

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-8097

(P2010-8097A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
GO 1 N 27/12 (2006.01) GO 1 N 27/12 A 2 GO 4 6
 GO 1 N 27/46 (2006.01) GO 1 N 27/46 3 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-164803 (P2008-164803)	(71) 出願人	000003609
(22) 出願日	平成20年6月24日 (2008. 6. 24)		株式会社豊田中央研究所
			愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1
		(71) 出願人	000003207
			トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(72) 発明者	榊原 清美
			愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

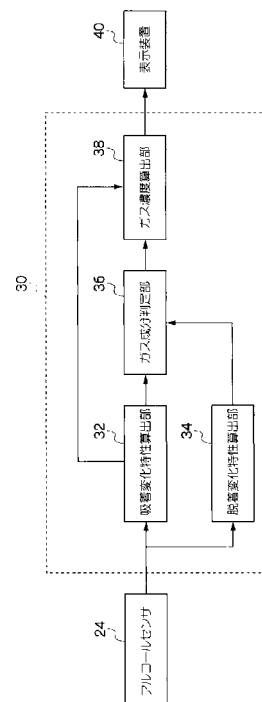
(54) 【発明の名称】 ガス検出装置

(57) 【要約】

【課題】持続時間の短いガスであっても、簡易な処理で、検出対象のガス成分の濃度を精度よく検出することができるようにする。

【解決手段】アルコールセンサ24によって、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度に応じた検出信号を出力する。吸着変化特性算出部32によって、アルコールセンサ24の検出信号の変化開始からピークまでの時間を算出し、脱着変化特性算出部34によって、アルコールセンサ24の検出信号のピークから変化終了までの時間を算出する。そして、ガス成分判定部36によって、検出信号の変化開始からピークまでの時間とピークから変化終了までの時間との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれるか否かを判定する。検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、ガス濃度算出部38によって、検出対象の気体中に含まれるエタノールガス成分の濃度を算出する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、前記ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力するガスセンサと、

前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を含む複数種類の変化特性を算出する変化特性算出手段と、

前記変化特性算出手段によって算出された前記複数種類の変化特性に基づいて、前記検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段によって前記検出対象の気体中に前記検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出対象の気体中に含まれる前記検出対象のガス成分の濃度を検出するガス濃度検出手段と、

を含むガス検出装置。

【請求項 2】

各々ガス成分に対する感度が異なると共に、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、前記ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力する 2 つのガスセンサと、

一方の前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を算出する第 1 変化特性算出手段と、

他方の前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を算出する第 2 変化特性算出手段と、

前記第 1 変化特性算出手段によって算出された前記変化特性と前記第 2 変化特性算出手段によって算出された前記変化特性とを比較して、前記検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段によって前記検出対象の気体中に前記検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出対象の気体中に含まれる前記検出対象のガス成分の濃度を検出するガス濃度検出手段と、

を含むガス検出装置。

【請求項 3】

前記変化特性算出手段は、前記複数種類の変化特性として、前記検出信号の変化開始から前記検出信号がピークとなるまでの時間、及び前記検出信号がピークとなってから前記検出信号の変化終了までの時間を算出する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 4】

前記変化特性算出手段は、前記複数種類の変化特性として、前記検出信号のピークの高さ、及び前記検出信号がピークとなってから前記検出信号の変化終了までの時間を算出する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 5】

前記変化特性算出手段は、前記複数種類の変化特性として、前記検出信号の変化開始から変化終了までにおける前記検出信号の変化率の最大値及び最小値を算出する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 6】

前記変化特性算出手段は、前記複数種類の変化特性として、前記検出信号がピークとなるように変化しているときの前記検出信号の第 1 変化パターン、及び前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の第 2 変化パターンを算出し、

前記判定手段は、前記第 1 変化パターンに基づいて、前記検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に前記ガスセンサから出力される前記検出信号を予測すると共に、前記第 2 変化パターンに基づいて、前記検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に前記ガスセンサから出力される前記検出信号を予測する予測手段を備え、前記予測手段によって予測された前記検出信号に基づいて、前記検出対象の気体中に前記検出対

10

20

30

40

50

象のガス成分が含まれるか否かを判定する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 7】

前記検出信号の変化特性を、前記検出信号がピークとなってから前記検出信号の変化終了までの時間、前記検出信号の変化開始から変化終了までにおける前記検出信号の変化率の最小値、及び前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化パターンの少なくとも 1 つとした請求項 2 記載のガス検出装置。

【請求項 8】

前記検出信号の変化特性を、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化パターンとし、

前記判定手段は、前記第 1 変化特性算出手段によって算出された前記変化パターンに基づいて、前記検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に前記一方のガスセンサから出力される前記検出信号を予測すると共に、前記第 2 変化特性算出手段によって算出された前記変化パターンに基づいて、前記検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に前記他方のガスセンサから出力される前記検出信号を予測する予測手段を備え、前記予測手段によって予測された前記検出信号の各々を比較して、前記検出対象の気体中に前記検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する請求項 7 記載のガス検出装置。

10

【請求項 9】

前記ガスセンサを、酸化物半導体ガスセンサとした請求項 1～請求項 8 の何れか 1 項記載のガス検出装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス検出装置に係り、特に、運転者の呼気に含まれるアルコールの濃度を検出することができるガス検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特性の異なる複数のガスセンサの出力の組み合わせについて、情報装置によりパターン認識を行うことによりガス識別能力を向上させたガス識別装置が知られている（特許文献 1）。

【0003】

30

また、酸化物半導体ガスセンサを周期的に温度変化させ、温度変化に対する応答波形のパラメータからガス種を決定するガス検出装置が知られている（特許文献 2）。

【特許文献 1】特開平 6 - 242039 号公報

【特許文献 2】特開平 7 - 311170 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、上記の特許文献 1 に記載の技術では、パターン認識のための複雑な情報処理を必要とし、また、ガスセンサからの出力パターンが予め記憶された出力パターンにあてはまらない場合には対応することができないため、精度よくガス濃度を検出することができない、という問題がある。

40

【0005】

上記の特許文献 2 に記載の技術では、センサ温度を周期的に変化させるため、目的とするガスが、人の呼気のように持続時間の短い一過性のガスである場合には、十分対応することができず、精度よくガス濃度を検出することができない、という問題がある。

【0006】

本発明は、上記問題点を解消するためになされたもので、持続時間の短いガスであっても、簡易な処理で、検出対象のガス成分の濃度を精度よく検出することができるガス検出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】

50

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、第 1 の発明のガス検出装置は、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、前記ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力するガスセンサと、前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を含む複数種類の変化特性を算出する変化特性算出手段と、前記変化特性算出手段によって算出された前記複数種類の変化特性に基づいて、前記検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段によって前記検出対象の気体中に前記検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出対象の気体中に含まれる前記検出対象のガス成分の濃度を検出するガス濃度検出手段とを含んで構成されている。

10

【 0 0 0 8 】

第 1 の発明のガス検出装置によれば、ガスセンサによって、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力する。変化特性算出手段によって、ガスセンサより出力された検出信号に基づいて、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を含む複数種類の変化特性を算出する。

【 0 0 0 9 】

そして、判定手段によって、変化特性算出手段によって算出された複数種類の変化特性に基づいて、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する。ガス濃度検出手段によって、判定手段によって検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、ガスセンサより出力された検出信号に基づいて、検出対象の気体中に含まれる検出対象のガス成分の濃度を検出する。

20

【 0 0 1 0 】

このように、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を含む複数種類の変化特性に基づいて、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、検出対象のガス成分の濃度を検出することにより、持続時間の短いガスであっても、簡易な処理で、検出対象のガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【 0 0 1 1 】

