が還流通路に進入するようなリーク故障を検出することができない。リークが生じた状態では、リーク故障がないときに還流される排気ガスより外気の多い排気ガスがエンジンに還流される。したがって吸気中の酸素濃度は、通常より濃くなる。この状態で通常通りに還流に見合った燃料量を噴射すると、空燃比が一時的にリーンになり、触媒浄化率の最適領域から外れ、触媒通過後のエミッションが悪化する。

30

【0005】

この発明は、このような問題を解決することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するため、この発明は、還流通路のリークを検出する装置を提供する。この装置は、内燃機関の排気系から吸気系に排気ガスを還流するための還流通路、該還流通路に設けられた、還流する排気ガスの流量を制御する還流弁、該還流弁の作動量を検出する作動量検出手段、前記排気系の空燃比を検出する空燃比センサ、を備え、さらに作動量検出手段の出力と空燃比センサの出力との相関を演算し、この相関に基づいて還流通路のリークを判定する手段を備える。

40

【0007】

この発明によると、還流弁の作動量検出手段の出力と、空燃比センサの出力との相関演算に基づいて還流通路のリークを判定することができる。

【0008】

この発明の一形態においては、作動量検出手段の出力と空燃比センサの出力との相関は、前記作動量検出手段の出力の時系列ベクトルについて平均値に対する偏差ベクトルと前記空燃比センサの出力の時系列ベクトルについて平均値に対する偏差ベクトルとの内積演算で求める。この内積の所定期間の積算値がしきい値を超えると、前記還流通路にリークがあると判定する。

【0009】

50

さらにこの発明の一形態においては、内積演算の所定期間は、作動量検出手段の出力の時系列ベクトルの分散、またはその指標として平均値との偏差の二乗の和が予め定めた値に達するまでの期間である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

次に図面を参照して、この発明の実施の形態を説明する。図1は、内燃機関のアイドル回転数制御装置の全体的な構成を示すブロック図である。エンジン10は、たとえば4気筒の自動車エンジンである。吸気管12には主たる絞り弁であるスロットルバルブ14が配置されている。スロットルバルブ14は、電子制御装置(Electronic Control Unit, ECU)60からの制御信号に応じてアクチュエータ18によって駆動される。ECU60は、図に示さないアクセルペダルの踏み込み量センサからの検出出力に応じて、スロットルバルブ14を開閉制御するための制御信号をアクチュエータ18に送る。この方式は、ドライブバイワイヤ方式と呼ばれており、他の方式には、ワイヤ16をアクセルペダルに接続してアクセルペダルにより直接的にスロットルバルブを制御する方式がある。スロットルバルブ14の近くにスロットルバルブ開度センサ20が設けられており、スロットル開度THに応じた信号を出力する。

10

【0011】

スロットルバルブ14の下流のインテークマニホールドの直後の吸気ポート付近に、気筒ごとにインジェクタ(燃料噴射装置)24が設けられている。インジェクタ24は、燃料タンクに燃料供給管および燃料ポンプを介して接続され、ガソリン燃料の供給を受け、吸気ポート内に噴射する。

20

【0012】

吸気管12のスロットルバルブ14の下流には絶対圧センサ32および吸気温センサ34が備えられ、それぞれ吸気管内絶対圧PBAおよび吸気温TAを示す電気信号を出力する。

【0013】

エンジン10のカムシャフトまたはクランクシャフトの付近に気筒判別センサ(CYL)40が設けられており、たとえば第1気筒の所定クランク角度で気筒判別信号CYLを出力する。また、TDCセンサ42およびクランク角センサ(CRK)44が備えられており、前者は、各気筒のピストン上死点(TDC)位置に関連した所定のクランク角度位置でTDC信号を出力し、後者は、TDC信号よりも周期の短いクランク角度(たとえば30度)でCRK信号を出力する。

30

【0014】

エンジン10は、エキゾーストマニホールドを介して排気管46に接続され、燃焼によって生じた排出ガスを三元触媒51およびNOx触媒53で浄化し、外部に排出する。触媒装置の上流には広域空燃比(LAF)センサ52が設けられ、リーンからリッチにわたる広範囲において排出ガス中の酸素濃度に比例する信号を出力する。三元触媒51とNOx触媒53との間にはストイキを境にリーンとリッチとの間で出力レベルが急峻に変化するO2センサ55が設けられている。

