

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4967920号
(P4967920)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 N 27/12 (2006.01)	GO 1 N 27/12 B
GO 1 N 33/497 (2006.01)	GO 1 N 27/12 G
GO 1 N 33/98 (2006.01)	GO 1 N 27/12 H
GO 1 N 27/409 (2006.01)	GO 1 N 27/12 C
GO 1 N 27/22 (2006.01)	GO 1 N 33/497 A
請求項の数 9 (全 24 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-209576 (P2007-209576)	(73) 特許権者	000003609
(22) 出願日	平成19年8月10日 (2007.8.10)		株式会社豊田中央研究所
(65) 公開番号	特開2009-42166 (P2009-42166A)		愛知県長久手市横道4 1 番地の1
(43) 公開日	平成21年2月26日 (2009.2.26)	(74) 代理人	100079049
審査請求日	平成22年3月23日 (2010.3.23)		弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(72) 発明者	脇田 敏裕
			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	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
		審査官	大竹 秀紀
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検出対象の気体中に含まれる検出対象ガスの濃度を検出する対象ガス検出手段と、
前記検出対象の気体中に含まれる参照ガスの濃度を検出する参照ガス検出手段と、
前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性を記憶した対象ガス応答特性記憶手段と、
前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性を記憶した参照ガス応答特性記憶手段と、
前記対象ガス検出手段によって検出された前記検出対象ガスの濃度、前記参照ガス検出手段によって検出された前記参照ガスの濃度、前記対象ガス応答特性記憶手段に記憶された前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、前記参照ガス応答特性記憶手段に記憶された前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性、及び予め求められた呼気中の前記参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出する濃度検出手段と、
を含むガス検出装置。

【請求項 2】

前記濃度検出手段は、前記検出された前記検出対象ガスの濃度の変化の時間微分、前記検出された前記参照ガスの濃度の変化の時間微分、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性、及び前記呼気中の前記参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 3】

前記濃度検出手段は、下記の(1)式に従って、前記呼気中の前記検出対象ガスの濃度 d_a を算出するようにした請求項 2 記載のガス検出装置。

【数 1】

$$d_a = \frac{\dot{e}_a(t) h_x(t)}{\dot{e}_x(t) h_a(t)} d_x \quad \dots (1)$$

10

ただし、 t は、検出時の時間を表わす変数、 $\dot{e}_a(t)$ のドットは、前記検出された前記検出対象ガスの濃度の変化の時間微分、 $\dot{e}_x(t)$ のドットは、前記検出された前記参照ガスの濃度の変化の時間微分、 $h_a(t)$ は、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $h_x(t)$ は、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性、 d_x は、前記呼気中の前記参照ガスの濃度である。

【請求項 4】

前記濃度検出手段は、前記検出された前記検出対象ガスの濃度、前記検出された前記参照ガスの濃度、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性の所定時間内の積分値、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性の所定時間内の積分値、及び前記呼気中の前記参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出する請求項 1 記載のガス検出装置。

20

【請求項 5】

前記濃度検出手段は、下記の(2)式に従って、前記呼気中の前記検出対象ガスの濃度 d_a を算出するようにした請求項 4 記載のガス検出装置。

【数 2】

$$d_a = \frac{e_a(t) \int_0^{T_x} h_x(\tau) d\tau}{e_x(T_b) \int_{-T_b}^t h_a(\tau) d\tau} d_x \quad (T_b < t < T_a) \quad \dots (2)$$

30

ただし、 t は、検出時の時間を表わす変数、 τ は、時間を表わす変数、 $e_a(t)$ は、前記検出された前記検出対象ガスの濃度、 $e_x(t)$ は、前記検出された前記参照ガスの濃度、 $h_a(\tau)$ は、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $h_x(\tau)$ は、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性、 T_x は、予め求められた前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度の変化のインパルス応答持続時間、 T_a は、予め求められた前記検出対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度の変化のインパルス応答持続時間、 T_b は、前記検出された前記検出対象ガスの濃度の変化に基づいて定まる呼気の継続時間、 d_x は、前記呼気中の前記参照ガスの濃度である。

40

【請求項 6】

前記濃度検出手段は、前記検出された前記参照ガスの濃度の変化をフーリエ変換した値と、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性をフーリエ変換した値と、前記呼気中の前記参照ガスの濃度とに基づいて得られる値に対して、逆フーリエ変換を行なって、呼気量の時間変化を推定し、前記推定した呼気量の時

50

間変化と前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性との積の所定時間内の積分値、及び前記検出された前記検出対象ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出する請求項 1 記載のガス検出装置。

【請求項 7】

前記濃度検出手段は、下記の (3) 式に従って、前記呼気量の時間変化を推定し、下記の (4) 式に従って、前記呼気中の前記検出対象ガスの濃度 d_a を算出するようにした請求項 6 記載のガス検出装置。

【数 3】

$$\hat{b}(t) = F^{-1} \left[\frac{E_x(f)}{d_x H_x(f)} \right] \quad \dots (3) \quad 10$$

【数 4】

$$d_a = \frac{e_a(t)}{\int_0^t h_a(\tau) \hat{b}(t-\tau) d\tau} \quad \dots (4) \quad 20$$

ただし、 $F^{-1}[\]$ は、逆フーリエ変換、 t は、検出時の時間を表わす変数、 τ は、時間を表わす変数、 $\hat{b}(t-\tau)$ のハットは、前記推定した呼気量の時間変化、 $e_a(t)$ は、前記検出された前記検出対象ガスの濃度、 $E_x(f)$ は、前記検出された前記参照ガスの濃度の変化をフーリエ変換した値、 $h_a(\tau)$ は、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $H_x(f)$ は、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性をフーリエ変換した値、 d_x は、前記呼気中の前記参照ガスの濃度である。 30

【請求項 8】

前記検出対象ガスを、エタノールガスとし、

前記参照ガスを、酸素、二酸化炭素、及び水蒸気の何れか 1 つとした請求項 1 ~ 請求項 7 の何れか 1 項記載のガス検出装置。

【請求項 9】

前記対象ガス検出手段を、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ガスセンサで構成し、

前記参照ガス検出手段を、酸素、二酸化炭素、及び水蒸気の何れか 1 つの濃度を検出するガスセンサで構成した請求項 8 記載のガス検出装置。 40

【発明の詳細な説明】

【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、呼気中エタノールの検出方法として、酸化物半導体式、燃料電池式、赤外吸収式、及び接触燃焼式等が知られており、ドライバのエタノール濃度を検出してエンジン始動を停止する技術等も提案されている（特許文献 1 ~ 特許文献 3）。 50

【 0 0 0 3 】

また、呼気中のアルコール濃度を測定するため、従来から、センサ出力のピーク値の比を取る方法が行われている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 1 2 2 1 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 7 9 2 2 8 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 2 9 6 2 5 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、従来の技術では、一般にセンサの応答性が悪く、センサ出力が最大値を示すまでに時間がかかってしまうため、測定所要時間が長い、という問題点がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記問題点を解消するためになされたもので、短時間で、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる濃度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】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、本発明のガス検出装置は、検出対象の気体中に含まれる検出対象ガスの濃度を検出する対象ガス検出手段と、前記検出対象の気体中に含まれる参照ガスの濃度を検出する参照ガス検出手段と、前記対象ガス検出手段によって検出される前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性を記憶した対象ガス応答特性記憶手段と、前記参照ガス検出手段によって検出される前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性を記憶した参照ガス応答特性記憶手段と、前記対象ガス検出手段によって検出された前記検出対象ガスの濃度、前記参照ガス検出手段によって検出された前記参照ガスの濃度、前記対象ガス応答特性記憶手段に記憶された前記検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、前記参照ガス応答特性記憶手段に記憶された前記参照ガスの濃度のインパルス応答特性、及び予め求められた呼気中の前記参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出する濃度検出手段とを含んで構成されている。