第 2 の発明に係るガス検出装置は、各々ガス成分に対する感度が異なると共に、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、前記ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力する 2 つのガスセンサと、一方の前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を算出する第 1 変化特性算出手段と、他方の前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の変化特性を算出する第 2 変化特性算出手段と、前記第 1 変化特性算出手段によって算出された前記変化特性と前記第 2 変化特性算出手段によって算出された前記変化特性とを比較して、前記検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段によって前記検出対象の気体中に前記検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、前記ガスセンサより出力された前記検出信号に基づいて、前記検出対象の気体中に含まれる前記検出対象のガス成分の濃度を検出するガス濃度検出手段とを含んで構成されている。

30

40

【 0 0 1 2 】

第 2 の発明のガス検出装置によれば、各々ガス成分に対する感度が異なる 2 つのガスセンサによって、検出対象の気体中に含まれるガス成分の濃度が高くなるに従ってレベルが高くなり、かつ、前記ガス成分の濃度が低くなるに従ってレベルが低下する検出信号を出力する。第 1 変化特性算出手段によって、一方の前記ガスセンサより出力された検出信号に基づいて、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を算出する。また、第 2 変化特性算出手段によって、他方のガスセンサより出力された検出信号に基づいて、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を算出する。

50

【 0 0 1 3 】

そして、判定手段によって、第 1 変化特性算出手段によって算出された変化特性と第 2 変化特性算出手段によって算出された変化特性とを比較して、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定する。ガス濃度検出手段によって、判定手段によって検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、ガスセンサより出力された検出信号に基づいて、検出対象の気体中に含まれる検出対象のガス成分の濃度を検出する。

【 0 0 1 4 】

このように、2つのガスセンサの各々の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を比較して、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、検出対象のガス成分の濃度を検出することにより、持続時間の短いガスであっても、簡易な処理で、検出対象のガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

10

【 0 0 1 5 】

第 1 の発明に係る変化特性算出手段は、複数種類の変化特性として、検出信号の変化開始から検出信号がピークとなるまでの時間、及び検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間を算出することができる。

【 0 0 1 6 】

第 1 の発明に係る変化特性算出手段は、複数種類の変化特性として、検出信号のピークの高さ、及び検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間を算出することができる。

20

【 0 0 1 7 】

第 1 の発明に係る変化特性算出手段は、複数種類の変化特性として、検出信号の変化開始から変化終了までにおける検出信号の変化率の最大値及び最小値を算出することができる。

【 0 0 1 8 】

第 1 の発明に係る変化特性算出手段は、複数種類の変化特性として、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の第 1 変化パターン、及び検出信号がピークとなった以降の前記検出信号の第 2 変化パターンを算出し、判定手段は、第 1 変化パターンに基づいて、検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合にガスセンサから出力される検出信号を予測すると共に、第 2 変化パターンに基づいて、検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合にガスセンサから出力される検出信号を予測する予測手段を備え、予測手段によって予測された検出信号に基づいて、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定することができる。

30

【 0 0 1 9 】

第 2 の発明に係る検出信号の変化特性を、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間、検出信号の変化開始から変化終了までにおける検出信号の変化率の最小値、及び検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンの少なくとも 1 つとすることができる。

【 0 0 2 0 】

第 2 の発明に係る検出信号の変化特性を、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンとし、判定手段は、第 1 変化特性算出手段によって算出された変化パターンに基づいて、検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に一方のガスセンサから出力される検出信号を予測すると共に、第 2 変化特性算出手段によって算出された変化パターンに基づいて、検出対象の気体中にガス成分が持続して含まれる場合に他方のガスセンサから出力される検出信号を予測する予測手段を備え、予測手段によって予測された検出信号の各々を比較して、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれるか否かを判定することができる。

40

【 0 0 2 1 】

上記のガスセンサを、酸化物半導体ガスセンサとすることができる。

【 発明の効果 】

50

【 0 0 2 2 】

以上説明したように本発明によれば、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を含む複数種類の変化特性に基づいて、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、又は、2つのガスセンサの各々の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化特性を比較して、検出対象の気体中に検出対象のガス成分が含まれると判定された場合に、検出対象のガス成分の濃度を検出することにより、持続時間の短いガスであっても、簡易な処理で、検出対象のガス成分の濃度を精度よく検出することができる、という効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 3 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本実施の形態では、ドライバの呼気からアルコールの一種であるエタノールの濃度を検出するエタノール濃度検出装置に、本発明を適用した場合を例に説明する。

【 0 0 2 4 】

図1に示すように、第1の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置10は、運転席に設けられたステアリングコラム12の、ドライバの呼気が到達可能な位置に取り付けられている。エタノール濃度検出装置10は、先端部に拡張した吸い込み口20Aが形成された細長円筒状の呼気導入管20を備えており、呼気導入管20の中間部の内部には、酸化物半導体を用いてエタノールガスの濃度を検出する酸化物半導体ガスセンサであるアルコールセンサ24が取り付けられている。

【 0 0 2 5 】

図2に示すように、呼気導入管20の内部であって、アルコールセンサ24より吸い込み口20A側には、ドライバの呼気を吸い込み口20Aから吸い込むために駆動される吸い込みファン22が設けられている。

【 0 0 2 6 】

アルコールセンサ24は、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノールガスを検出するセンサであり、例えば、金属酸化物半導体を用いたTGS2620（フィガロ技研社製、商品名）を使用することができ、図3に示すような回路で構成されている。アルコールセンサ24では、ヒーター電圧 V_H と回路電圧 V_C が印加され、センサ抵抗 R_S に直列に接続された負荷抵抗 R_L の両端電圧 V_{OUT} を、検出信号として出力する。従って、アルコールセンサ24は、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノールガスの濃度が高くなるに従って、レベルが高い検出信号を出力し、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノールガスの濃度が低くなるに従って、レベルが低い検出信号を出力する。

【 0 0 2 7 】

また、アルコールセンサ24は、ガス成分の選択性が比較的低く、エタノールガス以外に、例えば、水素、一酸化炭素、メタン、イソブタンなどに感度を有し、各々のガス成分に対して異なる感度特性を有している。

【 0 0 2 8 】

この実施の形態によれば、吸い込みファン22を駆動することにより、ドライバから吐き出された呼気は呼気導入管20の吸い込み口20Aから呼気導入管20内に吸入されると共に、呼気が空気と混合されることで任意に希釈され、アルコールセンサ24へ一定流速で到達する。そして、呼気は、アルコールセンサ24に接触した後、呼気導入管20の外に排出される。

【 0 0 2 9 】

アルコールセンサ24に感度を有するガス成分がアルコールセンサ24に接触することにより、アルコールセンサ24によって気体中のガス成分の濃度に応じた検出信号が出力される。アルコールセンサ24から出力された検出信号は、後述するエタノール濃度判定器に入力され、入力された検出信号に基づいて、検出対象のガス成分としてのエタノールガス成分の濃度が検出される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

図 4 に示すように、エタノール濃度検出装置 1 0 は、アルコールセンサ 2 4 に接続され、かつ、エタノールガス成分の濃度を検出して、表示装置 4 0 に表示させるエタノール濃度判定器 3 0 を備えている。

【 0 0 3 1 】

エタノール濃度判定器 3 0 は、アルコールセンサ 2 4 からの検出信号に基づいて、ガス吸着時の検出信号の変化特性を算出する吸着変化特性算出部 3 2 と、アルコールセンサ 2 4 からの検出信号に基づいて、ガス脱着時の検出信号の変化特性を算出する脱着変化特性算出部 3 4 と、算出されたガス吸着時の検出信号の変化特性とガス脱着時の検出信号の変化特性との比が所定範囲内であるか否かにより、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれているか否かを判定するガス成分判定部 3 6 と、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれている場合に、ガス吸着時の検出信号の変化特性に基づいて、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中のエタノールガスの濃度を算出するガス濃度算出部 3 8 とを備えている。

