

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4312133号
(P4312133)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl.

FO1N 3/22 (2006.01)
FO2D 45/00 (2006.01)

F 1

FO1N 3/22 301X
FO2D 45/00 310S
FO2D 45/00 345Z

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-256866 (P2004-256866)
 (22) 出願日 平成16年9月3日 (2004.9.3)
 (65) 公開番号 特開2006-70835 (P2006-70835A)
 (43) 公開日 平成18年3月16日 (2006.3.16)
 審査請求日 平成18年8月28日 (2006.8.28)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100112357
 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】二次空気供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化装置よりも上流側に二次空気を供給する二次空気通路と、

前記二次空気通路に設けられていて二次空気を供給するポンプと、

該ポンプを駆動するのに用いられるバッテリと、

該バッテリの電圧値を検出するバッテリ電圧検出手段と、

前記二次空気通路を開閉する少なくとも一つの開閉手段と、

前記ポンプと前記開閉手段との間に配置されていて前記二次空気通路の圧力を検出する圧力センサと、

前記開閉手段の開放時と閉鎖時とにおいて前記圧力センサにより検出された圧力値と圧力変化量とに基づいて前記ポンプおよび前記開閉手段のうちの少なくとも一方の異常を検出する異常検出手段とを具備し、

前記開閉手段の開放時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値と、前記開閉手段の閉鎖時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値との間の電圧変化量が所定の電圧変化量よりも大きい場合には、前記異常検出手段は前記ポンプおよび前記開閉手段のうちの少なくとも一方の異常検出を停止するようにした二次空気供給装置。

【請求項2】

前記所定の電圧変化量は、前記二次空気供給装置が設けられた内燃機関の機関回転数と

、該内燃機関の機関負荷と、前記バッテリの電圧値とのうちの少なくとも一つに応じて定められる請求項 1 に記載の二次空気供給装置。

【請求項 3】

前記開閉手段の開放時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値と、前記開閉手段が開放する直前における前記開閉手段の閉鎖時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値との間の電圧変化量が所定の電圧変化量よりも大きい場合には、前記異常検出手段は前記ポンプおよび前記開閉手段のうちの少なくとも一方の異常検出を停止するようにした請求項 1 に記載の二次空気供給装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化装置よりも上流側に二次空気を供給する二次空気供給装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関においては、排気通路に酸化機能を有する触媒を配置し、排気ガス中の一酸化炭素（以下、「CO」と称する）、ハイドロカーボン（以下、「HC」と称する）、窒素酸化物（以下、「NO_x」と称する）成分を低減して浄化を図るようにした排気浄化装置を設けることが知られている。さらに、排気通路に接続された開閉弁を有する二次空気供給通路にエアポンプから空気を圧送することによって、排気管内に二次空気を供給して酸素濃度を高くし、これにより、排気ガス中のHC、COを酸化させて排気ガスの浄化を促進する技術が知られている。

20

【0003】

特許文献 1 には、二次空気の流れる方向に対して上流側から順番にエアポンプ、開閉弁および逆止弁が設けられている二次空気供給通路を備えた二次空気供給装置が開示されている。特許文献 1 における二次空気供給装置はエアポンプと開閉弁との間、または開閉弁と逆止弁との間に圧力センサが設けられている。このような二次空気供給装置においてエアポンプまたは開閉弁などの構成部品に異常が生じる場合には、排気ガスの浄化効率が低下してエミッションが悪化するので、圧力センサにより検出される圧力値および/または圧力変化量に応じて構成部品に異常があるか否かを診断している（特許文献 1 を参照されたい）。

30

【特許文献 1】特開 2003-83048 号公報（第 1 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、内燃機関が搭載される車両は、通常はバッテリを含んでいる。このバッテリは車両の照明装置のために使用されるだけでなく、内燃機関を駆動するためにも使用されている。例えば、バッテリは内燃機関の点火装置に接続され、点火装置を始動するのに使用されている。さらに、バッテリは二次空気供給装置の構成部品、例えばエアポンプおよび/または開閉弁を駆動するためにも使用されている。

40

【0005】

このようなバッテリの電圧は、バッテリに接続された上記部品、つまり、照明装置、点火装置、エアポンプおよび開閉弁などの使用時に一時的に低下し、これら部品の使用を停止すると再び上昇する。このようなバッテリ電圧の低下傾向および上昇傾向は一定ではなく、照明装置などの電気負荷量、点火装置の使用頻度に基づく機関回転数変化、内燃機関に搭載された発電機の容量およびバッテリの容量および劣化度合などに応じて変化する。なお、当然のことながら、バッテリの電圧はこれら部品の使用を繰り返すことにより次第に低下する。

【0006】

50

バッテリの電圧が或る程度低くなると二次空気供給装置の異常検出が誤検出となる可能性が高まっているので、バッテリ電圧が所定の値よりも小さくなつた後は通常は構成部品に関する異常検出は行われていない。

【0007】

しかしながら、バッテリ電圧が所定の値よりも小さくなつたとしても、バッテリはまだ他の用途、例えば点火装置などに利用できるので、当該バッテリは前記所定の値よりもさらに小さい他の所定の値になるまでそのまま使用される。そして、バッテリの電圧が他の所定の値を下回るとバッテリの交換および／または充電が行われ、構成部品の異常検出が再び行われるようになる。つまり、バッテリの電圧が前記所定の値と他の所定の値との間に在る間は構成部品の異常検出は行われないので、バッテリ電圧の値に応じて異常検出が行われるか否かが決定される場合には、構成部品の異常検出の機会が制限される。