【 0 0 0 7 】

本発明のガス検出装置によれば、対象ガス検出手段によって、検出対象の気体中に含まれる検出対象ガスの濃度を検出し、また、参照ガス検出手段によって、検出対象の気体中に含まれる参照ガスの濃度を検出する。

【 0 0 0 8 】

そして、濃度検出手段によって、対象ガス検出手段によって検出された検出対象ガスの濃度、参照ガス検出手段によって検出された参照ガスの濃度、対象ガス応答特性記憶手段に記憶された検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、参照ガス応答特性記憶手段に記憶された参照ガスの濃度のインパルス応答特性、及び予め求められた呼気中の参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出する。

【 0 0 0 9 】

このように、対象ガス検出手段の応答特性及び参照ガス検出手段のインパルス応答特性を用いて、検出された検出対象ガスの濃度及び検出された参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することにより、短時間で、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る濃度検出手段は、検出された検出対象ガスの濃度の変化の時間微分、検出された参照ガスの濃度の変化の時間微分、対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度のインパルス応答特性、及び呼気中の参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の前記検出対象ガスの濃度を検出することができる。これによって、検出対象ガスの濃度の変化の時間微分と、参照ガスの濃度の変化の時間微分とを検出すれば、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができるため、より短時間で、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出すること

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 0 1 1 】

この濃度検出手段は、下記の (1) 式に従って、呼気中の検出対象ガスの濃度 d_a を算出するようにすることができる。

【 0 0 1 2 】

【 数 1 】

$$d_a = \frac{\dot{e}_a(t) h_x(t)}{\dot{e}_x(t) h_a(t)} d_x \quad \dots (1)$$

ただし、 t は、検出時の時間を表わす変数、 $e_a(t)$ のドットは、検出された検出対象ガスの濃度の変化の時間微分、 $e_x(t)$ のドットは、検出された参照ガスの濃度の変化の時間微分、 $h_a(t)$ は、対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $h_x(t)$ は、参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度のインパルス応答特性、 d_x は、呼気中の参照ガスの濃度である。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る濃度検出手段は、検出された検出対象ガスの濃度、検出された参照ガスの濃度、対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性の所定時間内の積分値、参照ガス検出手段によってされる参照ガスの濃度のインパルス応答特性の所定時間内の積分値、及び呼気中の参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる。これによって、対象ガス検出手段のインパルス応答特性の積分値及び参照ガス検出手段のインパルス応答特性の積分値を用いて、検出された検出対象ガスの濃度及び検出された参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 1 4 】

この濃度検出手段は、下記の (2) 式に従って、呼気中の検出対象ガスの濃度 d_a を算出するようにすることができる。

【 0 0 1 5 】

【 数 2 】

$$d_a = \frac{e_a(t) \int_0^{T_x} h_x(\tau) d\tau}{e_x(T_b) \int_{-T_b}^t h_a(\tau) d\tau} d_x \quad (T_b < t < T_a) \quad \dots (2)$$

ただし、 t は、検出時の時間を表わす変数、 τ は、時間を表わす変数、 $e_a(t)$ は、検出された検出対象ガスの濃度、 $e_x(t)$ は、検出された参照ガスの濃度、 $h_a(\tau)$ は、対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $h_x(\tau)$ は、参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度のインパルス応答特性、 T_x は、予め求められた参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度の変化のインパルス応答持続時間、 T_a は、予め求められた検出対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度の変化のインパルス応答持続時間、 T_b は、検出された検出対象ガスの濃度の変化に基づいて定まる呼気の継続時間、 d_x は、呼気中の前記参照ガスの濃度である。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る濃度検出手段は、検出された参照ガスの濃度の変化をフーリエ変換した値と、参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度のインパルス応答特性をフーリエ変換した値と、呼気中の前記参照ガスの濃度とに基づいて得られる値に対して、逆フーリエ変換を行なって、呼気量の時間変化を推定し、推定した呼気量の時間変化と対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性との積の所定時間内の積分値、及び検出された検出対象ガスの濃度の変化に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる。これによって、フーリエ変換及び逆フーリエ変換を行なって、呼気量の時間変化を推定し、推定された呼気量の時間変化と対象ガス検出手段の応答特性との積の積分値、及び検出された検出対象ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することができる。

10

【 0 0 1 7 】

この濃度検出手段は、下記の (3) 式に従って、呼気量の時間変化を推定し、下記の (4) 式に従って、呼気中の検出対象ガスの濃度 d_a を算出することができる。

【 0 0 1 8 】

【 数 3 】

$$\hat{b}(t) = F^{-1} \left[\frac{E_x(f)}{d_x H_x(f)} \right] \dots (3)$$

20

【 0 0 1 9 】

【 数 4 】

$$d_a = \frac{e_a(t)}{\int_0^t h_a(\tau) \hat{b}(t-\tau) d\tau} \dots (4)$$

30

ただし、 $F^{-1} []$ は、逆フーリエ変換、 t は、検出時の時間を表わす変数、 τ は、時間を表わす変数、 $\hat{b}(t-\tau)$ のハットは、推定した呼気量の時間変化、 $e_a(t)$ は、検出された検出対象ガスの濃度、 $E_x(f)$ は、検出された参照ガスの濃度の変化をフーリエ変換した値、 $h_a(\tau)$ は、対象ガス検出手段によって検出される検出対象ガスの濃度のインパルス応答特性、 $H_x(f)$ は、参照ガス検出手段によって検出される参照ガスの濃度のインパルス応答特性をフーリエ変換した値、 d_x は、呼気中の前記参照ガスの濃度である。

【 0 0 2 0 】

上記の検出対象ガスを、エタノールガスとし、参照ガスを、酸素、二酸化炭素、及び水蒸気の何れか 1 つとすることができる。

40

【 0 0 2 1 】

上記の対象ガス検出手段を、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ガスセンサで構成し、参照ガス検出手段を、酸素、二酸化炭素、及び水蒸気の何れか 1 つの濃度を検出するガスセンサで構成することができる。

【 0 0 2 2 】

また、酸素の濃度を検出するガスセンサとしては、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、二酸化炭素の濃度を検出するガスセンサとしては、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、水蒸気の濃度を検出するガスセンサとしては、酸化物半導体または高分子膜静電容量を用

50

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。

【発明の効果】

【0023】

以上説明したように本発明によれば、対象ガス検出手段のインパルス応答特性及び参照ガス検出手段のインパルス応答特性を用いて、検出された検出対象ガスの濃度及び検出された参照ガスの濃度に基づいて、呼気中の検出対象ガスの濃度を検出することにより、短時間で、呼気中の検出対象ガスの濃度を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】