【 0 0 3 2 】

吸着変化特性算出部 3 2 は、呼気が導入され、導入された呼気に対する応答として、アルコールセンサ 2 4 からの検出信号が変化することを検知すると、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化開始から検出信号がピークとなるまでの時間（図 5 の $T_{t_{h1}-p}$ 参照）を算出すると共に、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

【 0 0 3 3 】

上記の検出信号の変化開始から検出信号がピークとなるまでの時間は以下のように算出される。検出信号の時系列変化から、検出信号の値が閾値 C_{th} （例えば、ベース値 + 0.2 V）を超えたときを、検出信号の変化開始時間 $t_{t_{h1}}$ として検出し、検出信号がピークとなるときを、ピーク最大値時間 t_p として検出する。そして、以下の（1）式に従って、検出信号の変化開始から検出信号がピークとなるまでの時間 $T_{t_{h1}-p}$ を算出する。

$$\text{変化開始からピークとなるまでの時間 } T_{t_{h1}-p} = \text{ピーク最大値時間 } t_p - \text{変化開始時間 } t_{t_{h1}} \quad \cdots (1)$$

【 0 0 3 4 】

脱着変化特性算出部 3 4 は、アルコールセンサ 2 4 からの検出信号が変化することを検知すると、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間（図 5 の $T_{p-t_{h2}}$ 参照）を算出する。

【 0 0 3 5 】

上記の検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間は以下のように算出される。検出信号の時系列変化から、検出信号がピークとなるときを、ピーク最大値時間 t_p として検出し、検出信号の値が閾値 C_{th} まで低下したときを、検出信号の変化終了時間 $t_{t_{h2}}$ として検出する。そして、以下の（2）式に従って、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間 $T_{p-t_{h2}}$ を算出する。

$$\text{ピークから変化終了までの時間 } T_{p-t_{h2}} = \text{変化終了時間 } t_{t_{h2}} - \text{ピーク最大値時間 } t_p \quad \cdots (2)$$

【 0 0 3 6 】

ここで、本実施の形態の原理について説明する。人の呼気のように、持続時間の短い（数秒以内）一過性のガスを対象としたガス測定において、酸化物半導体センサのように比較的選択性が低いセンサを用いて、ガス成分の濃度を検出する場合には、ガス成分によるセンサの応答に違いが生じにくいいため、検出対象のガス成分でないガス成分によるセンサ応答に基づいて、検出対象のガス成分の濃度を誤って検出してしまう恐れがある。

【 0 0 3 7 】

また、一つのガスセンサからの検出信号の変化パターンの特徴のうち、変化開始からピ

10

20

30

40

50

ークまでの検出信号の変化特性、すなわちガス吸着時の変化特性は、ガス成分の吸着特性のみならず、ガス拡散、反応の特性を反映するため、ガス成分の種類による違いが生じにくい。一方、ピークから変化終了までの検出信号の変化特性、すなわちガス脱着時の変化特性は、主にガス成分の脱着特性を反映しており、一定流速下における一過性のガスに対する検出信号の変化特性であっても、ガス成分の種類による違いが生じやすい。

【 0 0 3 8 】

このため、ガスセンサからの検出信号のガス吸着時の変化特性に対するガス脱着時の変化特性を指標化することにより、ガス濃度などの条件にかかわらず、目的のガス成分が存在するか否かを判定することができる。

【 0 0 3 9 】

そこで、本実施の形態では、ガス成分判定部 3 6 において、算出された検出信号の変化開始からピークとなるまでの時間と、検出信号のピークから変化終了までの時間との比が、以下の (3) 式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の (3) 式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

$$A_1 < T_{th1} - p / T_p - t_{h2} < A_2 \quad \dots (3)$$

【 0 0 4 0 】

なお、閾値 A_1 には、例えば、1.5 ~ 2 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 A_1 として、1.7 が設定されている。また、閾値 A_2 は、例えば、2 ~ 2.5 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 A_2 として、2.3 が設定されている。

【 0 0 4 1 】

ガス濃度算出部 3 8 は、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定された場合に、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中に含まれるエタノールガス成分の濃度を算出する。

【 0 0 4 2 】

ここで、エタノールガス成分の濃度を算出する原理について説明する。本実施の形態で用いるアルコールセンサは、アルコール成分の濃度を、センサ表面の酸素とアルコールが反応することにより変化するセンサ抵抗の抵抗値として捉えているという特徴がある。このことから、センサからの出力値は、アルコールと酸素との反応速度に比例すると考えられる。そのため、酸化物半導体センサの過度応答のモデル化は、アルコールと酸素との反応速度の時間変化をモデル化することにより実現することができる。

【 0 0 4 3 】

反応速度に関しては、ミカエリス・メンテン式を用いることにより、平衡状態における濃度との関係をモデル化できることがよく知られている。このモデル化の方法によれば、反応速度 v が、以下の (4) 式で表される。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad \dots (4)$$

【 0 0 4 5 】

ただし、 $[S]$ はアルコール濃度を表わし、 V_{\max} 、 K_m は、反応によって決まるパラメータである。

【 0 0 4 6 】

上記 (4) で表わされるモデルは、平衡状態におけるモデルであることから、過渡応答での反応速度を上手くモデル化できていない。そこで、ミカエリス・メンテン式を基に、

10

20

30

40

50

以下のような仮定をおくことにより、過渡期の反応速度をモデル化する。

1. センサ周辺のアルコール濃度の変化に比べ、十分速く平衡状態に達する。つまり反応速度の変化は、センサ周辺の濃度変化にのみによって引き起こされる。

2. センサ周辺のアルコール濃度の変化は、装置入り口を一定濃度とした場合、以下の(5)式で表される一次元拡散方程式に従う。

【0047】

【数2】

$$[S] = C_1 \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\lambda_1 t}}\right) \quad \dots (5) \quad 10$$

【0048】

ただし、 λ_1 は拡散係数、 x は装置入り口からの距離、 t は時間、 C_1 は入り口濃度、 erfc は相補誤差関数である。

3. センサの反応遅れは、以下の(6)式で表される n 次遅れ式により表現できる。

【0049】

【数3】

$$1 - \sum_{i=0}^n \left(\frac{\lambda_2^{i-1} t^{i-1}}{i!} \exp(-\lambda_2 t) \right) \quad \dots (6) \quad 20$$

【0050】

ただし、 λ_2 は、時定数である。

【0051】

上記1. ~ 3. の仮定に基づいてセンサ値の時間変化をモデル化すると、以下の(7)式で表わすことができる。

【0052】

【数4】

$$f(t) = \frac{V_{\max} C_1 \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\lambda_1 t}}\right)}{K_m + C_1 \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\lambda_1 t}}\right)} \left(1 - \sum_{i=0}^n \left(\frac{\lambda_2^{i-1} t^{i-1}}{i!} \exp(-\lambda_2 t) \right) \right) \quad \dots (7) \quad 30$$

【0053】

上記の相補誤差関数を計算するためには、繰り返し計算が必要である。そのため、ここでは、非常に簡単な近似として以下の(8)式を用いて濃度の推定を行う。

【0054】

【数5】

$$f(t) = \frac{at}{b+t} \left(1 - \sum_{i=0}^3 \left(\frac{c^{i-1} t^{i-1}}{i!} \exp(-ct) \right) \right) \quad \dots (8) \quad 40$$

【0055】

ただし、 a 、 b 、 c は、システム同定から得られるパラメータとする。また、上記(8)式を用いることにより、システム同定にかかる時間と、使用するメモリ容量とを低減することができる。

【0056】

ガス濃度算出部38は、抽出された検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを用いて、システム同定を行う。そして、ガス濃度算出部38は、システム同定から得られるパラメータを用いて、上記(8)式に従って、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノール成分と同じ濃度のエタノール成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ24から出力される検出信号の飽和出力値を予測する。

【0057】

そして、ガス濃度算出部38は、アルコールセンサ24からの検出信号の値とエタノールガス濃度との予め求められた関係(対数関数)に基づいて、予測された検出信号の飽和出力値に対応するエタノールガス成分の濃度を、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノール成分の濃度として算出する。