10

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、誤検出の発生を抑制しつつ、構成部品の異常検出の機会向上を図ることのできる二次空気供給装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前述した目的を達成するために1番目に記載の発明によれば、内燃機関の排気通路に設けられた排気浄化装置よりも上流側に二次空気を供給する二次空気通路と、前記二次空気通路に設けられていて二次空気を供給するポンプと、該ポンプを駆動するのに用いられるバッテリと、該バッテリの電圧値を検出するバッテリ電圧検出手段と、前記二次空気通路を開閉する少なくとも一つの開閉手段と、前記ポンプと前記開閉手段との間に配置されていて前記二次空気通路の圧力を検出する圧力センサと、前記開閉手段の開放時と閉鎖時において前記圧力センサにより検出された圧力値と圧力変化量とに基づいて前記ポンプおよび／または前記開閉手段の異常を検出する異常検出手段とを具備し、前記開閉手段の開放時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値と、前記開閉手段の閉鎖時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値との間の電圧変化量が所定の電圧変化量よりも大きい場合には、前記異常検出手段による前記ポンプおよび／または前記開閉手段の異常検出を停止するようにした二次空気供給装置が提供される。

20

【0010】

電圧変化量が所定の値よりも大きい場合には二次空気通路を流れる空気についての流量変化量も大きくなり、従って、圧力変化量も大きくなる。前記ポンプおよび／または開閉手段が異常であるか否かの判断は、二次空気通路内の圧力値および／または圧力変化量に基づいて行われるので、電圧変化量が所定の値よりも大きい場合に圧力変化量が、異常検出の結果に影響を与えるのに十分に大きいと判断できる。このため、1番目の発明において、電圧変化量が所定の値よりも大きい場合には、異常検出を停止し、それにより、誤検出が生じるのを抑制することができる。また、1番目の発明においては、バッテリの電圧自体が比較的小さい場合であっても、バッテリの電圧変化量が所定の値よりも小さいのであれば、異常検出を行うことが可能であるので、前記ポンプおよび／または開閉手段に関する異常検出の機会向上を図ることも可能である。

30

【0011】

2番目の発明によれば、1番目の発明において、前記所定の電圧変化量は、前記二次空気供給装置が設けられた内燃機関の機関回転数と、該内燃機関の機関負荷と、前記バッテリの電圧値とのうちの少なくとも一つに応じて定められる。

40

すなわち2番目の発明においては、所定の電圧変化量を比較的簡単な構成で定めることができる。

3番目の発明によれば、1番目の発明において、前記開閉手段の開放時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される前記バッテリの電圧値と、前記開閉手段が開放する直前における前記開閉手段の閉鎖時において前記バッテリ電圧検出手段により検出される

50

前記バッテリの電圧値との間の電圧変化量が所定の電圧変化量よりも大きい場合には、前記異常検出手段は前記ポンプおよび前記開閉手段のうちの少なくとも一方の異常検出を停止するようにした。

【発明の効果】

【0012】

各発明によれば、誤検出の発生を抑制しつつ、構成部品の異常検出の機会向上を図ることができるという共通の効果を奏しうる。

さらに、2番目の発明によれば、所定の電圧変化量を比較的簡単な構成で定めることができるという効果を奏しうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の図面において同一の部材には同一の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これら図面は縮尺を適宜変更している。

【0014】

図1は、本発明に基づく二次空気供給装置を示す概略図である。本発明の二次空気供給装置30は内燃機関1、例えば多気筒V型ガソリンエンジンに取付られている。図1に示されるように内燃機関1の左右両バンクの気筒は相互に独立した排気マニホールド4a、4bを介して排気管7a、7bにそれぞれ連結されている。また、排気管7a、7bには酸化機能を有する触媒を担持した触媒コンバータ5a、5bがそれぞれ設けられている。後述するように、これら触媒コンバータ5a、5bは排気浄化装置としての役目を果たす。さらに、排気管7a、7bの触媒コンバータ5a、5bの上流側には二次空気供給口8a、8bがそれぞれ設けられている。これら二次空気供給口8a、8bは後述する二つの分岐管23a、23bにそれぞれ接続されている。さらに、排気管7a、7bにおいてはO₂センサ6a、6bが触媒コンバータ5a、5bの上流にそれぞれ設けられると共に、O₂センサ16a、16bが触媒コンバータ5a、5bの下流にそれぞれ設けられている。従って、触媒コンバータ5a、5bの上流および下流のO₂濃度を測定することによって、触媒コンバータ5a、5bにおいて消費されたO₂量を算出することが可能となる。一方、内燃機関の左右両バンクの気筒に吸気ガスを供給する吸気管3にはスロットル弁3aが設けられており、この吸気管3はエアクリーナ2に接続されている。エアクリーナ2とスロットル弁3aとの間には空気量(一次空気量)を測定するためのエアフローメータ3bが設けられている。さらに、吸気温度を測定するための温度センサ3cが吸気管3に設けられている。

【0015】

二次空気供給装置30はエアクリーナ20から伸びる空気取入口21を有している。空気取入口21は電動エアポンプ9に接続されており、二次空気供給管22が電動エアポンプ9から伸びている。図示されるように二次空気供給管22は二つの分岐管23a、23bに分岐しており、これら分岐管23a、23bは排気管7a、7bの二次空気供給口8a、8bにそれぞれ接続している。図1に示されるように、二次空気供給管22には制御弁V0が設けられている。さらに、分岐管23aには制御弁V1が設けられており、分岐管23bには制御弁V2が設けられている。図1に示される上流側の制御弁V0は後述するECU50によって二次空気供給管22および分岐管23a、23b内を流れる二次空気量を制御するよう開閉する電磁弁である。また、下流側の制御弁V1、V2は、エアスイッチングバルブ(ASV)またはバキュームスイッチングバルブ(VSV)である。当然のことながら、上流側の制御弁V0がASVまたはVSVであってもよい、下流側の制御弁V1、V2が電磁弁であってもよい。さらに、圧力センサ33が二次空気供給管22において制御弁V0の上流に設けられている。すなわち、図1に示される実施形態においては、圧力センサ33は電動エアポンプ9と制御弁V0との間に配置されている。

【0016】

一方、図1に示される実施例では機関の出力軸に変速機35が連結され、変速機35の

10

20

30

40

50

出力軸 3 6 に電気モータ 3 7 が連結されている。この場合、変速機 3 5 としては、トルクコンバータを具えた通常の自動変速機、各種の無段変速機、或いはクラッチを具えた手動変速機におけるクラッチ操作および変速操作を自動的に行うようにした形式の自動変速機等を用いることができる。