【0024】

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。

【0025】

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の基端部には、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。

【0026】

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エタノールガスセンサであるアルコールセンサ、及び酸素の濃度を検出する酸素センサを有するセンサ群24が取り付けられている。

【0027】

図2に示すように、センサ群24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た、アルコールセンサ24Aと酸素センサ24Bとで構成されている。

【0028】

アルコールセンサ24A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、酸化錫の半導体を用いたTGS822（フィガロ技研社製、商品名）を使用することができる。

【0029】

酸素センサ24Bは、呼気導入管20内を流れる気体中の酸素の濃度を検出するセンサであり、例えば、ジルコニア固体電解質を用いたFCX-MVL（フジクラ社製、商品名）を使用することができる。

【0030】

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24A及び酸素センサ24Bへ到達する。そして、呼気は、アルコールセンサ24A及び酸素センサ24Bに接触した後、吸い込みファン22の背面に排出される。

【0031】

呼気がアルコールセンサ24A及び酸素センサ24Bに接触することにより、アルコールセンサ24Aによって呼気を含む気体中のエタノールガスの濃度が検出されると共に、酸素センサ24Bによって呼気を含む気体中の酸素の濃度が検出される。アルコールセンサ24A及び酸素センサ24Bで検出された気体中のエタノールガスの濃度及び酸素の濃度は、後述するエタノール濃度判定器に入力され、検出したエタノールガスの濃度の大きさ及び酸素の濃度の大きさに基づいて、呼気中の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。

【0032】

図3に示すように、エタノール濃度検出装置10は、アルコールセンサ24A及び酸素

10

20

30

40

50

センサ 2 4 B に接続され、かつ、エタノールガスの濃度を検出するエタノール濃度判定器 3 0 を備えている。

【 0 0 3 3 】

エタノール濃度判定器 3 0 は、アルコールセンサ 2 4 A からの出力濃度に基づいて、呼気導入管 2 0 内を流れる呼気を含む気体中のエタノールガスの濃度の変化の時間微分を算出するエタノール濃度微分算出部 3 2 と、酸素センサ 2 4 B の出力濃度に基づいて、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中の酸素の濃度の変化の時間微分を算出する酸素濃度微分算出部 3 4 と、予め求められたアルコールセンサ 2 4 A の出力濃度のインパルス応答の特性を記憶したアルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 と、予め求められた酸素センサ 2 4 B の出力濃度のインパルス応答の特性を記憶した酸素センサ応答特性記憶部 3 8 と、気体中のエタノールガスの濃度の変化の時間微分、気体中の酸素の濃度の変化の時間微分、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性、酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性、及び予め求められた呼気中の酸素の濃度に基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出するエタノール濃度算出部 4 0 と、エタノール濃度算出部 4 0 による算出結果を表示する表示部 4 2 とを備えている。

【 0 0 3 4 】

エタノール濃度微分算出部 3 2 は、図 4 (A) に示すような呼気が導入され、導入された呼気に対する応答として、図 4 (B) に示すように、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度が変化することを検知すると、出力濃度が最大値となる前の所定の計測期間 $T_m s$ の出力濃度の変化から、エタノールガスの濃度の変化の時間微分を算出する。

【 0 0 3 5 】

酸素濃度微分算出部 3 4 は、図 4 (A) に示すような呼気が導入され、導入された呼気に対する応答として、図 4 (C) に示すように、酸素センサ 2 4 B の出力濃度が変化することを検知すると、出力濃度が最小値となる前の所定の計測期間 $T_m s$ の出力濃度の変化から、酸素の濃度の変化の時間微分を算出する。

【 0 0 3 6 】

アルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 には、図 4 (B) に示すような、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度のインパルス応答の特性が記憶されており、酸素センサ応答特性記憶部 3 8 には、図 4 (C) に示すような、酸素センサ 2 4 B の出力濃度のインパルス応答の特性が記憶されている。

【 0 0 3 7 】

ここで、従来する方法について説明する。呼気中のエタノールガスの濃度を測定するため、従来は、センサからの出力濃度のピーク値の比を取る方法が行われてきた。この従来方法は、以下に説明する原理に基づいている。

【 0 0 3 8 】

酸素センサからの出力濃度のインパルス応答の最小値を h_{xm} 、アルコールセンサからの出力濃度のインパルス応答の最大値を h_{am} とすると、酸素センサの出力の最小値 $\max(e_x(t))$ 、及びアルコールセンサの出力の最大値 $\max(e_a(t))$ は、以下の (5) 式で表される。

【 0 0 3 9 】

【 数 5 】

$$\begin{aligned} \max(e_x(t)) &\approx d_x b_0 h_{xm} T_b \\ \max(e_a(t)) &\approx d_a b_0 h_{am} T_b \end{aligned} \quad \dots (5)$$

ただし、 d_x は、予め求められた呼気中の酸素の濃度（例えば、分圧比約 1 5 % ）、 d

d_a は、呼気中のエタノールガスの濃度、 b_0 は、呼気量、 T_b は、呼気継続時間である。

【 0 0 4 0 】

上記 (5) 式から、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a を以下の (6) 式で表わすことができ、(6) 式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a を算出することができる。

【 0 0 4 1 】

【 数 6 】

$$d_a = \frac{\max(e_a(t))}{\max(e_x(t))} \frac{h_{xm}}{h_{am}} d_x \quad \dots (6)$$

10

しかし、上述した従来の方法には問題がある。一般にアルコールセンサは応答性が悪く、アルコールセンサの出力 $e_a(t)$ が最大値を示しピークを形成するまでに 5 秒以上かかってしまう場合があり、測定所要時間が長くなってしまふ、という問題がある。また、各センサの最大値のみに基づいて、エタノールガスの濃度を算出するため、たまたま最大値出力時にノイズが混入した場合、大きな誤差を生んでしまい、測定精度が低下してしまふ、という問題がある。

20

【 0 0 4 2 】

そこで、本実施の形態では、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の出力濃度の変化の時間微分を用いて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。以下に、本実施の形態の原理について説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、呼気中のエタノールガスの濃度を d_x 、酸素の濃度を d_a 、センサ計測地点 t で観測される呼気量の時間変化を $b(t)$ 、酸素センサ 2 4 B 及びアルコールセンサ 2 4 A の各々の出力を $e_x(t)$ 、 $e_a(t)$ とすると、図 5 に示すようなモデルに基づいて、酸素センサ 2 4 B 及びアルコールセンサ 2 4 A の各々からの出力濃度のインパルス応答 $h_x(t)$ 、 $h_a(t)$ は、以下の (7) 式で表される。

30

【 0 0 4 4 】

【 数 7 】

$$e_x(t) = d_x \int_0^{T_x} h_x(\tau) b(t - \tau) d\tau$$

$$e_a(t) = d_a \int_0^{T_a} h_a(\tau) b(t - \tau) d\tau \quad \dots (7)$$

40

ここで、呼気量を図 4 (A) のようにパルス波形で近似すると、呼気量の時間変化 $b(t)$ は、以下の (8) 式で表わされる。

【 0 0 4 5 】

【数 8】

$$b(t) = \begin{cases} b_0 & (0 < t < T_b) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad \dots (8)$$

上記(7)式及び(8)式により、酸素センサ24B及びアルコールセンサ24Aの各々からの出力濃度 $e_x(t)$ 、 $e_a(t)$ は、以下の(9)式で表される。