【0058】

次に、第1の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置10の作用について説明する。ドライバが車両シートに着座すると、ドライバの呼気が呼気導入管20に吹き込まれる状態となり、ドライバによってイグニッションスイッチがオンされると、エタノール濃度検出装置10のエタノール濃度判定器30において、図6に示すエタノール濃度検出処理ルーチンが実行される。

【0059】

まず、ステップ100において、アルコールセンサ24からの検出信号の変化から、呼気導入管20に含まれる気体中のガス成分の変化が検知されたか否かを判定し、所定量以上の検出信号の変化量が検知されると、呼気が呼気導入管20内に導入されてガス成分に変化が生じたと判断し、ステップ102へ進む。

【0060】

ステップ102では、アルコールセンサ24から、所定の計測期間 T_m s分の検出信号を取得する。そして、ステップ104において、上記ステップ102で取得した所定の計測期間 T_m s分の検出信号から、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化開始から検出信号がピークとなるまでの時間を算出すると共に、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

【0061】

次のステップ106では、上記ステップ102で取得した所定の計測期間 T_m s分の検出信号から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間を算出する。

【0062】

そして、ステップ108において、上記(3)式に従って、上記ステップ104で算出された検出信号の変化開始からピークとなるまでの時間と、上記ステップ106で算出された検出信号がピークとなってから変化終了までの時間との比が、所定範囲内であるか否かを判定する。上記の時間の比が、所定範囲内でないと判定された場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判断し、上記ステップ100へ戻る。

【0063】

上記ステップ108において、上記の時間の比が、所定範囲内であると判定された場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判断し、ステップ110へ移行する。

【0064】

ステップ110では、上記ステップ102で抽出された、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを用いて、システム同定を行い、上記(8)式に従って、呼気導入管20内を流れる気体中のエタノール成分と同じ濃度のエタノール

10

20

30

40

50

ル成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ 24 から出力される検出信号の飽和出力値を予測する。

【0065】

次のステップ 112 において、上記ステップ 110 で予測された検出信号の飽和出力値に基づいて、呼気導入管 20 内を流れる気体中に含まれるエタノール成分の濃度を算出し、ステップ 114 において、上記ステップ 112 で算出されたエタノールガス成分の濃度を表示装置 40 に表示させて、エタノール濃度検出処理ルーチンを終了する。

【0066】

以上説明したように、第 1 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アルコールセンサの検出信号の変化開始からピークまでの時間と、ピークから変化終了までの時間との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【0067】

また、人の呼気のように、持続時間の短い一過性のガスを対象としたガス測定において、酸化物半導体センサのように比較的選択性が低いセンサを用いてガス成分の濃度を検出する場合であっても、ガス成分によるセンサ応答に違いを判別し、目的成分であるエタノールガス成分が存在するか否かを判別することができる。この結果、目的成分であるエタノール成分のみを選択的に定量することができ、他のガス成分による誤検出を防止することができる。

【0068】

また、運転者の呼気のように持続時間の短い一過性のガスの中の目的成分（例えばエタノールガス成分）の濃度を、他のガス成分、例えば食品に含まれるガス成分等と区別して測定することができるため、運転者の呼気に含まれるエタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができ、運転者の飲酒を精度よく検出することができる。

【0069】

なお、上記の実施の形態では、検出信号の変化開始時間を検出するための閾値と同じ閾値を用いて、検出信号の変化終了時間を検出する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、検出信号の変化開始時間を検出するための閾値とは異なる閾値（例えば、ベース値 + 0.5 V）を用いて、検出信号の値がこの閾値まで低下したときを、検出信号の変化終了時間として検出するようにしてもよい。

【0070】

次に、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置について説明する。なお、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置は、第 1 の実施の形態と同様の構成となっているため、同一符号を付して説明を省略する。

【0071】

第 2 の実施の形態では、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号のピークの高さを算出している点が、第 1 の実施の形態と主に異なっている。

【0072】

第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置のエタノール濃度判定器 30 では、吸着変化特性算出部 32 によって、所定の計測期間 T_m s の検出信号の変化から、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号のピークの高さ（図 7 の C_p 参照）を算出すると共に、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

【0073】

上記の検出信号のピークの高さは以下のように算出される。検出信号の時系列変化から、変化前の検出信号の値を、検出信号のベース値 C_b として検出すると共に、検出信号がピークとなったときのピーク最大値 C_p を検出する。そして、以下の（9）式に従って、検出信号のピークの高さ C_p を算出する。

10

20

30

40

50

検出信号のピークの高さ $C_p =$

$$\text{ピーク最大値 } C_p - \text{ベース値 } C_b \cdots (9)$$

ガス成分判定部 36 は、算出された検出信号のピークの高さと、検出信号のピークから変化終了までの時間との比が、以下の (10) 式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の (10) 式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

$$B_1 < \text{LN}(T_p - t_{h2} / C_p) < B_2 \cdots (10)$$

【0074】

ただし、 $\text{LN}()$ は自然対数を表す。また、上記 (10) 式は、以下の (10)' 式に書き換えることもできる。

$$B_1 < \text{LN}(T_p - t_{h2}) - \text{LN}(C_p) < B_2 \cdots (10)'$$

【0075】

なお、閾値 B_1 には、例えば、2 ~ 2.7 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 B_1 として、2.3 が設定されている。また、閾値 B_2 には、例えば、2.7 ~ 3.3 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 B_2 として、3.0 が設定されている。

【0076】

上記 (10) 式又は (10)' 式の代わりに、以下の (10)'' 式を使用することも可能である。

$$B_1 < T_p - t_{h2} / C_p < B_2 \cdots (10)''$$

【0077】

上記 (10)'' 式を用いる場合には、閾値 B_1 には、例えば、7 ~ 15 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 B_1 として、10 を設定しておけばよい。また、閾値 B_2 には、例えば、15 ~ 25 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 B_2 として、20 を設定しておけばよい。

【0078】

なお、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の他の構成及び作用については、第 1 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0079】

以上説明したように、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アルコールセンサの検出信号のピークの高さと、ピークから変化終了までの時間との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【0080】

次に、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置について説明する。なお、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の構成は、第 1 の実施の形態と同様の構成となっているため、同一符号を付して説明を省略する。

【0081】

第 3 の実施の形態では、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化率の最大値を算出している点と、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化率の最小値を算出している点とが、第 1 の実施の形態と主に異なっている。

【0082】

第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置のエタノール濃度判定器 30 では、吸着変化特性算出部 32 によって、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化率 (変化の傾き) の最大値 (図 8 の 1 参照) を算出すると共に、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

上記の検出信号の変化率の最大値の算出では、まず、検出信号の時系列変化から、検出信号の変化率の時系列変化を算出し、算出された変化率の時系列変化から、検出信号の変化率の最大値 Δ_1 を検出する。

【 0 0 8 4 】

また、脱着変化特性算出部 34 によって、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号の変化率の最小値（図 8 の Δ_2 参照）を算出する。上記の検出信号の変化率の最小値の算出では、まず、検出信号の時系列変化から、検出信号の変化率の時系列変化を算出し、算出された変化率の時系列変化から、検出信号の変化率の最小値 Δ_2 （ $\Delta_2 < 0$ ）を検出する。

10

【 0 0 8 5 】

ガス成分判定部 36 は、算出された検出信号の変化率の最小値と、検出信号の変化率の最大値との比が、以下の（11）式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の（11）式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

$$D_1 < -(\Delta_2 / \Delta_1) < D_2 \quad \cdots (11)$$

【 0 0 8 6 】

なお、閾値 D_1 には、例えば、0.2 ~ 0.5 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 D_1 として、0.3 が設定されている。また、閾値 D_2 には、例えば、0.5 ~ 0.8 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 D_2 として、0.7 が設定されている。