【 0 0 1 7 】

また、変速機 3 5 の出力軸 3 6 に連結された電気モータ 3 7 は機関の駆動力とは別個に駆動力を発生する駆動力発生装置を構成している。図 1 に示される実施例ではこの電気モータ 3 7 は変速機 3 5 の出力軸 3 6 上に取付けられかつ外周面に複数個の永久磁石を取り付けたロータ 3 8 と、回転磁界を形成する励磁コイルを巻設したステータ 3 9 とを具備した交流同期電動機からなる。ステータ 3 9 の励磁コイルはモータ駆動制御回路 4 0 に接続され、このモータ駆動制御回路 4 0 は直流高電圧を発生するバッテリ 4 1 に接続される。このため、図示される内燃機関をハイブリッドエンジンとして使用することが可能である。なお、図 1 等には示さないものの、バッテリ 4 1 は内燃機関 1 が搭載された車両の照明装置、内燃機関 1 の点火装置（図示しない）、スロットル弁 3 a を制御するためのステップモータ（図示しない）、上流側の制御弁 V 0 、および電磁弁である場合には下流側の制御弁 V 1 、V 2 に接続されている。

【 0 0 1 8 】

電子制御ユニット 5 0 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 5 1 によって互いに接続された ROM（リードオンリーメモリ）5 2 、RAM（ランダムアクセスメモリ）5 3 、CPU（マイクロプロセッサ）5 4 、入力ポート 5 5 および出力ポート 5 6 を具備する。図 1 に示されるように触媒コンバータ 5 a 、5 b の上流に設けられた O₂ センサ 6 a 、6 b および触媒コンバータ 5 a 、5 b の下流に設けられた O₂ センサ 16 a 、16 b の出力信号は対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に入力される。また、エアフローメータ 3 b の出力信号も、対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に入力される。さらに、二次空気供給管 2 2 に設けられた圧力センサ 3 3 の出力信号も、対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に入力される。さらに、吸気通路に設けられた温度センサ 3 c 、および機関冷却水の温度センサ（図示しない）からの出力信号も、対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に入力される。アクセルペダル 4 4 にはアクセルペダル 4 4 の踏込み量 L に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 4 5 が接続され、負荷センサ 4 5 の出力電圧は対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に入力される。また、入力ポート 5 5 にはクランクシャフトが例えば 30° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ、いわゆる回転数センサ 4 6 が接続される。一方、出力ポート 5 6 は対応する駆動回路 5 8 を介して内燃機関 1 の燃料噴射弁（図示しない）、スロットル弁 3 a を制御するためのステップモータ（図示しない）、二次空気供給管 2 2 の制御弁 V 0 、分岐管 2 3 a 、2 3 b の制御弁 V 1 、V 2 および電動エアポンプ 9 に接続される。また、入力ポート 5 5 には変速機 3 5 の変速比又は変速段、および出力軸 3 6 の回転数等を表わす種々の信号が入力される。さらに、バッテリ 4 1 の電圧を検出する電圧計 4 2 も対応する A/D 変換器 5 7 を介して入力ポート 5 5 に接続されている。

【 0 0 1 9 】

電気モータ 3 7 のステータ 3 9 の励磁コイルへの電力の供給は通常停止せしめられており、このときロータ 3 8 は変速機 3 7 の出力軸 3 6 と共に回転している。一方、電気モータ 3 7 を駆動せしめるときにはバッテリ 4 1 の直流高電圧がモータ駆動制御回路 4 0 において周波数が f_m で電流値が I_m の三相交流に変換され、この三相交流がステータ 3 9 の励磁コイルに供給される。この周波数 f_m は励磁コイルにより発生する回転磁界をロータ 3 8 の回転に同期して回転させるのに必要な周波数であり、この周波数 f_m は出力軸 3 6 の回転数に基づいて CPU 5 4 で算出される。モータ駆動制御回路 4 0 ではこの周波数 f_m が三相交流の周波数とされる。

【 0 0 2 0 】

一方、電気モータ 3 7 の出力トルクは三相交流の電流値 I_m にほぼ比例する。この電流値 I_m は電気モータ 3 7 の要求出力トルクに基づき CPU 5 4 において算出され、モータ

10

20

30

40

50

駆動制御回路 4 0 ではこの電流値 I_m が三相交流の電流値とされる。また、外力により電気モータ 3 7 を駆動する状態にすると電気モータ 3 7 は発電機として作動し、このとき発生した電力がバッテリ 4 1 に回生される。外力により電気モータ 3 7 を駆動すべきか否かは C P U 5 4 において判断され、外力により電気モータ 3 7 を駆動すべきであると判別されたときにはモータ制御回路 4 0 により電気モータ 3 7 に発生した電力がバッテリ 4 1 に回生されるように制御される。

【 0 0 2 1 】

触媒コンバータ 5 a、5 b 内に配置されていて酸化機能を有する触媒としては、酸化触媒、三元触媒、または吸収された NO_x を放出し還元浄化する吸収還元型 NO_x 触媒を用いることができる。なお、 NO_x 触媒は燃焼室における平均空燃比がリッチになると NO_x を放出する機能を有する。 NO_x 触媒は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウム K、リチウム Li、セシウム Cs のようなアルカリ金属、バリウム Ba、カルシウム Ca のようなアルカリ土類、ランタン La、イットリウム Y のような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金 Pt のような貴金属とが担持されている。

10

【 0 0 2 2 】

この二次空気供給装置 3 0 は、主に冷間始動時等の燃料濃度が高く、空燃比が小さく、かつ排気浄化装置としての触媒コンバータ 5 a、5 b が十分に昇温しておらず、その機能が十分に発揮されにくい状況において使用される。そして、本発明の二次空気供給装置 3 0 は二次空気を二次空気供給口 8 a、8 b から排気管 7 a、7 b に供給するように始動するとき、特に二次空気の供給を一旦停止し、再び二次空気供給のために始動するときに使用されるものである。