10

【0046】

【数 9】

$$e_x(t) = \begin{cases} d_x b_0 \int_0^t h_x(\tau) d\tau & (0 < t < T_b) \\ d_x b_0 \int_{t-T_b}^t h_x(\tau) d\tau & (T_b < t < T_x) \\ d_x b_0 \int_{-T_b}^{T_x} h_x(\tau) d\tau & (T_x < t < T_x + T_b) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad 20$$

$$e_a(t) = \begin{cases} d_a b_0 \int_0^t h_a(\tau) d\tau & (0 < t < T_b) \\ d_a b_0 \int_{t-T_b}^t h_a(\tau) d\tau & (T_b < t < T_a) \\ d_a b_0 \int_{t-T_b}^{T_a} h_a(\tau) d\tau & (T_a < t < T_a + T_b) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad 30$$

$$\dots (9)$$

ただし、 T_x は、酸素センサ24Bのインパルス応答持続時間(図8(C)参照)、 T_a は、アルコールセンサ24Aのインパルス応答持続時間(図8(B)参照)である。また、 T_x 、 T_a は、呼気継続時間 T_b より長いと仮定した。

【0047】

40

上記(9)式により、酸素センサ24B及びアルコールセンサ24Aの各々からの出力濃度の時間微分 $e_x(t)$ のドット、 $e_a(t)$ のドットは、以下の(10)式で表される。

【0048】

【数 1 0】

$$\begin{aligned}\dot{e}_x(t) &= d_x b_0 h_x(t) \quad (0 < t < T_b) \\ \dot{e}_a(t) &= d_a b_0 h_a(t) \quad (0 < t < T_b) \quad \dots (10)\end{aligned}$$

従って、上記(10)式により、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a は、 $0 < t < T_b$ の区間で、以下の(11)式で表される。

【0049】

【数 1 1】

$$d_a = \frac{\dot{e}_a(t) h_x(t)}{\dot{e}_x(t) h_a(t)} d_x \quad \dots (11)$$

20

エタノール濃度算出部40は、上記(11)式を用いて、算出された呼気導入管20内を流れる呼気を含む気体中のエタノールガスの濃度の変化の時間微分、算出された呼気導入管20内を流れる呼気を含む気体中の酸素の濃度の変化の時間微分、アルコールセンサ24Aからの出力濃度のインパルス応答の特性、及び酸素センサ24Bからの出力濃度のインパルス応答の特性に基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。

【0050】

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。

30

【0051】

まず、ステップ100において、アルコールセンサ24A及び酸素センサ24Bの各々からの出力濃度の変化から、呼気に対する応答が検知されたか否かを判定し、上記図4(B)、(C)に示すような出力濃度の変化が検知されると、呼気が呼気導入管20内に導入されたと判断し、ステップ102へ進む。

【0052】

ステップ102では、アルコールセンサ24A及び酸素センサ24Bの各々から、所定の計測期間 T_{ms} の出力濃度を取得する。そして、ステップ104において、上記ステップ102で取得した酸素センサ24Bの出力濃度から、酸素濃度の変化の時間微分を算出し、ステップ106で、上記ステップ102で取得したアルコールセンサ24Aの出力濃度から、エタノールガス濃度の変化の時間微分を算出する。

40

【0053】

そして、ステップ108において、アルコールセンサ応答特性記憶部36から、アルコールセンサ24Aからの出力濃度のインパルス応答の特性を取得すると共に、酸素センサ応答特性記憶部38から、酸素センサ24Bからの出力濃度のインパルス応答の特性を取得する。

【0054】

次のステップ110では、上記ステップ104で算出した酸素濃度の変化の時間微分、

50

上記ステップ 1 0 6 で算出したエタノールガスの濃度の変化の時間微分、上記ステップ 1 0 8 で取得したアルコールセンサ 2 4 A からの出力濃度のインパルス応答の特性、及び酸素センサ 2 4 B からの出力濃度のインパルス応答の特性に基づいて、上記 (1 1) 式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。そして、ステップ 1 1 2 において、上記ステップ 1 1 0 で算出された呼気中のエタノールガスの濃度を表示部 4 2 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。

【 0 0 5 5 】

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インパルス応答の特性及び酸素センサのインパルス応答の特性を用いて、アルコールセンサの出力濃度の変化の時間微分と、酸素センサの出力濃度の変化の時間微分とを算出すれば、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができるため、センサの出力濃度のピーク値をとる場合に比べて、短時間で、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

10

【 0 0 5 6 】

また、アルコールセンサの出力濃度や酸素センサの出力濃度そのものを用いずに、アルコールセンサの出力濃度の変化の時間微分と、酸素センサの出力濃度の変化の時間微分とを用いて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出するため、ノイズによる測定誤差を低減することができ、精度よく呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 5 7 】

次に、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度判定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。

20

【 0 0 5 8 】

第 2 の実施の形態では、酸素センサのインパルス応答の特性の所定時間の積分値と、アルコールセンサのインパルス応答の特性の所定時間の積分値とを用いて、呼気中のエタノールガスの濃度値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。

【 0 0 5 9 】

図 7 に示すように、第 2 の実施の形態に係るエタノール濃度判定装置 2 1 0 のエタノール濃度判定器 2 3 0 は、アルコールセンサ 2 4 A から、出力濃度を取得するアルコールセンサ出力取得部 2 3 2 と、酸素センサ 2 4 B から、出力濃度を取得する酸素センサ出力取得部 2 3 4 と、酸素センサ 2 4 B の出力濃度の変化に基づいて、呼気継続時間を算出する呼気継続時間算出部 2 3 6 と、アルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 と、酸素センサ応答特性記憶部 3 8 と、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度、酸素センサ 2 4 B の出力濃度、算出された呼気継続時間、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度のインパルス応答の特性、及び酸素センサ 2 4 B の出力濃度のインパルス応答の特性に基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出するエタノール濃度算出部 2 4 0 と、エタノール濃度算出部 2 4 0 による算出結果を表示する表示部 4 2 とを備えている。

30

【 0 0 6 0 】

次に、本実施の形態の原理について説明する。なお、以下では、図 8 に示すように、酸素センサ 2 4 B の応答が速く、呼気継続時間 T_b より酸素センサ応答持続時間 T_x の方が短い場合を例に説明する。

40

【 0 0 6 1 】

酸素センサ 2 4 B の出力濃度 $e_x(t)$ は、以下の (1 2) 式で表される。

【 0 0 6 2 】

【数 1 2】

$$e_x(t) = \begin{cases} d_x b_0 \int_0^t h_x(\tau) d\tau & (0 < t < T_x) \\ d_x b_0 \int_0^{T_x} h_x(\tau) d\tau & (T_x < t < T_b) \\ d_x b_0 \int_{t-T_b}^{T_x} h_x(\tau) d\tau & (T_b < t < T_x + T_b) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad \dots (12)$$

上記(12)式に示すように、 $T_x < t < T_b$ の区間で $e_x(t)$ が一定値をとるため、 $e_x(t)$ の値を計測し、一定値をとった期間の長さを $T_b - T_x$ とする。 T_x は既知のため、 $T_b - T_x$ が得られると、 T_b が算出される。