20

【 0 0 8 7 】

なお、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の他の構成及び作用については、第 1 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

以上説明したように、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アルコールセンサの検出信号の変化率の最大値と最小値との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

30

【 0 0 8 9 】

次に、第 4 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置について説明する。なお、第 4 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の構成は、第 1 の実施の形態と同様の構成となっているため、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

第 4 の実施の形態では、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなるように変化しているときの变化パターンを抽出している点と、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなった以降の変化パターンを抽出している点と、各変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値に基づいて、エタノールガス成分が含まれるか否かを判定している点とが、第 1 の実施の形態と主に異なっている。

40

【 0 0 9 1 】

第 4 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置のエタノール濃度判定器 30 では、吸着変化特性算出部 32 によって、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス吸着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

【 0 0 9 2 】

また、脱着変化特性算出部 34 によって、所定の計測期間 T_{ms} の検出信号の変化から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンを抽出する。

50

【 0 0 9 3 】

ガス成分判定部 3 6 は、以下に説明するように、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれているか否かを判定する。

【 0 0 9 4 】

まず、抽出された、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンに基づいて、システム同定を行う。そして、システム同定から得られるパラメータを用いて、上記 (8) 式に従って、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中に含まれるエタノール成分と同じ濃度のエタノール成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ 2 4 から出力される検出信号の飽和出力値 (図 9 の C_1 参照) を予測する。

【 0 0 9 5 】

また、抽出された、検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターン (脱着特性の変化パターン) に基づいて、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中に含まれるエタノール成分と同じ濃度のエタノール成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ 2 4 から出力される検出信号の飽和出力値 (図 9 の C_2 参照) を予測する。

【 0 0 9 6 】

ここで、脱着特性の変化パターンから飽和出力値を予測する原理について説明する。

【 0 0 9 7 】

ミカエリス・メンテン式を基に、過渡応答と同様な仮定を置くことにより、以下のように、アルコールセンサ 2 4 の減衰応答のモデル化を行う。

【 0 0 9 8 】

濃度が減少し始める時刻を t_0 とすると、センサ位置 x における脱着時の濃度変化 $C (x, t)$ は、以下の (1 2) 式、(1 3) 式で表される。

【 0 0 9 9 】

【 数 6 】

$$C(x, t) = C_2 \left(1 - \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{\lambda(t-t_0)}} \right) \right) \quad \dots (12)$$

$$= C_2 \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{\lambda(t-t_0)}} \right) \quad \dots (13)$$

【 0 1 0 0 】

計算量を低減させるために近似解を用いると、上記 (1 3) 式は、以下の (1 4) 式で表される。

【 0 1 0 1 】

【 数 7 】

$$[S] = C(x, t) = C_2 \sqrt{1 - \exp \left(-\frac{x^2}{\pi\lambda(t-t_0)} \right)} \quad \dots (14)$$

【 0 1 0 2 】

上記 (4) 式に上記 (1 4) 式を代入し、反応遅れは、上記 (8) 式と同様に 3 次遅れ項まで用いることにより、センサの出力値 $f (t)$ は、以下の (1 5) 式で表される。

【 0 1 0 3 】

【数 8】

$$f(t) = \frac{a \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{x^2}{\pi\lambda(t-t_0)}\right)}}{b + \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{x^2}{x\lambda(t-t_0)}\right)}} \left(1 - \sum_{i=0}^3 \left(\frac{c^{i-1} t^{i-1}}{i!} \exp(-ct)\right)\right)$$

10

$$= \frac{a \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{d}{t-t_0}\right)}}{b + \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{d}{(t-t_0)}\right)}} \left(1 - \sum_{i=0}^3 \left(\frac{c^{i-1} t^{i-1}}{i!} \exp(-ct)\right)\right)$$

・・・ (15)

【0104】

ただし、a、b、c、d、 t_0 は、センサについてシステム同定して求められたパラメータである。

20

【0105】

ガス成分判定部36は、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノール成分と同じ濃度のエタノール成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ24から出力される検出信号の飽和出力値を、上記(15)式に従って予測する。

【0106】

そして、ピーク以降の検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値 C_2 と、ピークとなるように変化している検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値 C_1 との比が、以下の(16)式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の(16)式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

30

$$F_1 < C_2 / C_1 < F_2 \quad \cdots (16)$$

【0107】

なお、閾値 F_1 には、例えば、0.8～1の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 F_1 として、0.9が設定されている。また、閾値 F_2 には、例えば、1～1.2の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 F_2 として、1.1が設定されている。

【0108】

ガス濃度算出部38は、ガス成分判定部36でピークとなるように変化している検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値を用いて、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノールガス成分の濃度を算出する。

40

【0109】

なお、第4の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の他の構成及び作用については、第1の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0110】

以上説明したように、第4の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アルコールセンサの検出信号のピークまでの変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値と、ピーク以降の変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガ

50

ス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【0111】

なお、上記の実施の形態では、ピークとなるように変化している検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値を用いて、エタノールガス成分の濃度を算出する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、ピークとなった以降の検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値を用いて、エタノールガス成分の濃度を算出するようにしてもよい。

【0112】

次に、第5の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置について説明する。なお、第1の実施の形態と同様の構成となっている部分については同一符号を付して説明を省略する。

【0113】

第5の実施の形態では、アルコールセンサと、多くの種類のガス成分に感度を有するガスセンサとを用いている点が、第1の実施の形態と主に異なっている。

【0114】

図10に示すように、第5の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置510では、呼気導入管20の中間部の内部に、アルコールセンサ24と、多くの種類のガス成分に感度を有するガスセンサ524とが取り付けられている。アルコールセンサ24と、ガスセンサ524とは、呼気導入管20の中間部の内部に対向するように取り付けられている。

【0115】

ガスセンサ524は、目的成分（エタノール）以外のガス成分に対する感度（変化特性）が、アルコールセンサ24と異なり、多くの種類のガス成分に感度を有している。ガスセンサ524としては、例えば、空気質センサ（空気の汚れを検知するセンサ）を用いることができ、TGS2600（フィガロ技研社製、商品名）を使用することができる。

【0116】

ガスセンサ524は、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれる、感度を有するガス成分の濃度が高くなるに従って、レベルが高い検出信号を出力し、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれる、感度を有するガス成分の濃度が低くなるに従って、レベルが低い検出信号を出力する。

【0117】

この実施の形態によれば、吸い込みファン22を駆動することにより、ドライバから吐き出された呼気は呼気導入管20の吸い込み口20Aから呼気導入管20内に吸入されると共に、呼気が空気と混合されることで任意に希釈され、アルコールセンサ24及びガスセンサ524へ一定流速で到達する。そして、呼気は、アルコールセンサ24及びガスセンサ524に接触した後、呼気導入管20から外部に排出される。

【0118】

アルコールセンサ24及びガスセンサ524の各々から出力された検出信号は、後述するエタノール濃度判定器530に入力され、入力された検出信号に基づいて、検出対象ガスとしてのエタノールガスの濃度が検出される。

【0119】

図11に示すように、エタノール濃度判定器530は、脱着変化特性算出部34と、ガスセンサ524からの検出信号に基づいて、ガス脱着時の検出信号の変化特性を算出する脱着変化特性算出部534と、アルコールセンサ24及びガスセンサ524の各々からの検出信号に基づいて算出されたガス脱着時の検出信号の変化特性の比が、所定範囲内であるか否かにより、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれているか否かを判定するガス成分判定部536と、アルコールセンサ24からの検出信号に基づいて、ガス吸着時の検出信号の変化パターンを抽出する吸着変化抽出部537と、ガス濃度算出部38とを備えている。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 0 】

脱着変化特性算出部 5 3 4 は、所定の計測期間 T_{ms} のガスセンサ 5 2 4 からの検出信号の変化から、ガス脱着時のガスセンサ 5 2 4 の検出信号の変化特性として、以下の (1 7) 式に従って、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間 $T_{2p - t_{h2}}$ を算出する。