20

【 0 0 2 3 】

図 2 は、本発明に基づく二次空気供給装置の構成部品のタイムチャートなどを示す図である。二次空気供給装置 3 0 に備えられた構成部品とは、電動エアポンプ 9、上流側の制御弁 V 0、下流側の第一の制御弁 V 1 および下流側の第二の制御弁 V 2 のことを意味している。以下、図 2 を参照しつつ、二次空気供給装置 3 0 に備えられた構成部品が正常な場合の挙動について簡単に説明する。

【 0 0 2 4 】

図 2 の左方に示されるように、エアポンプ 9 が停止していると共に上流側の制御弁 V 0 ならびに下流側の第一および第二の制御弁 V 1、V 2 が閉鎖している状態、つまり二次空気が二次空気供給管 2 2 に流れていない場合に、二次空気供給装置 3 0 の構成部品の異常判別が開始される。そして、図 2 に示されるように構成部品の異常判別をする際には、はじめに時刻 t_1 においてエアポンプ 9 を駆動する。上流側の制御弁 V 0 は閉鎖しているので、圧力センサ 3 3 により検出される二次空気供給管 2 2 内の圧力は圧力 P_0 から圧力 P_1 まで上昇する。次いで、時刻 t_2 において上流側の制御弁 V 0 のみを開放する。これにより、圧力は一旦低下するものの、下流側の制御弁 V 1、V 2 が閉鎖されているために、圧力はしばらくした後に再び圧力 P_1 まで上昇する。

30

【 0 0 2 5 】

そして、時刻 t_3 において分岐管 2 3 a に設けられた下流側の第一の制御弁 V 1 を開放する。二次空気は分岐管 2 3 a を通って流れようになるので、二次空気供給管 2 2 内の圧力は圧力 P_1 から圧力 P_2 まで低下する。さらに、時刻 t_4 において分岐管 2 3 b に設けられた下流側の第二の制御弁 V 2 を開放すると、二次空気供給管 2 2 内の圧力は圧力 P_2 から圧力 P_3 まで低下する。制御弁 V 2 開放時には制御弁 V 1 が既に開放されていて二次空気が触媒コンバータ 5 a まで流れているので、圧力 P_2 と圧力 P_3 との間の圧力変化量 P' は、圧力 P_1 と圧力 P_2 との間の圧力変化量 P よりも小さい。

40

【 0 0 2 6 】

さらに、時刻 t_5 において下流側の制御弁 V 1、V 2 の両方を閉鎖すると、圧力は圧力 P_1 まで再び上昇する。次いで、時刻 t_6 において上流側の制御弁 V 0 を閉鎖するが、下流側の V 1、V 2 が閉鎖しているために、圧力変化は生じない。その後、エアポンプ 9 を不作動にすると、二次空気供給管 2 2 内の圧力は圧力 P_0 まで低下する。

50

【0027】

図2に示されるバッテリ41の電圧に着目すると、バッテリ41の電圧は時刻t1においてエアポンプ9を駆動することにより初期値E0から大幅に低下する。図1に示される実施形態においては、上流側の制御弁V0が電磁弁であるので、時刻t2において制御弁V0を開放することにより電圧は電圧E0'までさらに低下する。その後は、バッテリ41の電圧は時間の経過に伴って徐々に上昇し、時刻t6において制御弁V0を閉鎖すると共に時刻t7においてエアポンプ9を停止することにより電圧E0付近まで戻る。図2においては、時刻t7以後における電圧が電圧E0まで戻っているように示されているが、実際には時刻t7以後における電圧は初期値E0よりもわずかに低い。

【0028】

10

前述したように上記説明は、二次空気供給装置30の構成部品が正常な場合の動作である。従って、実際に検出された圧力P0、P1、P2、P3および圧力変化量P、P'が、実験などにより予め定められた所定の値よりも大きいか否か、または小さいか否かを判定することにより、これら構成部品のそれぞれが異常であるか否かを判断することができる。

【0029】

ここで、エアポンプ9の異常は、エアポンプ9がON状態のまま不作動にできないON固着と、エアポンプ9がOFF状態のまま起動できないOFF固着とを含んでいる。また、制御弁V0、V1、V2の異常は、制御弁V0、V1、V2のそれぞれが開放状態のまま閉鎖できない開固着と、これら制御弁のそれぞれが閉鎖状態のまま開放できない閉固着とを含んでいる。

20

【0030】

このようなエアポンプ9および制御弁V0、V1、V2の前述した異常のそれぞれを診断するために、これら異常のそれぞれに関する診断プログラムが電子制御ユニット50のROM52またはRAM53に予め格納されている。これら診断プログラムの詳細については説明を省略するが、いずれの場合も前述した圧力P0、P1、P2、P3および圧力変化量P、P'に基づいて二次空気供給装置30の構成部品の異常を判定しているものとする。

【0031】

30

図3および図4は、本発明に基づく二次空気供給装置の動作ルーチンを示すフローチャートである。この動作ルーチン100は、下流側の第一の制御弁V1についての異常、この場合は開固着検出を行うことを望む際に、その異常検出を実際にを行うか否かを判定するプログラムである。

【0032】

図3における動作ルーチン100のステップ101においては、下流側の第一の制御弁V1が開固着であるかを検出する診断プログラムによる異常の検出が終了していないか否かが判定される。異常の検出が終了していない場合にはステップ102に進む。つまり、図3および図4に示される動作ルーチン100は下流側の第一の制御弁V1に関する診断プログラムと並行して実行されるものとする。

【0033】

40

ステップ102においては、二次空気供給制御（添付図面および以下の説明では、単に「AI」と省略する）が現在実行されているか否かが判別される。二次空気供給制御に関するプログラムも別途、電子制御ユニット50のROM52またはRAM53に格納されているものとする。ここで、AIが実行されている場合とは、下流側の制御弁V1、V2の両方が開放していると共に上流側の制御弁V0も開放しており、さらにエアポンプ9が駆動しているために、二次空気が触媒コンバータ5a、5bに供給されている状態を意味している。そして、ステップ102においてAI実行中であると判定された場合にはステップ103に進む。なお、ステップ101において異常検出が終了していると判定された場合、およびステップ102において、AI実行中でないと判定された場合には処理を終了する（図4を参照されたい）。