【0015】

排気管46には、還流管23が接続されており、排気ガスの一部が還流弁25を介して還流管27を通り、吸気管に流れる。こうして、還流弁25は、ECU60からの信号に应答して開く。還流弁25には、その作動量、すなわちリフト量を検出するリフトセンサが設けられている。その具体的な構成の例が、上で参照した従来技術の文献である特許第3097491号公報に記載されている。

40

【0016】

自動車の車輪を駆動するドライブシャフトの付近に車速センサ54が配置され、ドライブシャフトの所定回転ごとに信号を出力する。また、車両には大気圧センサ56が設けられ、大気圧に応じた信号を出力する。

【0017】

これらのセンサの出力は、電子制御装置(ECU)60に送られる。ECU60は、マイクロコンピュータで構成されており、演算を行うプロセッサCPU60a、制御プログラムおよび各種デ

50

ータのリスト、テーブルを格納するROM60b、およびCPU60aによる演算結果などを一時記憶するRAM60cを有する。各種センサの出力は、ECU60の入力インターフェイス60dに入力される。入力インターフェイス60dは、入力信号を整形して電圧レベルを修正する回路、およびアナログ信号からデジタル信号に変換するA/D変換器を備えている。

【0018】

CPU60aは、クランク角センサ44からのCRK信号をカウンタでカウントしてエンジン回転数NEを検出し、また、車速センサ54からの信号をカウントして車両の走行速度VPを検出する。CPU60aは、ROM60bに格納されたプログラムに従って演算を実行し、出力インターフェイス60eを介してインジェクタ24、点火装置（図示せず）、スロットルバルブ・アクチュエータ18などに駆動信号を送る。

10

【0019】

ところで、還流管23、27および還流弁25に外れが生じたり、穴があいたりすると、還流される排気ガスに空気が混入し、排ガス還流の効果が低減する。この発明は、このような還流管の外れまたは穴あきなどによる還流系のリークを検出する。図2は、リークがない状態での空燃比補正值 a_f と還流弁のリフト量 l_t との関係を示す。横軸は時間を秒で表し、縦軸は、 a_f については、空燃比のフィードバック制御で用いられる補正係数の値を、 l_t については、還流弁のリフト量を示す係数の値を示す。一方、図3は、還流系にリークがある状態での空燃比補正值 a_f と還流弁のリフト量 l_t との関係を示す。

【0020】

図2においては、 a_f の波形と l_t の波形との間に関連性が認められないが、図3では、 a_f の波形の動きと l_t の波形の動きが似ている。リークがない状態では、空燃比補正值 a_f と還流弁のリフト量 l_t との間の相関は弱い、リークがある状態では、この相関が強い。リークがある状態では、還流弁のリフト量を大きくし、還流する排気ガスの量を増大させるにつれて、リーク箇所から混入する空気の量が増える。このため、空燃比は、空燃比のフィードバック制御システムが目標とした値よりもリーンになる。したがって、目標とする空燃比を達成するため、空燃比のフィードバック制御システムは、空燃比の補正值 a_f を修正する。このように、リークがある状態では、還流弁のリフト量 l_t と空燃比の補正值 a_f の間に相互相関がある。

20

【0021】

ひとつの数ベクトル $a(a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1})$ と他方の数ベクトル $b(b_0, b_1, b_2, \dots, b_{n-1})$ との内積 $a \cdot b$ は、次のようになることが知られている。

30

【数1】

$$a \cdot b = |a| |b| \cos \theta \quad (1)$$

【0022】

ここで、 $|a|$ はベクトル a の大きさ、 $|b|$ はベクトル b の大きさである。 θ は、2つのベクトル a および b がつくる角度である。 $\cos \theta$ を2つのベクトル a 、 b の相関係数という。

【0023】

統計手法では、2つのベクトルの相関を評価するにあたって、ベクトル a の各要素とその平均との偏差の数ベクトル $d_a(d_{a_0}, d_{a_1}, d_{a_2}, \dots, d_{a_{n-1}})$ と、ベクトル b の各要素とその平均との偏差の数ベクトル $d_b(d_{b_0}, d_{b_1}, d_{b_2}, \dots, d_{b_{n-1}})$ とのなす角度 θ のコサインを相関係数として用いる。すなわち、