ピークから変化終了までの時間 $T_{2p - t_{h2}} =$

変化終了時間 $t_{2t_{h2}} -$ ピーク最大値時間 $t_{2p} \dots (1 7)$

ここで、本実施の形態の原理について説明する。上述したように、ピークから変化終了までの検出信号の変化特性、すなわちガス脱着時の変化特性は、主にガス成分の脱着特性を反映しており、一定流速下における一過性のガスに対する検出信号の変化特性であっても、ガス成分の種類による違いが生じやすい。このため、複数種類のガスセンサからの検出信号のガス脱着時の変化特性を比較して、ガス脱着時の変化特性を指標化することにより、ガス濃度などの条件にかかわらず、目的のガス成分が存在するか否かを判定することができる。

10

【 0 1 2 1 】

そこで、本実施の形態では、ガス成分判定部 5 3 6 において、算出されたアルコールセンサ 2 4 の検出信号の変化開始からピークとなるまでの時間 $T_{p - t_{h2}}$ と、ガスセンサ 5 2 4 の検出信号のピークから変化終了までの時間 $T_{2p - t_{h2}}$ との比が、以下の (1 8) 式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の (1 8) 式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

20

$G_1 < T_{p - t_{h2}} / T_{2p - t_{h2}} < G_2 \dots (1 8)$

【 0 1 2 2 】

なお、閾値 G_1 には、例えば、0 . 8 ~ 1 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 G_1 として、0 . 9 が設定されている。また、閾値 G_2 には、例えば、1 ~ 1 . 2 の範囲の値を設定しておくのが好ましく、本実施の形態では、閾値 G_2 として、1 . 1 が設定されている。

【 0 1 2 3 】

吸着変化抽出部 5 3 7 は、所定の計測期間 T_{ms} のアルコールセンサ 2 4 の検出信号の変化から、ガス吸着時の変化特性として、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

30

【 0 1 2 4 】

ガス濃度算出部 3 8 は、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定された場合に、抽出された、アルコールセンサ 2 4 の検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを用いて、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中に含まれるエタノールガス成分の濃度を算出する。

【 0 1 2 5 】

次に第 5 の実施の形態に係るエタノール濃度検出処理ルーチンについて、図 1 2 を用いて説明する。なお、第 1 の実施の形態と同様の処理については同一符号を付して説明を省略する。

40

【 0 1 2 6 】

まず、ステップ 1 0 0 において、アルコールセンサ 2 4 からの検出信号の変化から、呼気導入管 2 0 に含まれる気体中のガス成分の変化が検知されたか否かを判定し、所定量以上の検出信号の変化量が検知されると、ステップ 5 5 0 へ進む。

【 0 1 2 7 】

ステップ 5 5 0 では、アルコールセンサ 2 4 及びガスセンサ 5 2 4 の各々から、所定の計測期間 T_{ms} 分の検出信号を取得する。そして、ステップ 5 5 2 において、上記ステップ 5 5 0 でアルコールセンサ 2 4 から取得した所定の計測期間 T_{ms} 分の検出信号から、アルコールセンサ 2 4 のガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとな

50

ってから検出信号の変化終了までの時間を算出する。

【0128】

次のステップ554では、上記ステップ550でガスセンサ524から取得した所定の計測期間Tms分の検出信号から、ガスセンサ524のガス脱着時の検出信号の変化特性として、検出信号がピークとなってから検出信号の変化終了までの時間を算出する。

【0129】

そして、ステップ556において、上記(18)式に従って、上記ステップ552で算出されたアルコールセンサ24の検出信号がピークとなってから変化終了までの時間と、上記ステップ554で算出された検出信号がピークとなってから変化終了までの時間との比が、所定範囲内であるか否かを判定する。上記の時間の比が、所定範囲内でないと判定された場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判断し、上記ステップ100へ戻る。

10

【0130】

上記ステップ556において、上記の時間の比が、所定範囲内であると判定された場合には、呼気導入管20内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判断し、ステップ558へ移行する。

【0131】

ステップ558では、上記ステップ550でアルコールセンサ24から取得した所定の計測期間Tms分の検出信号から、検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを抽出する。

20

【0132】

ステップ110では、上記ステップ558で抽出された検出信号がピークとなるように変化しているときの検出信号の変化パターンを用いてシステム同定を行い、上記(8)式に従って、アルコールセンサ24からの検出信号の飽和出力値を予測する。

【0133】

次のステップ112において、上記ステップ110で予測された検出信号の飽和出力値に基づいて、呼気導入管20内を流れる気体中に含まれるエタノール成分の濃度を算出し、ステップ114において、上記ステップ112で算出されたエタノールガス成分の濃度を表示装置40に表示させて、エタノール濃度検出処理ルーチンを終了する。

30

【0134】

以上説明したように、第5の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アルコールセンサの検出信号がピークになってから変化終了するまでの時間と、ガスセンサの検出信号がピークになってから変化終了するまでの時間との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【0135】

なお、上記の実施の形態では、アルコールセンサ及びガスセンサの各々の検出信号について、ピークになってから変化終了するまでの時間を算出した場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、上記第3の実施の形態と同様に、アルコールセンサ及びガスセンサの各々の検出信号について、検出信号の変化率の最小値を算出するようにしてもよい。

40

【0136】

次に、第6の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置について説明する。なお、第6の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の構成は、第5の実施の形態と同様の構成となっているため、同一符号を付して説明を省略する。

【0137】

第6の実施の形態では、アルコールセンサのガス脱着時の検出信号の変化特性として、アルコールセンサの検出信号がピークとなった以降の変化パターンを抽出している点と、ガスセンサのガス脱着時の検出信号の変化特性として、ガスセンサの検出信号がピークと

50

なった以降の変化パターンを抽出している点と、各センサの変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値に基づいて、エタノールガス成分が含まれるか否かを判定している点とが、第 5 の実施の形態と主に異なっている。

【0138】

第 6 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置のエタノール濃度判定器 530 では、脱着変化特性算出部 34 によって、アルコールセンサ 24 の所定の計測期間 $T_m s$ の検出信号の変化から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、アルコールセンサ 24 の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンを抽出する。また、脱着変化特性算出部 534 によって、ガスセンサ 524 の所定の計測期間 $T_m s$ の検出信号の変化から、ガス脱着時の検出信号の変化特性として、ガスセンサ 524 の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンを抽出する。

10

【0139】

ガス成分判定部 536 は、以下に説明するように、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれているか否かを判定する。

【0140】

まず、抽出された、アルコールセンサ 24 の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンに基づいて、上記第 1 の実施の形態と同様に、呼気導入管 20 内を流れる気体中に含まれるエタノール成分と同じ濃度のエタノール成分が持続して含まれる場合にアルコールセンサ 24 から出力される検出信号の飽和出力値を予測する。

【0141】

20

また、抽出された、ガスセンサ 524 の検出信号がピークとなった以降の検出信号の変化パターンに基づいて、呼気導入管 20 内を流れる気体中に含まれるガス成分と同じ濃度のガス成分が持続して含まれる場合にガスセンサ 524 から出力される検出信号の飽和出力値を予測する。

【0142】

なお、アルコールセンサ 24 の場合と同様に、ガスセンサ 524 の検出信号のピーク以降の検出信号の変化パターン（脱着特性の変化パターン）から、上記（15）式に従って、出力される検出信号の飽和出力値を予測すればよい。上記（15）式のパラメータ a 、 b 、 c 、 d 、 t_0 は、アルコールセンサ 24 に関するパラメータと異なっている。