【0063】

また、アルコールセンサ24Aの出力濃度 $e_a(t)$ は、以下の(13)式で表される。

【0064】

【数 1 3】

$$e_a(t) = \begin{cases} d_a b_0 \int_0^t h_a(\tau) d\tau & (0 < t < T_b) \\ d_a b_0 \int_{t-T_b}^t h_a(\tau) d\tau & (T_b < t < T_a) \\ d_a b_0 \int_{t-T_b}^{T_a} h_a(\tau) d\tau & (T_a < t < T_a + T_b) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad \dots (13)$$

上記(13)式により、 T_b を用いて、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a が以下の(14)式で表されるため、(14)式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a が算出される。

【0065】

【数 1 4】

$$d_a = \frac{e_a(t)}{e_x(T_b)} \frac{\int_0^{T_x} h_x(\tau) d\tau}{\int_{t-T_b}^t h_a(\tau) d\tau} d_x \quad (T_b < t < T_a) \quad \dots (14)$$

呼気継続時間算出部236は、上述したように、酸素センサ24Bの出力濃度が一定値をとる期間の長さから、呼気継続時間 T_b を算出する。

【 0 0 6 6 】

また、エタノール濃度算出部 2 4 0 は、上述したように、上記 (1 4) 式を用いて、酸素センサ 2 4 B の出力濃度が一定値となる期間終了後の計測時刻 t ($= T_b + \Delta t$) におけるアルコールセンサ 2 4 A からの出力濃度、呼気継続時間 T_b における酸素センサ 2 4 B の出力濃度、予め求められた呼気中の酸素の濃度、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性の所定期間 (時刻 $t - T_b$ から計測時刻 t までの期間) の積分値、及び酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性の所定期間 (時刻 0 から酸素センサ応答持続時間 T_x までの期間) の積分値に基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。

【 0 0 6 7 】

次に、第 2 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 9 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、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 8 】

まず、ステップ 1 0 0 で、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の各々からの出力濃度の変化から、呼気に対する応答が検知されたか否かを判定し、呼気の導入に対する出力濃度の変化が検知されると、ステップ 2 5 0 へ進む。

【 0 0 6 9 】

ステップ 2 5 0 では、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の各々から、酸素センサ 2 4 B の出力濃度が一定となる期間と、出力濃度が一定となる期間終了後の所定期間とにおける出力濃度を取得する。

【 0 0 7 0 】

そして、ステップ 2 5 2 において、上記ステップ 2 5 0 で取得した酸素センサ 2 4 B からの出力濃度から、出力濃度が一定となる期間が終了する時点と、呼気継続時間 T_b として算出し、ステップ 2 5 4 において、上記ステップ 2 5 0 で取得した酸素センサ 2 4 B からの出力濃度から、時刻 T_b における酸素センサ 2 4 B のセンサ出力を取得する。

【 0 0 7 1 】

次のステップ 2 5 6 では、上記ステップ 2 5 0 で取得したアルコールセンサ 2 4 A からの出力濃度から、所定の計測時刻 t ($= T_b + \Delta t$) におけるアルコールセンサ 2 4 A のセンサ出力を取得する。そして、ステップ 1 0 8 において、アルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 から、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度のインパルス応答の特性を取得すると共に、酸素センサ応答特性記憶部 3 8 から、酸素センサ 2 4 B の出力濃度のインパルス応答の特性を取得する。

【 0 0 7 2 】

次のステップ 2 5 8 では、上記ステップ 2 5 2 で算出した呼気継続時間 T_b 、上記ステップ 2 5 4 で取得した T_b における酸素センサ 2 4 B の出力濃度、上記ステップ 2 5 6 で取得した計測時刻 t におけるアルコールセンサ 2 4 A の出力濃度、予め求められた呼気中の酸素の濃度、上記ステップ 1 0 8 で取得したアルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性の時刻 $t - T_b$ から計測時刻 t までの期間の積分値、及び酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性の時刻 0 (酸素センサ 2 4 B の出力濃度の応答開始時) から酸素センサ応答持続時間 T_x までの期間の積分値に基づいて、上記 (1 4) 式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。そして、ステップ 1 1 2 において、上記ステップ 2 5 8 で算出された呼気中のエタノールガスの濃度を表示部 4 2 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。

【 0 0 7 3 】

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インパルス応答の特性の積分値及び酸素センサのインパルス応答の特性の積分値を用いて、アルコールセンサの出力濃度と、酸素センサの出力濃度とに基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができるため、センサの出力濃度のピーク値をとる場合に比べて、短時間で、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

また、アルコールセンサの出力濃度のピーク値や酸素センサの出力濃度のピーク値を用いずに、呼気中のエタノールガスの濃度を算出するため、ノイズによる測定誤差を低減することができ、精度よく呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 7 5 】

次に、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度判定装置について説明する。なお、第 1 の実施の形態及び第 2 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。

【 0 0 7 6 】

第 3 の実施の形態では、呼気量の時間変化を推定している点が第 1 の実施の形態と異な

10

【 0 0 7 7 】

図 1 0 に示すように、第 3 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置 3 1 0 のエタノール濃度判定器 3 3 0 は、アルコールセンサ 2 4 A から、図 1 1 (B) に示すような出力濃度を所定期間分取得するアルコールセンサ出力取得部 3 3 2 と、酸素センサ 2 4 B から、図 1 1 (A) に示すような出力濃度を所定期間分取得する酸素センサ出力取得部 3 3 4 と、アルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 と、酸素センサ応答特性記憶部 3 8 と、酸素センサ 2 4 B の出力濃度の変化及び酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性に基づいて、呼気量の時間変化を推定する呼気推定量算出部 3 3 6 と、アルコールセンサ 2 4 A からの出力濃度、算出された呼気量の時間変化推定量、及びアルコールセンサ 2 4 A のインパルス

20

【 0 0 7 8 】

ここで、本実施の形態の原理について説明する。呼気中のアルコール濃度を d_x 、呼気中の酸素濃度を d_a 、センサ計測地点で観測される呼気量の時間変化を $b(t)$ 、酸素センサ 2 4 B 及びアルコールセンサ 2 4 A の各々からの出力濃度を $e_x(t)$ 、 $e_a(t)$ とすると、酸素センサ 2 4 B 及びアルコールセンサ 2 4 A の各々からの出力濃度のインパルス応答の特性 $h_x(t)$ 、 $h_a(t)$ は、以下の (1 5) 式で表される。

【 0 0 7 9 】

30

【 数 1 5 】

$$e_x(t) = d_x \int_0^{T_x} h_x(\tau) b(t - \tau) d\tau$$

$$e_a(t) = d_a \int_0^{T_a} h_a(\tau) b(t - \tau) d\tau \quad \dots (15)$$

40

上記 (1 5) 式をフーリエ変換すると、以下の (1 6) 式が得られる。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 6 】

$$E_x(f) = d_x H_x(f) B(f)$$

$$E_a(f) = d_a H_a(f) B(f) \quad \dots (16)$$

50

但し、 $E_x(f)$ は酸素センサ 24 B の出力濃度の変化をフーリエ変換した値、 $E_a(f)$ はアルコールセンサ 24 A の出力濃度の変化をフーリエ変換した値、 $H_x(f)$ は酸素センサ 24 B のインパルス応答の特性をフーリエ変換した値、 $H_a(f)$ はアルコールセンサ 24 A のインパルス応答の特性をフーリエ変換した値、 $B(f)$ は呼気量の変化をフーリエ変換した値である。