40

【数2】

$$d_a \cdot d_b = |d_a| |d_b| \cos \theta \quad (2)$$

$$\cos \theta = d_a \cdot d_b / |d_a| |d_b| \quad (3)$$

50

【0024】

この発明の実施例でも、この統計手法にしたがって、空燃比補正值afの数ベクトルAFのそれぞれの要素の値と所定期間にわたるその移動平均値 af_{ave} との偏差dafのベクトルDAF($af_0-af_{ave}, af_1-af_{ave}, \dots, af_{n-1}-af_{ave}$)を求める。同様に、還流弁のリフト量ltの数ベクトルLTのそれぞれの要素の値と所定期間にわたるその移動平均値 lt_{ave} との偏差dltのベクトルDLT($lt_0-lt_{ave}, lt_1-lt_{ave}, \dots, lt_{n-1}-lt_{ave}$)を求める。この実施例では、演算の負担を軽減するため、ベクトルDAFとDLTの内積を相関の目安として用い擬似相関係数と呼ぶ。したがって、擬似相関係数rは、次式で表される。

【数3】

$$r = DLT \cdot DAF \quad (4)$$

10

【0025】

図4は、この発明の一実施例の還流系リーク判定装置の機能ブロック図である。この装置の各ブロックの機能は、ECU60(図1)のROM60bに格納されているプログラムを実行することによって実現される。リフト量サンプリング部11は、還流弁のリフト量を検出するリフトセンサ26の出力を予め定めた周期でサンプリングし、サンプル値ltを出力する。リフト量移動平均部は、予め定めた周期にわたってサンプル値ltの移動平均値を算出する。この移動平均をとる周期は、後に説明する2乗演算部17で演算され積算される値が所定のしきい値に達するまでとする。

20

【0026】

リフト量のサンプル値ltおよび移動平均値は差分演算部15に入力され、リフト量の偏差dltが算出される。偏差dltは、2乗積算部17に入力され、dltの2乗が積算される。すなわち、次式の演算が積算部17で逐次進められる。

【数4】

$$S = \sum_{k=0}^{n-1} dlt_k^2 \quad (5)$$

【0027】

次に空燃比補正值部21に移ると、空燃比補正值部21は、ECU60の空燃比フィードバック制御部で演算されている空燃比補正值afを受けとる。補正值移動平均演算部23は、空燃比補正值afをリフト量移動平均演算部13と同じ周期にわたって移動平均する。空燃比補正值afおよびその移動平均値は、差分演算部25に入力され、空燃比補正值afとその平均値との差、すなわち偏差dafが算出される。偏差dafは、リフト量の偏差dltとともに内積演算部27に入力され、内積が演算される。すなわち、内積演算部27では、次の式に示す演算が、たとえば1秒周期で、逐次進められる。

30

【数5】

$$DLT \cdot DAF = \sum_{k=0}^{n-1} dlt_k \cdot daf_k \quad (6)$$

40

【0028】

この内積演算は、2乗積算部17で算出される値が予め定めた値に達するまでを1サイクルとして進められる。すなわち、(6)式での添え字n-1は、2乗演算部17の出力値がしきい値に達したときの、サンプル値に対応する。偏差の2乗積算は、統計学上の分散の目安を示す。この実施例では、還流弁のリフト量の分散が所定の値に達するまでの期間を内積演算の1サイクルとして用いている。分散が小さい状態では、リーク判定を変更しなければならない事態は発生していないからである。代替的には、予め定めた固定の期間を1サイクルとすることもできる。

【0029】

50

還流弁のリフト量の分散が所定の値に達したときの内積演算部27の出力は、ホールド部29に送られ、その値が次に更新されるまでホールドされる。リーク判定部31は、ホールド部29にホールドされた内積の値が予め定めたしきい値を超えると、還流系にリークがあると判定し、判定出力を出す。この出力は、ユーザに車両の異常を知らせサービス工場への持ち込みを促すために使用することができる。また、出力の履歴をメモリに保存しておき、車両の故障診断の際に使用することができるようにすることができる。

【0030】

図5は、ホールド部29にホールドされている値の時間変化を示す。横軸は、時間を表し、縦軸は、内積値（擬似相関係数）を表す。図5の波形(A)は、リークがない状態での擬似相関係数を示し、(B)は、還流系に大きなリークを生じている状態での内積値を示している。リークがない状態では、擬似相関係数は、0前後の小さい値となる。リークがある状態では、擬似相関係数は、リークの程度に応じて2から7の値をとることが認められた。

10

【0031】

リーク判定部31は、擬似相関係数の値が所定のしきい値、たとえば2.0または3.0を超えると、還流系にリークがあると判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】エンジンを制御するシステムの全体的な構成を示すブロック図。