【0143】

30

そして、アルコールセンサ 24 のピーク以降の検出信号の変化パターンから予測されたアルコールセンサ 24 の検出信号の飽和出力値 C_2 と、ガスセンサ 524 のピーク以降の検出信号の変化パターンから予測されたガスセンサ 524 の検出信号の飽和出力値 E_2 との比が、以下の（19）式で表される条件を満たす場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていると判定する。一方、以下の（19）式で表される条件を満たさない場合には、呼気導入管 20 内を流れる気体中にエタノールガス成分が含まれていないと判定する。

$$H_1 < C_2 / E_2 < H_2 \quad \cdots (19)$$

【0144】

なお、閾値 H_1 、 H_2 には、実験的又は統計的に予め求められた判別閾値を設定しておけばよい。

40

【0145】

ガス濃度算出部 38 は、ガス成分判定部 536 においてアルコールセンサ 24 のピークとなった以降の検出信号の変化パターンから予測された検出信号の飽和出力値を用いて、エタノールガス成分の濃度を算出する。

【0146】

なお、第 6 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置の他の構成及び作用については、第 5 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0147】

以上説明したように、第 6 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置によれば、アル

50

コールセンサの検出信号がピークとなった以降の変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値と、ガスセンサの検出信号がピークとなった以降の変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値との比に基づいて、検出対象の気体中にエタノールガス成分が含まれると判定された場合に、エタノールガス成分の濃度を検出することにより、呼気のような持続時間の短いガスを検出対象とする場合であっても、簡易な処理で、エタノールガス成分の濃度を精度よく検出することができる。

【0148】

なお、上記の第5の実施の形態及び第6の実施の形態では、アルコールセンサと空気質センサなどのガスセンサとを用いた場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、アルコールセンサと共に、ガス成分に対する感度がアルコールセンサと異なるガスセンサを用いて構成すればよい。例えば、アルコールセンサと共に、酸素センサや、水蒸気センサ、二酸化炭素センサを用いて構成することができる。酸素センサとしては、固体電解質を用いて酸素濃度を検出する酸素センサを用いることができ、水蒸気センサとしては、酸化物半導体または高分子膜静電容量を用いて水蒸気の濃度を検出する水蒸気センサを用いることができる。また、二酸化炭素センサとしては、固体電解質を用いて二酸化炭素の濃度を検出する二酸化炭素センサを用いることができる。

【0149】

また、上記の第1の実施の形態、第2の実施の形態、及び第5の実施の形態において、検出信号の値が閾値以下まで低下した時間を、検出信号の変化終了の時間として検出する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、検出信号の値が、ピーク最大値に対して一定割合となる値（例えば、ピーク最大値の30%）まで低下した時間を、検出信号の変化終了の時間として検出するようにしてもよい。

【0150】

また、上記の第1の実施の形態～第6の実施の形態では、アルコールセンサの検出信号の変化パターンから予測される検出信号の飽和出力値を用いて、エタノールガス成分の濃度を算出する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、アルコールセンサの検出信号のベース値及びピーク値から、検出信号の飽和出力値を予測し、予測された検出信号の飽和出力値を用いて、エタノールガス成分の濃度を算出するようにしてもよい。

【0151】

また、センサ出力（V）を用いて、エタノールガス成分が含まれるか否かを判定する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、センサ出力から計算される濃度計算値（ppm又はmg/L）を用いて、エタノールガス成分が含まれるか否かを判定するようにしてもよい。この場合には、上記の各実施の形態で例示した、範囲を規定する判定閾値として、異なった値を設定しておけばよい。

【0152】

また、上記の実施の形態では、算出されたエタノールガス成分の濃度を表示する場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、算出したエタノールガス成分の濃度と予め定めた閾値とを比較し、算出したエタノールガス成分の濃度が閾値以上の場合にエタノールの濃度が高いと判定し、エンジンが始動できないようにする等の不正ができないように制御するようにしてもよい。

【0153】

上記では、ドライバの呼気からエタノールガス成分の濃度を検出する例について説明したが、エタノール濃度検出装置を携帯可能に構成する等により、本発明はドライバ以外の人間の呼気からエタノールガス成分の濃度を検出する場合にも適用できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0154】

【図1】本発明の第1の実施の形態のエタノール濃度検出装置を運転席のステアリングコラムに取り付けた状態を示す概略図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態を示す概略図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態のエタノール濃度判定器のアルコールセンサの構成を

10

20

30

40

50

示す回路図である。

【図４】本発明の第１の実施の形態のエタノール濃度判定器の構成を示すブロック図である。

【図５】アルコールセンサからの検出信号の時系列変化、変化開始からピークまでの時間、及びピークから変化終了までの時間を示すグラフである。

【図６】第１の実施の形態のエタノール濃度検出装置におけるエタノール濃度検出処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【図７】アルコールセンサからの検出信号の時系列変化、及びピークの高さを示すグラフである。

【図８】アルコールセンサからの検出信号の時系列変化、変化率の最小値、及び変化率の最大値を示すグラフである。

【図９】アルコールセンサからの検出信号の時系列変化、ピークまでの変化パターンから予測される飽和出力値、及びピーク以降の変化パターンから予測される飽和出力値を示すグラフである。

【図１０】本発明の第５の実施の形態を示す概略図である。

【図１１】本発明の第５の実施の形態のエタノール濃度判定器の構成を示すブロック図である。

【図１２】第５の実施の形態のエタノール濃度検出装置におけるエタノール濃度検出処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【０１５５】