50

【0034】

次いで、ステップ103においては、上流側の第一の制御弁V1が閉鎖しているか否かが判定される。ステップ103を行うのは、動作ルーチン100は制御弁V1に関する診断プログラムの異常検出を実際に行うか否かを判断するプログラムであるので、制御弁V1の開放状態および閉鎖状態の両方におけるバッテリ41の電圧および二次空気供給管22内の圧力が必要なためである。下流側の第一の制御弁V1が閉鎖している場合には、制御弁V2も閉鎖しているものとする(図2を参照されたい)。ステップ103においては、制御弁V1が閉鎖している場合にはステップ104に進み、制御弁V1が開放している場合には処理を終了する。

【0035】

ステップ104においては、電圧計42により検出されるバッテリ41の現在の電圧Eを閉鎖時電圧E1として取得する。次いで、ステップ105に進み、圧力センサ33により検出される二次空気供給管22内の現在の圧力Pを閉鎖時圧力P1として同様に取得する。閉鎖時電圧E1および閉鎖時圧力P1の取得は下流側の第一の制御弁V1が閉鎖しているときに行うのであるから、図2における時刻t2と時刻t3との間のいずれかの時刻において行われる。ただし、上流側の制御弁V0の開放直後においては空気取入口21内の圧力Pは完全に安定していないので、これら閉鎖時電圧E1および閉鎖時圧力P1の取得は時刻t3の直前に行うのが好ましい。これにより、動作ルーチン100に基づく正確な判断を行うことができる。また、より正確な判断を行うためにこれら閉鎖時電圧E1および閉鎖時圧力P1の取得は同時にに行うことが望まれる。

10

20

【0036】

次いで、ステップ106において下流側の第一の制御弁V1を開放する。このことは、図2に示される時刻t3に対応する。次いで、ステップ107においてタイマ(図示しない)を用いて制御弁V1開放後の時間T1を算出する。そして、ステップ108に進んで、制御弁V1開放後の時間T1が所定の時間T0よりも大きいか否かが判定される。

【0037】

所定の時間T0は制御弁V1の診断プログラムに応じて予め実験等により定められる値であり、制御弁V1が開放してから圧力Pが安定するのに十分な時間であるものとする。図5(a)は、所定の時間T0のマップを示す図である。図5(a)に示されるように、この所定の時間T0は機関負荷Lおよび機関回転数Nの関数として電子制御ユニット50のROM52またはRAM52に格納されている。

30

【0038】

ステップ108において、制御弁V1開放後の時間T1が所定の時間T0よりも大きい場合にはステップ109(図4)に進み、また、時間T1が時間T0よりも大きくない場合には処理を終了する。なお、ステップ108において時間T1が時間T0よりも大きくない場合には、ステップ107に戻り、時間T1が時間T0よりも大きくなるまで処理を繰り返すようにしてもよい。

【0039】

下流側の第一の制御弁V1が開放した後のステップ109においては、電圧計42により検出されるバッテリ41の現在の電圧Eを開放時電圧E2として取得する。開放時電圧E2を取得するときの時刻は、図2における時刻t3よりも後の時刻であり、好ましくは時刻t3と時刻t4との間である。次いで、ステップ110において、閉鎖時電圧E1(ステップ104)から開放時電圧E2を減じることによりバッテリの電圧変化量Eを算出する。

40

【0040】

ここで、図6を参照すると、図6は、内燃機関に搭載されるバッテリの電圧と二次空気供給通路の流量との関係を示す図である。図6における横軸はバッテリの電圧を示しており、縦軸は二次空気供給通路を通る空気の流量を示している。空気の流量は、二次空気供給通路に設けられた圧力センサからの圧力値と、二次空気供給通路の断面積などを用いることにより算出されるものとする。

50

【0041】

図6に示されるように、例えばバッテリの電圧が、図6において比較的大きな電圧E Aから電圧E Bまで低下した場合には、空気流量は流量Q Aから流量Q Bまでわずかながら低下する。一方、バッテリの電圧が比較的小さい電圧E Cから電圧E Dまで低下した場合には、空気の流量は流量Q Cから流量Q Dまで大幅に低下する。図6から分かるように、電圧E Cと電圧E Dとの間の電圧変化量E C - E Dと電圧E Aと電圧E Bとの間の電圧変化量E A - E Bとは等しいものの、電圧変化量E C - E Dに対応する流量変化量Q C - Q Dは、電圧変化量E A - E Bに対応する流量変化量Q A - Q Bよりもかなり大きくなっている。

【0042】

10

また、図7は、二次空気供給通路における二次空気の流量と二次空気の圧力との関係を示す図である。図7においては、横軸は二次空気の圧力を示しており、縦軸は二次空気の流量を示している。図7から分かるように、二次空気の流量は圧力が大きくなるほど指数関数的に増加している。そして、二次空気の流量が流量Q Aから流量Q Bまで変化したときには、二次空気の圧力は圧力P Aから圧力P Bまで低下するものの、その圧力変化量P A - P Bは比較的小さいので、圧力変化量に基づく異常検出の結果に影響を与えない。一方、バッテリ電圧が比較的低い場合において、二次空気の流量が流量Q Cから流量Q Dまで変化したときにの二次空気の圧力変化量P C - P Dは、圧力変化量P A - P Bよりもかなり大きく、異常検出の結果に影響を与え、誤検出となる可能性がある。

【0043】

20

ところが、バッテリ電圧が比較的低い場合に相当する流量Q Dから流量Q Eまで流量がわずかながら低下したとすると、圧力は圧力P Dから圧力P Eまで低下する。図示されるように、圧力P Dと圧力P Eとの間の圧力変化量P D - P Eは比較的小さいので、このような場合には、バッテリ電圧が比較的低い状態であっても、圧力値および圧力変化量に基づいて行われる構成部品の異常判定に影響を与えることはない。つまり、バッテリ電圧が比較的低い状態であっても、電圧変化量が異常判定に影響を与えない程度に小さいのであれば、構成部品の異常判定を行うようにしてもよい。