【0081】

一般に、酸素センサ 24 B はアルコールセンサ 24 A に比べて応答が速いため、上記 (16) 式のうちの酸素センサ 24 B の出力濃度に関する式から、呼気量の時間変化推定量 $b(t)$ のハットが以下の (17) 式で表される。

【0082】

【数17】

$$\hat{b}(t) = F^{-1} \left[\frac{E_x(f)}{d_x H_x(f)} \right] \dots (17)$$

但し、 $F^{-1}[\]$ は逆フーリエ変換を表す。

【0083】

また、上記 (17) 式で算出される呼気推定量 $b(t)$ のハットを用いて、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a が以下の (18) 式で表され、(18) 式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度 d_a が算出される。

【0084】

【数18】

$$d_a = \frac{e_a(t)}{\int_0^t h_a(\tau) \hat{b}(t-\tau) d\tau} \dots (18)$$

呼気推定量算出部 336 は、酸素センサ出力取得部 334 で取得した酸素センサ 24 B の出力濃度、酸素センサ 24 B の出力濃度のインパルス応答の特性、及び予め求められた呼気中の酸素の濃度に基づいて、上記 (17) 式に従って、呼気量の時間変化推定量を算出する。

【0085】

エタノール濃度算出部 340 は、アルコールセンサ出力取得部 332 で取得したアルコールセンサ 24 A の出力濃度、推定された呼気量の時間変化推定量、アルコールセンサ 24 A のインパルス応答の特性に基づいて、上記 (18) 式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。

【0086】

次に、第 3 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 12 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、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0087】

まず、ステップ 100 で、アルコールセンサ 24 A 及び酸素センサ 24 B の各々からの出力濃度の変化から、呼気に対する応答が検知されたか否かを判定し、呼気の導入に対するセンサ出力の変化が検知されると、ステップ 350 へ進む。

【0088】

ステップ 350 では、アルコールセンサ 24 A 及び酸素センサ 24 B の各々から、所定

10

20

30

40

50

期間分（例えば、酸素センサ応答継続時間分）の出力濃度を取得する。

【 0 0 8 9 】

そして、ステップ 1 0 8 において、アルコールセンサ応答特性記憶部 3 6 から、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性を取得すると共に、酸素センサ応答特性記憶部 3 8 から、酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性を取得する。

【 0 0 9 0 】

次のステップ 3 5 2 では、上記ステップ 3 5 0 で取得した酸素センサ 2 4 B の出力濃度、酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性、及び予め求められた呼気中の酸素の濃度に基づいて、呼気量の時間変化推定量を算出する。上記ステップ 3 5 2 では、まず、上記ステップ 3 5 0 で取得した酸素センサ 2 4 B の出力濃度に対してフーリエ変換を行うと共に、酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性に対してフーリエ変換を行なう。そして、上記（ 1 7 ）式に従って、酸素センサ 2 4 B の出力濃度をフーリエ変換した値、酸素センサ 2 4 B のインパルス応答の特性をフーリエ変換した値、及び予め求められた呼気中の酸素の濃度に基づいて得られる値に対して、逆フーリエ変換を行なって、呼気量の時間変化推定量を算出する。

【 0 0 9 1 】

そして、ステップ 3 5 4 では、上記ステップ 3 5 2 で算出された呼気量の時間変化推定量、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性に基づいて、上記（ 1 8 ）式に従って、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。そして、ステップ 1 1 2 において、上記ステップ 3 5 4 で算出された呼気中のエタノールガスの濃度を表示部 4 2 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。

【 0 0 9 2 】

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は、フーリエ変換及び逆フーリエ変換を行なって、呼気量の時間変化を推定し、推定された呼気量の時間変化とアルコールセンサのインパルス応答の特性との積の積分値、及び検出されたアルコールセンサの出力濃度に基づいて、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができるため、センサの出力濃度のピーク値をとる場合に比べて、短時間で、呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 9 3 】

また、アルコールセンサの出力濃度のピーク値や酸素センサの出力濃度のピーク値を用いずに、呼気中のエタノールガスの濃度を算出するため、ノイズによる測定誤差を低減することができる、精度よく呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 9 4 】

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 1 の実施の形態と同様の構成となる部分については、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 9 5 】

第 4 の実施の形態では、アルコールセンサ及び酸素センサの各々から出力される信号にノイズ成分が含まれないようにするために、呼気周波数成分の信号のみを通過させるハイパスフィルタ等で構成された呼気信号フィルタを用いている点が第 1 の実施の形態と異なっている。

【 0 0 9 6 】

第 4 の実施の形態に係るエタノール濃度検出装置では、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の各々とエタノール濃度判定器 3 0 との間に、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の各々から出力された信号から呼気周波数成分以上の信号のみを通過させるハイパスフィルタで構成された呼気信号フィルタ（図示省略）が接続されている。呼気信号フィルタは、アルコールセンサ 2 4 A 及び酸素センサ 2 4 B の各々から出力された信号から呼気周波数成分に相当する成分の電気信号のみを抽出し、エタノール濃度判定器 3 0 に入力する。

【 0 0 9 7 】

アルコールセンサ 2 4 A から出力されるエタノールガス濃度を示す信号から呼気のタイ

10

20

30

40

50

ミングに相当する呼気周波数成分の信号のみが抽出され、エタノールガスの濃度が検出される。また、酸素センサ 2 4 B から出力される酸素の濃度を示す信号から呼気のタイミングに相当する呼気周波数成分の信号のみが抽出され、酸素の濃度が検出される。

【 0 0 9 8 】

これによって、呼気信号フィルタを通過したアルコールセンサからの出力濃度を示す信号の大きさに基づいて、呼気として排出されたガス中のエタノールガスの濃度を検出し、また、呼気信号フィルタを通過した酸素センサからの出力濃度を示す信号の大きさに基づいて、呼気として排出されたガス中の酸素の濃度を検出することにより、より正確に呼気中のエタノールガスの濃度を検出することができる。

【 0 0 9 9 】

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。第 5 の実施の形態では、参照ガスとして二酸化炭素を検出する二酸化炭素センサを用いている点が第 1 の実施の形態と異なっている。

【 0 1 0 0 】

第 5 の実施の形態に係るエタノール検出装置では、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度と、二酸化炭素センサの出力濃度とが、エタノール濃度判定器に入力される。また、エタノール濃度判定器には、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性と二酸化炭素センサのインパルス応答の特性とが記憶されている。

【 0 1 0 1 】

そして、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度、二酸化炭素センサの出力濃度、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性、二酸化炭素センサのインパルス応答の特性、及び予め求められた呼気中の二酸化炭素の濃度に基づいて、上記第 1 の実施の形態～第 3 の実施の形態と同様に、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。

【 0 1 0 2 】

二酸化炭素センサは、呼気導入管 2 0 内を流れる気体中に含まれる二酸化炭素を検出するセンサであり、例えば、固体電解質を用いた C D M 4 1 6 0 (フィガロ技研社製、商品名) を使用することができる。呼気中の二酸化炭素濃度については、実験や統計により予め求めておけばよく、例えば、約 3 . 8 % で一定である。