１０、５１０ エタノール濃度検出装置

２４ アルコールセンサ

３０、５３０ エタノール濃度判定器

３２ 吸着変化特性算出部

３４、５３４ 脱着変化特性算出部

３６、５３６ ガス成分判定部

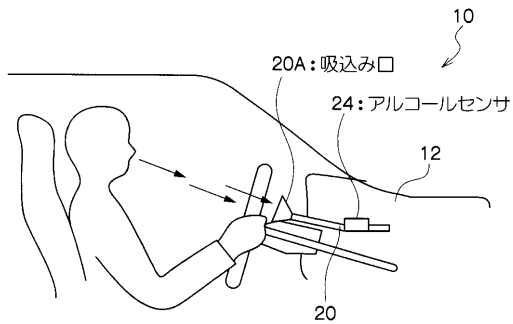
３８ ガス濃度算出部

５２４ ガスセンサ

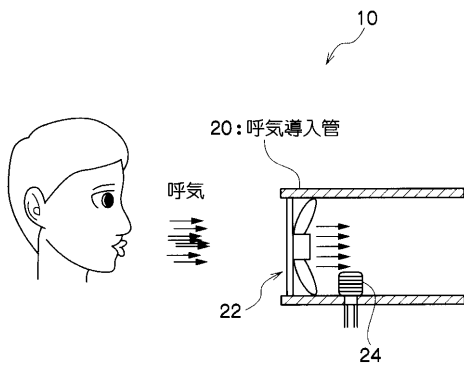
10

20

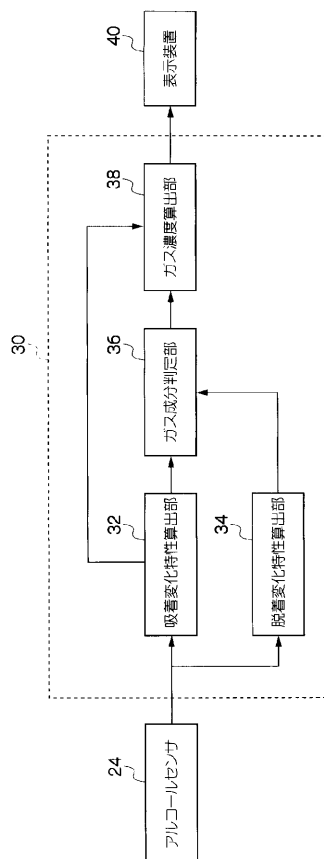
【図 1】



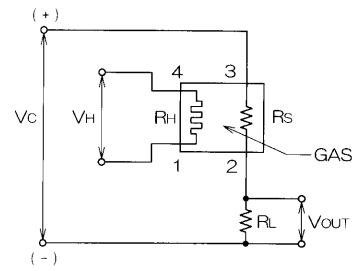
【図 2】



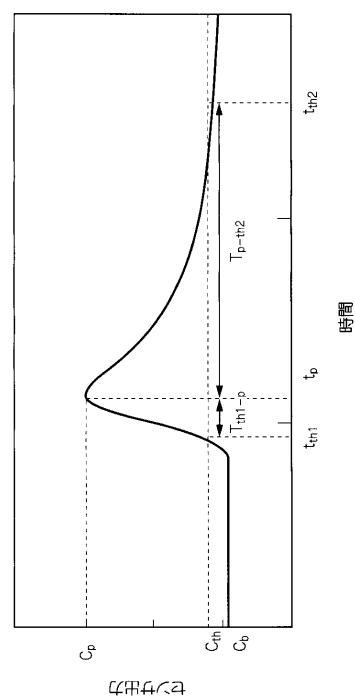
【図 4】



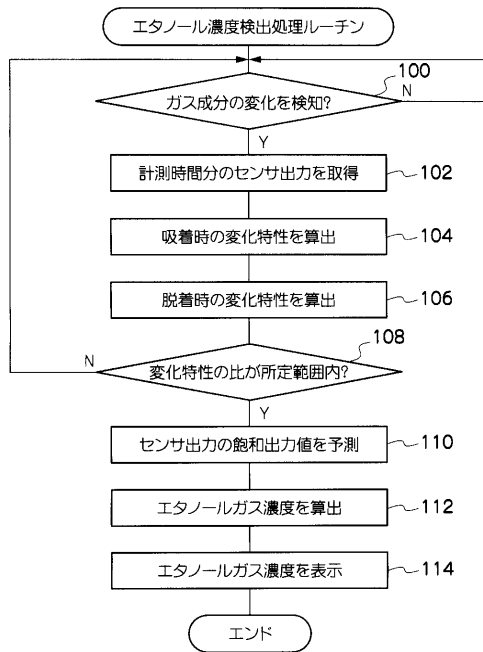
【図 3】



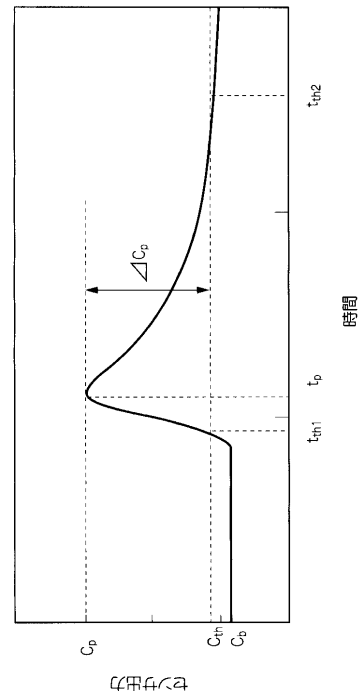
【図 5】



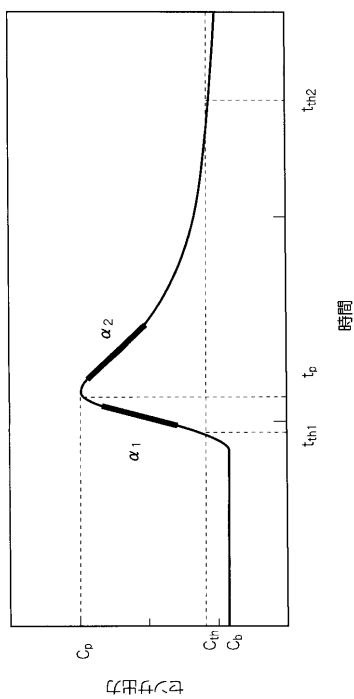
【図 6】



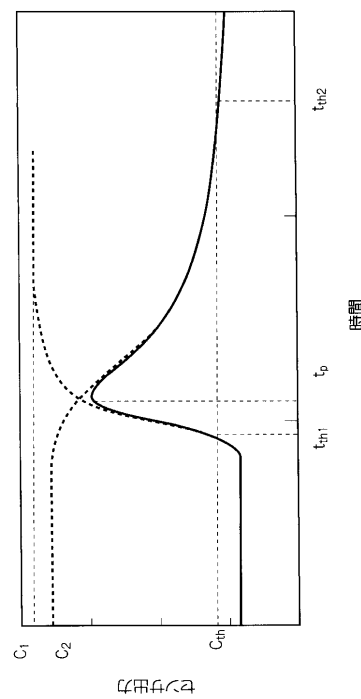
【図 7】



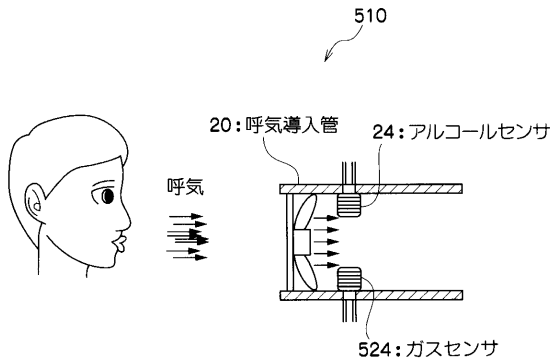
【図 8】



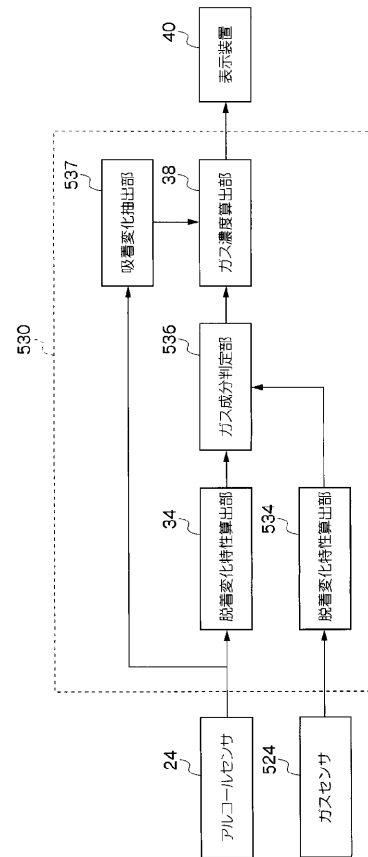
【図 9】



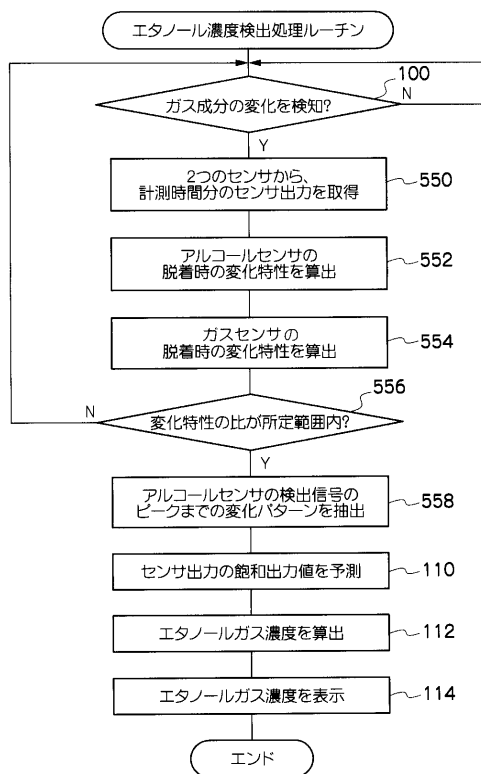
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 田口 敏行
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 西 智樹
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 渥美 文治
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 養父 昌平
愛知県豊田市トヨタ町1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- Fターム(参考) 2G046 AA24 BG05 BH02 DC07 DC12 DC14 DC16 DC18 DE01