【0044】

再び図4を参照すると、ステップ111において、電圧変化量E (= E 1 - E 2)が所定の電圧変化量E 0よりも小さいか否かが判定される。所定の電圧変化量E 0は実験などにより予め求められている。図5(b)は所定の電圧変化量E 0のマップを示す図であり、図5(b)に示されるように、所定の電圧変化量E 0は、機関負荷Lおよび電圧E(特に閉鎖時電圧E 1)との関数として、電子制御ユニット50のRAM52またはRAM53にマップの形で記憶されている。なお、機関負荷Lおよび電圧E以外のパラメータ、例えば機関回転数Nを用いた関数から所定の電圧変化量E 0を求めても良く、また機関負荷L、電圧Eおよび機関回転数Nの三つのパラメータについてのマップから所定の電圧変化量E 0を求めても良い。

30

【0045】

そして、ステップ111において電圧変化量Eが所定の電圧変化量E 0よりも小さくない、つまりE > E 0と判定された場合には、ステップ117に進む。この場合には、電圧変化量Eに対応する圧力変化量が異常判定に影響を与えるのに十分に大きいと考えられるので、異常検出自体を停止する。つまり、ステップ117においては、二次空気供給装置30の下流側の第一の制御弁V1に関する異常判定を行わないようとする。電圧変化量Eが所定の電圧変化量E 0よりも小さくない場合には電圧変化量Eに対応する圧力変化量が異常判定に影響を与え、それにより、誤検出が生じる可能性があるが、本発明においてはこのような場合に異常判定を行わないようにすることにより、誤検出の発生を抑制している。

40

【0046】

一方、ステップ111において、電圧変化量Eが所定の電圧変化量E 0よりも小さいと判定された場合にはステップ112に進む。ステップ112においては、制御弁V1

50

が開放した後における二次空気供給管 22 内の圧力、すなわち開放時圧力 P_2 を圧力センサ 33 により検出する。つまり、本発明においては、電圧変化量 E が所定の電圧変化量 E_0 よりも小さく、従って、対応する圧力変化量が異常判定に影響を与えないことを確認した後で、開放時圧力 P_2 を検出している。これにより、制御弁 V1 に関する異常判定を行わないことが確定した場合（ステップ 117）にまで、開放時圧力 P_2 を検出することを避けられる。

【0047】

次いで、ステップ 113 に進み、制御弁 V1 の閉鎖時と開放時における圧力変化量 P ($= P_1 - P_2$) を算出する。次いで、ステップ 114 において、圧力変化量 P が所定の圧力変化量 P_0 よりも大きいか否かが判定される。所定の圧力変化量 P_0 は実験などにより求められている。図 5 (c) は所定の圧力変化量 P_0 のマップを示す図であり、図 5 (c) に示されるように、所定の圧力変化量 P_0 は、機関負荷 L および電圧 E (特に閉鎖時電圧 E_1) との関数として、電子制御ユニット 50 の RAM 52 または RAM 53 にマップの形で記憶されている。なお、機関負荷 L および電圧 E 以外のパラメータ、例えば機関回転数 N を用いた関数から所定の圧力変化量 P_0 を求めても良く、また機関負荷 L 、電圧 E および機関回転数 N の三つのパラメータについてのマップから所定の圧力変化量 P_0 を求めて良い。

【0048】

前述したように下流側の第一の制御弁 V1 が正常である場合には、図 2 に示される圧力変化量 P ($= P_1 - P_2$) は下流側の第二の制御弁 V2 の開閉時における圧力変化量 P' ($= P_2 - P_3$) よりも大きい。従って、圧力変化量 P が所定の圧力変化量 P_0 よりも大きくなないのであれば、ステップ 116 において下流側の第一の制御弁 V1 に異常、例えば開固着が生じているものと判定することができる。一方、圧力変化量 P が所定の圧力変化量 P_0 よりも大きい場合には、ステップ 115 において制御弁 V1 を正常判定する。

【0049】

次いで、ステップ 118 に進み、異常検出を終了する。その後は、ステップ 101 に再び戻り、図 3 および図 4 に示される動作ルーチン 100 を繰り返し処理するようにしてもよい。

【0050】

動作ルーチン 100 においては、下流側の第一の制御弁 V1 が開固着であるか否かの異常判定のみが行われる。他の異常判定、つまり第一の制御弁 V1 についての閉固着、上流側の制御弁 V0 および下流側の第二の制御弁 V2 についての開固着および閉固着、ならびにエアポンプ 9 の ON 固着および OFF 固着については、動作ルーチン 100 と同様な別のプログラムによって異常検出されるものとする。

【0051】

これらのプログラムについては詳述しないが、制御弁 V0、V1、V2 の異常を検出するときにはこれら各制御弁の開放時および閉鎖時の圧力ならびに開放時と閉鎖時との間の圧力変化量を算出し、これらをそれぞれの所定の値と比較することにより、異常検出をそれぞれ行うものとする。同様に、エアポンプ 9 の異常を検出する際には、いずれかの制御弁の開放時および閉鎖時における圧力ならびに開放時と閉鎖時との間の圧力変化量を算出し、これらをそれぞれの所定の値と比較することにより、異常検出を行うものとする。

【0052】

このように本発明の動作ルーチン 100 におけるステップ 111 においては電圧変化量 E が所定の値 E_0 よりも小さいか否かのみを検出してあり、閉鎖時電圧 E_1 および / または開放時電圧 E_2 自体が所定の値よりも大きいか否かまでは判別していない。つまり、閉鎖時電圧 E_1 および / または開放時電圧 E_2 が比較的小さい場合であっても、電圧変化量 E が対応する所定の電圧変化量 E_0 よりも小さければ、制御弁 V1 に関する異常判定は行われる。前述したように従来技術においては電圧 E が所定の値よりも小さい場合には異常判定を行わないようになっていたので、二次空気供給装置 30 の構成部品に異常が

10

20

30

40

50

あるか否かを検出すること自体ができなかった。ところが、本発明においては、電圧変化量 E が所定の範囲内に在れば電圧 E が比較的小さい場合であっても異常判定が行われ、それにより、異常検出の機会を向上させることが可能となる。