【図2】還流系にリークがない状態での空燃比補正值と還流弁のリフト量を示すグラフ。

20

【図3】還流系にリークがある状態での空燃比補正值と還流弁のリフト量を示すグラフ。

【図4】この発明の一実施例のリーク判定装置の構成を示すブロック図。

【図5】種々の状況下での内積値を示す図。

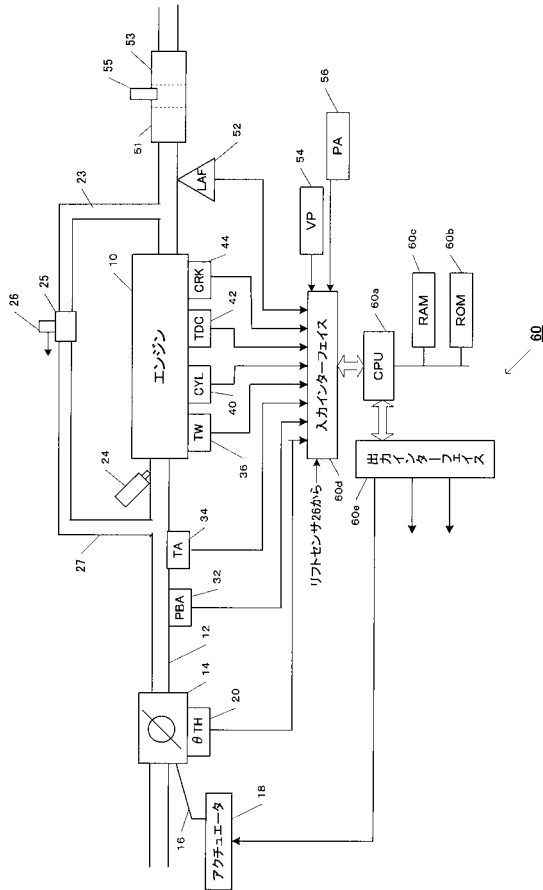
【符号の説明】

【0033】

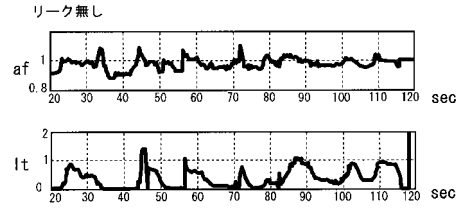
- 1 1 リフト量サンプリング部
- 1 3 リフト量移動平均部
- 1 5 差分演算部
- 2 3 空燃比補正值移動平均部
- 2 5 空燃比補正值差分演算部
- 2 7 内積演算部

30

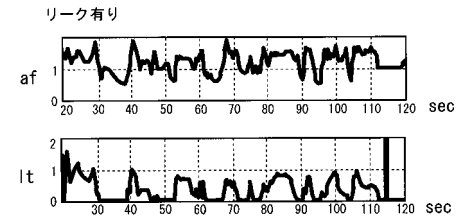
【図1】



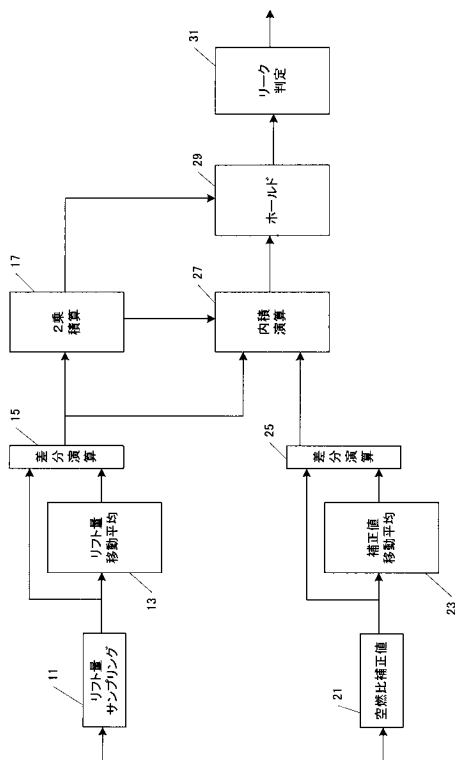
【図2】



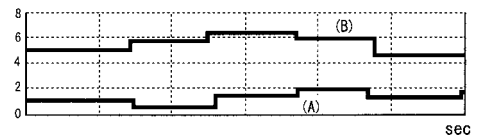
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 特開平07 - 294385 (JP, A)
特開平07 - 318458 (JP, A)
特開平08 - 068362 (JP, A)
特開平11 - 326137 (JP, A)
特開平10 - 019738 (JP, A)
特開2003 - 265408 (JP, A)
特開2000 - 055771 (JP, A)
特許第3097491 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 25/07
F02D 41/00
F02D 45/00