【 0 1 0 3 】

なお、参照ガスの濃度として二酸化炭素の濃度を用いる場合には、酸素の濃度を用いる場合とは反対に、大気中に比べて呼気中の濃度は増加するので、二酸化炭素センサの出力濃度は、大気中の二酸化炭素センサの出力濃度より増加することになる。また、二酸化炭素センサの出力濃度のインパルス応答の特性では、出力濃度が最大値をとるように変化する。

【 0 1 0 4 】

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。第 6 の実施の形態では、参照ガスとして水蒸気を検出する水蒸気センサを用いている点が第 1 の実施の形態と異なっている。

【 0 1 0 5 】

第 6 の実施の形態に係るエタノール検出装置では、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度と、水蒸気センサの出力濃度とが、エタノール濃度判定器に入力される。また、エタノール濃度判定器には、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性と水蒸気センサのインパルス応答の特性とが記憶されている。

【 0 1 0 6 】

そして、アルコールセンサ 2 4 A の出力濃度、水蒸気センサの出力濃度、アルコールセンサ 2 4 A のインパルス応答の特性、水蒸気センサのインパルス応答の特性、及び予め求められた呼気中の水蒸気の濃度 (例えば、3 4 の飽和水蒸気濃度の値とする) に基づいて、上記第 1 の実施の形態～第 3 の実施の形態と同様に、呼気中のエタノールガスの濃度を算出する。

【 0 1 0 7 】

10

20

30

40

50

水蒸気センサとしては、酸化錫の半導体を用いた T G S 2 1 8 0 (フィガロ技研社製、商品名) を用いることができる。また、高分子膜静電容量を用いた水蒸気センサを用いてもよい。

【 0 1 0 8 】

なお、参照ガスの濃度として水蒸気の濃度を用いる場合には、酸素の濃度を用いる場合とは反対に、大気中に比べて呼気中の水蒸気は増加するので、水蒸気センサの出力濃度は、大気中の水蒸気センサの出力濃度より増加することになる。また、水蒸気センサの出力濃度のインパルス応答の特性では、出力濃度が最大値をとるように変化する。

【 0 1 0 9 】

上記の実施の形態では、算出された呼気中のエタノールガス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。

【 0 1 1 0 】

上記では、ドライバの呼気からエタノール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 】

【 0 1 1 1 】

【 図 1 】 本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構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 (A) 呼気量の時間変化を示す線図、(B) アルコールセンサの出力濃度の時間変化を示す線図、及び (C) 酸素センサの出力濃度の時間変化を示す線図である。

【 図 5 】 呼気量、アルコールセンサのインパルス応答の特性、及び酸素センサのインパルス応答の特性に基づいて、アルコールセンサ及び酸素センサの各々の出力濃度が算出されるモデルを示すイメージ図である。

【 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 】 本発明の第 2 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 8 】 (A) 呼気量の時間変化を示す線図、(B) アルコールセンサの出力濃度の時間変化を示す線図、及び (C) 酸素センサの出力濃度の時間変化を示す線図である。

【 図 9 】 第 2 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 1 0 】 本発明の第 3 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 1 1 】 (A) 酸素センサの出力濃度の時間変化を示す線図、及び (B) アルコールセンサの出力濃度の時間変化を示す線図である。

【 図 1 2 】 第 3 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 】

【 0 1 1 2 】

1 0、2 1 0、3 1 0 エタノール濃度検出装置

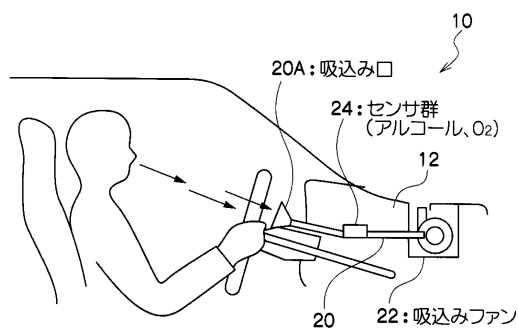
2 0 呼気導入管

2 4 A アルコールセンサ

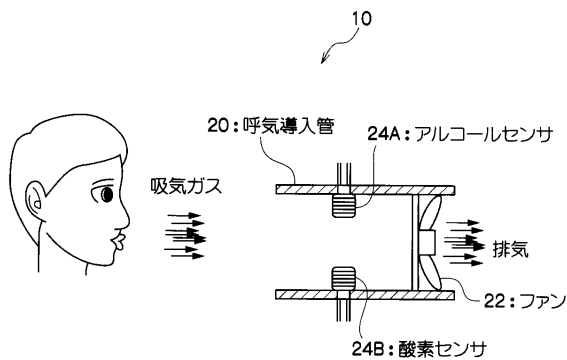
2 4 B 酸素センサ

- 30、230、330 エタノール濃度判定器
- 32 エタノール濃度微分算出部
- 34 酸素濃度微分算出部
- 36 アルコールセンサ応答特性記憶部
- 38 酸素センサ応答特性記憶部
- 40、240、340 エタノール濃度算出部
- 236 呼気継続時間算出部
- 336 呼気推定量算出部