【0053】

また、本発明の動作ルーチン 100 におけるステップ 111 においては閉鎖時電圧 E_1 および / または開放時電圧 E_2 が比較的大きい場合であっても、電圧変化量 E が対応する所定の電圧変化量 E_0 よりも小さくないときには、異常検出を停止するようにしている。電圧変化量 E が対応する所定の電圧変化量 E_0 以上である場合には圧力変化量 P が大きくなつて異常検出が誤検出となる可能性があるものの、本発明においては閉鎖時電圧 E_1 および / または開放時電圧 E_2 が比較的大きい場合に生じうる誤検出も同時に抑制することが可能である。 10

【0054】

図 1 を参照して本発明の二次空気供給装置 30 について説明したが、二次空気供給装置 30 を搭載できる内燃機関は図 1 に示されるような左右両バンクに分けられる多気筒 V 型ガソリンエンジンに限定されない。図 8 は、本発明の二次空気供給装置を搭載可能な他の内燃機関を示す図である。図 8 に示されるように、この場合の内燃機関 1 は単一のバンクとなる構成であり、吸気管 3 から伸びる吸気マニホールド 3d が内燃機関 1 の一側に接続されていると共に排気マニホールド 4 が内燃機関 1 の他側に接続されている。

【0055】

図 8 における二次空気供給装置 30' は空気取入口 21 と電動エアポンプ 9 と二次空気供給管 22 とを備えており、二次空気供給管 22 には圧力センサ 33 と制御弁 V0 とが上流側から順番に設けられている。さらに、二次空気供給管 22 には制御弁 V3 が制御弁 V0 の下流に設けられており、二次空気供給管 22 は内燃機関 1 の排気管 7 に接続している。図示されるように排気管 7 には酸化機能を有する触媒を担持した触媒コンバータ 5 が設けられており、O₂ センサ 6、16 が触媒コンバータ 5 の上流および下流に設けられている。 20

【0056】

図 8 においては理解を容易にするために ECU 50' を省略しているが、ECU 50' は図 1 に示される ECU 50 と同様の構成であるものとする。また、圧力センサ 33 の位置および制御弁 V0、V3 の数については問わず、例えば制御弁 V3 が存在しない場合であっても、圧力センサ 33 により検出される二次空気供給管 22 内の圧力値および圧力変化量に基づいて、二次空気供給装置 30' の構成部品、つまりエアポンプ 9、制御弁 V0 の異常検出を行うことのできる構成であれば、本発明を適用できるものとする。 30

【0057】

そして、このような構成の二次空気供給装置 30' においても、バッテリ 41 (図 8 には示さない) の電圧を電圧計 42 (図 8 には示さない) により検出し、電圧変化量が所定の電圧変化量よりも大きい場合に異常検出を停止することは、本発明の範囲に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】本発明に基づく二次空気供給装置を示す概略図である。 40

【図 2】本発明に基づく二次空気供給装置の構成部品のタイムチャートなどを示す図である。

【図 3】本発明に基づく二次空気供給装置の動作ルーチンを示すフローチャートである。

【図 4】本発明に基づく二次空気供給装置の動作ルーチンを示すフローチャートである。

【図 5】(a) 所定の時間 T_0 のマップを示す図である。(b) 所定の電圧変化量 E_0 のマップを示す図である。(c) 所定の圧力変化量 P_0 のマップを示す図である。

【図 6】内燃機関に搭載されるバッテリの電圧と二次空気供給通路の流量との関係を示す図である。

【図 7】二次空気供給通路における二次空気の流量と二次空気の圧力との関係を示す図である。 50

【図8】本発明の二次空気供給装置を搭載可能な他の内燃機関を示す図である。

【符号の説明】

【0059】

1 内燃機関

5a、5b 触媒コンバータ

7a、7b 排気管

21 空気取入管

22 二次空気供給管

23a、23b 分岐管

30、30' 二次空気供給装置

10

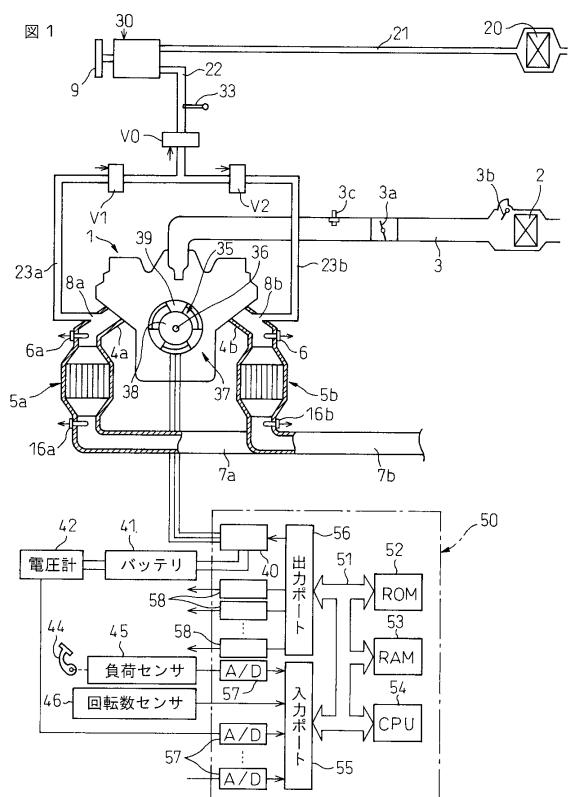
E1 開放時電圧

E2 閉鎖時電圧

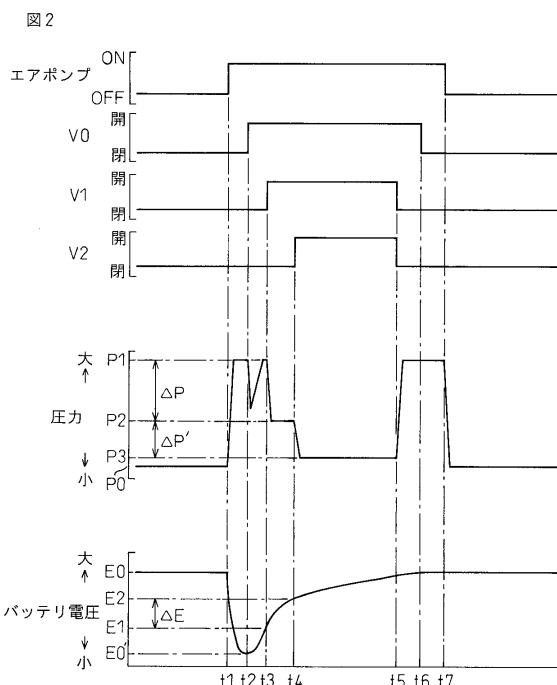
E 電圧変化量

E0 所定の電圧変化量

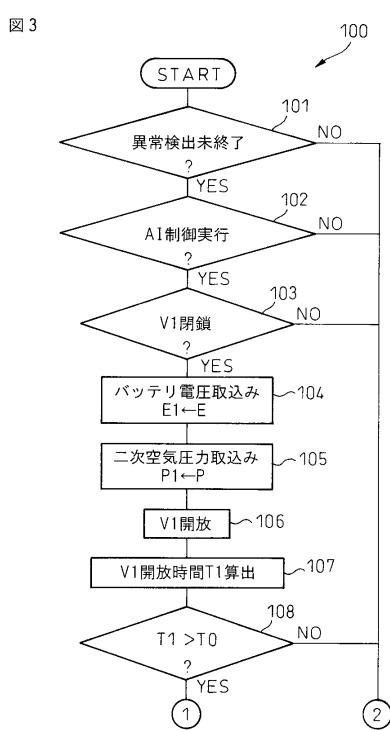
【図1】



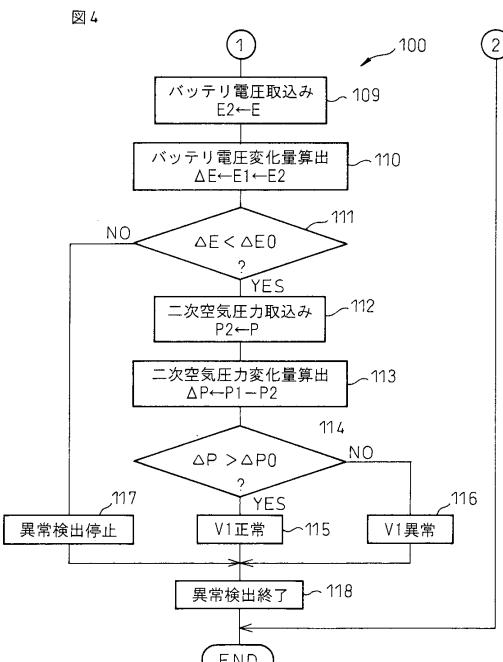
【図2】



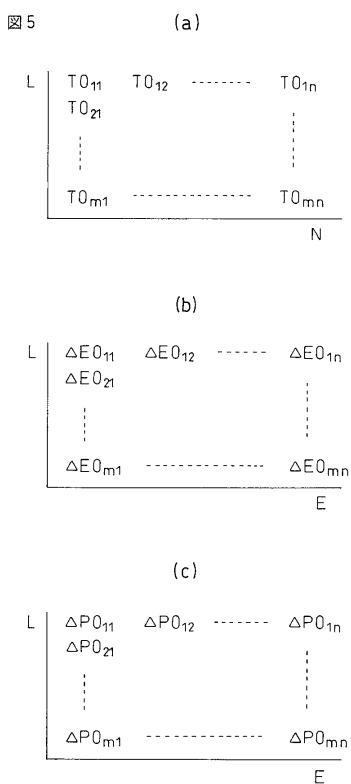
【図3】



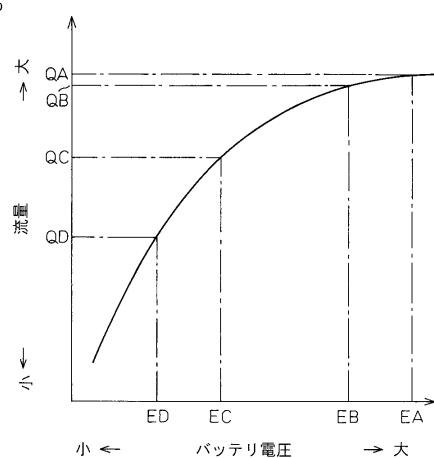
【 図 4 】



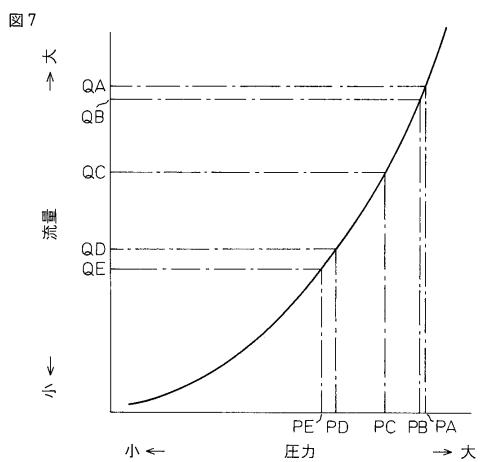
【図5】



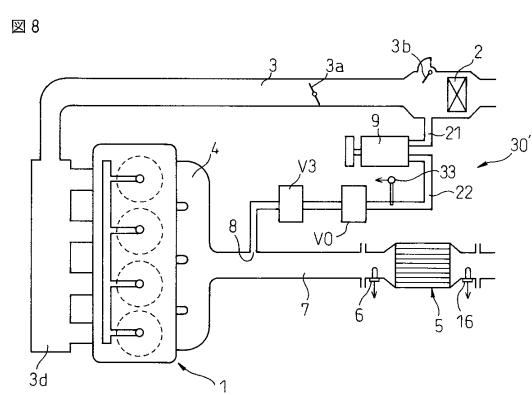
【 四 6 】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(74)代理人 100082898
弁理士 西山 雅也

(72)発明者 大井 康広
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 大塚 郁
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 近藤 真也
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小山 裕靖
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 永田 哲治
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開平09-112253(JP,A)
特開平09-137718(JP,A)
特開平11-072016(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01N 3 / 22
F 02D 45 / 00