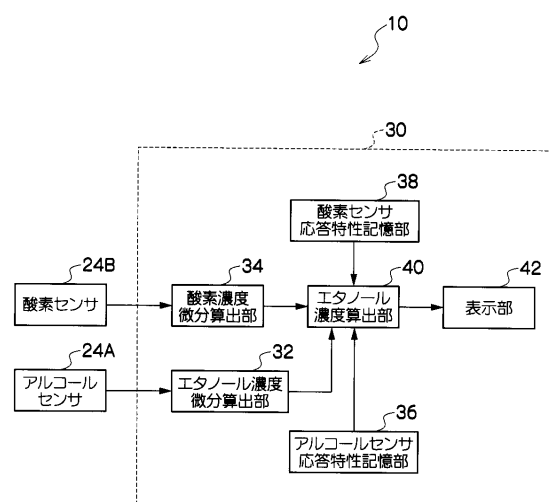
【図1】



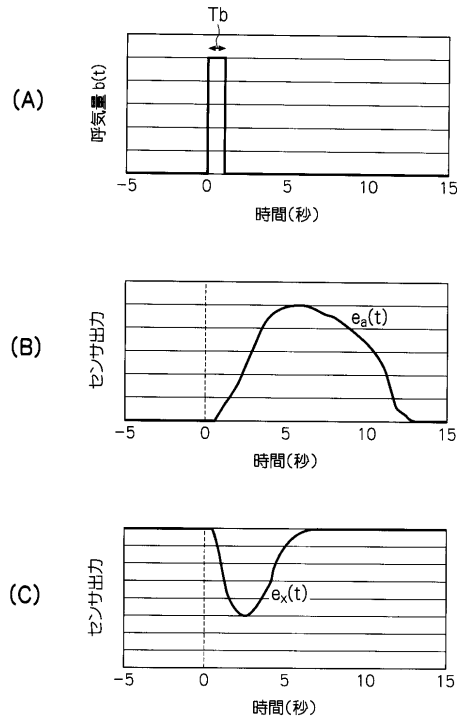
【図2】



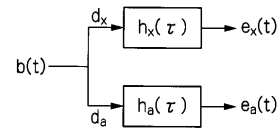
【図3】



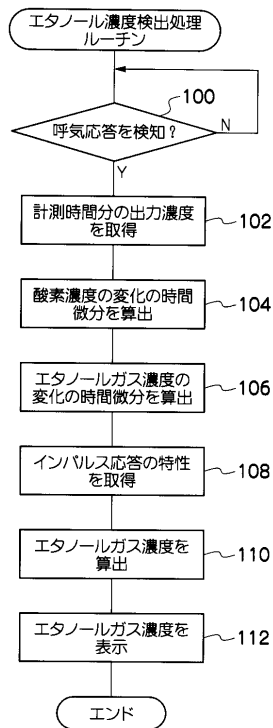
【図 4】



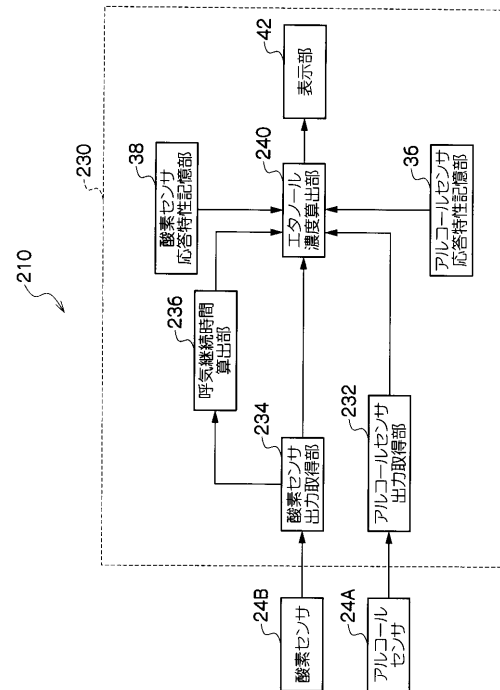
【図 5】



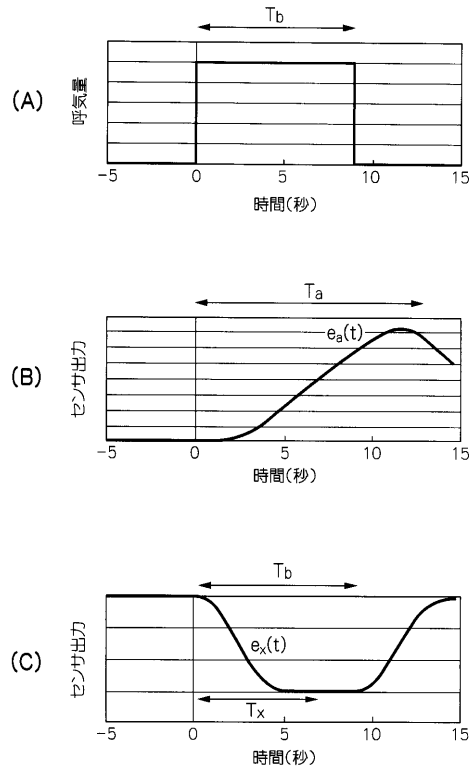
【図 6】



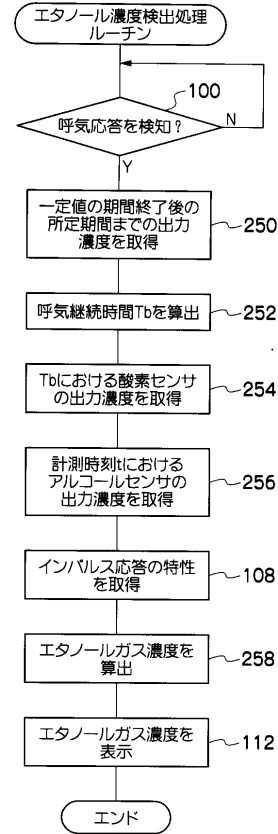
【図 7】



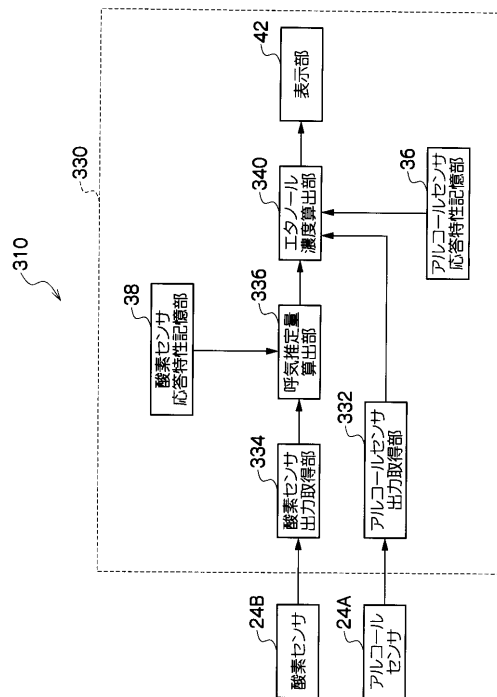
【図 8】



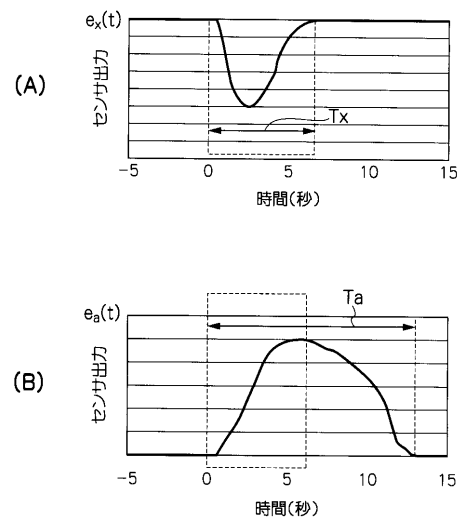
【図 9】



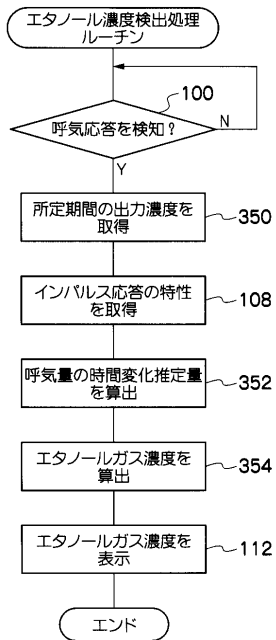
【図 10】



【図 11】



【図 12】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 6 0 K	28/06	(2006.01)	G 0 1 N 33/98
			G 0 1 N 27/58 B
			G 0 1 N 27/22 A
			B 6 0 K 28/06 B

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 9 6 2 5 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 1 2 2 1 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 7 9 2 2 8 (J P , A)
 特開平 1 0 - 0 7 8 4 0 3 (J P , A)
 特開平 0 9 - 1 6 4 1 3 0 (J P , A)
 特開平 0 7 - 1 2 0 4 6 3 (J P , A)
 特開昭 6 1 - 2 0 9 3 4 7 (J P , A)
 国際公開第 0 0 / 0 6 5 3 3 4 (WO , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 1 N 2 7 / 1 2
 G 0 1 N 3 3 / 9 8
 G 0 1 N 3 3 / 4 9 7