

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6032246号
(P6032246)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 27/41 (2006.01)

GO 1 N 27/41 3 2 5 Q

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-122551 (P2014-122551)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成26年6月13日 (2014. 6. 13)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2016-3882 (P2016-3882A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成28年1月12日 (2016. 1. 12)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成28年1月29日 (2016. 1. 29)		弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	梅野 将史
			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	黒田 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気体濃度センサ(200)を制御する制御回路であって、
前記気体濃度センサへ時間的に電流値の変動する電流(I_{sw})を供給する掃引回路(10)と、
前記気体濃度センサを流れる電流(I_{se})を検出するための電流検出用抵抗(20)と、

前記気体濃度センサを流れる電流および前記気体濃度センサに印加された電圧(V₁ - V₂)に基づいて前記気体濃度センサのインピーダンスを算出する算出部(30)と、
前記掃引回路および前記算出部それぞれへ外乱ノイズが印加されることを抑制する保護素子(40)と、を有し、

前記掃引回路と前記気体濃度センサの第1端子(200a)とを接続する第1配線(60)に第1グラウンド配線(62)が接続され、前記気体濃度センサの第2端子(200b)と前記電流検出用抵抗とを接続する第2配線(61)に第2グラウンド配線(63)が接続されており、

前記保護素子は、前記第1グラウンド配線に設けられた第1保護素子(41)と、前記第2グラウンド配線に設けられた第2保護素子(42)と、を有し、

前記掃引回路から供給された電流は前記第1保護素子と前記気体濃度センサとに分流し、前記気体濃度センサを実際に流れた電流は前記第2保護素子と前記電流検出用抵抗とに分流しており、

10

20

前記算出部は、前記第 1 保護素子へと流れる電流 (I_1) または前記第 2 保護素子へと流れる電流 (I_2) を算出し、算出した電流に基づいて、実際に前記気体濃度センサを流れる電流を算出することを特徴とする制御回路。

【請求項 2】

前記算出部は、前記掃引回路から供給される電流、前記電流検出用抵抗を流れる電流 (I_{de})、前記掃引回路と前記第 1 保護素子との間の電圧 (V_1)、および、前記電流検出用抵抗の両端電圧 (V_2 , V_3) それぞれに基づいて、前記第 2 保護素子へと流れる電流 (I_2) を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の制御回路。

【請求項 3】

前記算出部は、前記第 1 保護素子を流れる電流と前記第 2 保護素子を流れる電流の比が前記第 1 保護素子の電圧変化 ($V_1 - V_2$) に自身の静電容量 (C_1) を乗算した値と前記第 2 保護素子の電圧変化 ($V_2 - V_3$) に自身の静電容量 (C_2) を乗算した値の比に等しい関係、および、前記電流検出用抵抗を流れる電流が前記掃引回路から供給される電流から前記第 1 保護素子を流れる電流と前記第 2 保護素子を流れる電流それぞれを減算した値に等しい関係それぞれに基づいて、前記第 2 保護素子へと流れる電流を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の制御回路。

【請求項 4】

前記第 1 保護素子および前記第 2 保護素子それぞれは同一の静電容量を有しており、

前記第 1 保護素子を流れる電流と前記第 2 保護素子を流れる電流の比は、前記第 1 保護素子の電圧変化と前記第 2 保護素子の電圧変化の比に等しいことを特徴とする請求項 3 に記載の制御回路。

【請求項 5】

前記算出部は、算出した実際に前記気体濃度センサを流れる電流、および、前記掃引回路と前記第 1 保護素子との間の電圧と前記第 2 保護素子と前記電流検出用抵抗との間の電圧の差分値 ($V_1 - V_2$) に基づいて前記気体濃度センサの前記インピーダンスを算出することを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の制御回路。

【請求項 6】

前記算出部は前記気体濃度センサの前記インピーダンスの温度特性を記憶しており、この温度特性と算出した前記インピーダンスとに基づいて前記気体濃度センサの温度を算出することを特徴とする請求項 5 に記載の制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気体濃度センサを制御する制御回路に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に示されるように、排気ガスの空燃比を検出する限界電流式酸素センサと、限界電流式酸素センサに電圧を印加するバイアス制御回路と、限界電流式酸素センサの電流を検出する電流検出回路と、を備える酸素濃度判定装置が知られている。限界電流式酸素センサの排気ガス側電極層および大気側電極層それぞれに導線が接続され、この 2 本の導線を介して限界電流式酸素センサとバイアス制御回路とが電氣的に接続されている。したがってこの 2 本の導線を介してバイアス制御回路から限界電流式酸素センサへと電圧が印加され、この電圧印加によって限界電流式酸素センサに電流が流れる。上記した電流検出回路は電流検出抵抗を有し、この電流検出抵抗が導線に設けられている。この電流検出抵抗を流れる電流によって、空燃比が検出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 229901 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで特許文献1に示される酸素濃度判定装置では、限界電流式酸素センサとバイアス制御回路とを電氣的に接続する2本の導線それぞれにグラウンド配線が接続され、そのグラウンド配線にコンデンサが設けられている。そして上記したように電流検出抵抗は導線に設けられている。これによれば、限界電流式酸素センサを流れた電流の一部がコンデンサへと流入するため、電流検出抵抗によって限界電流式酸素センサを流れる電流（センサ電流）を精度良く検出することができなかった。

【0005】

そこで本発明は上記問題点に鑑み、センサ電流の検出精度の向上された制御回路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】

【0006】

上記した目的を達成するための第1発明は、気体濃度センサ（200）を制御する制御回路であって、気体濃度センサへ時間的に電流値の変動する電流（ I_{sw} ）を供給する掃引回路（10）と、気体濃度センサを流れる電流（ I_{se} ）を検出するための電流検出用抵抗（20）と、気体濃度センサを流れる電流および気体濃度センサに印加された電圧（ $V_1 - V_2$ ）に基づいて気体濃度センサのインピーダンスを算出する算出部（30）と、掃引回路および算出部それぞれへ外乱ノイズが印加されることを抑制する保護素子（40）と、を有し、掃引回路と気体濃度センサの第1端子（200a）とを接続する第1配線（60）に第1グラウンド配線（62）が接続され、気体濃度センサの第2端子（200b）と電流検出用抵抗とを接続する第2配線（61）に第2グラウンド配線（63）が接続されており、保護素子は、第1グラウンド配線に設けられた第1保護素子（41）と、第2グラウンド配線に設けられた第2保護素子（42）と、を有し、掃引回路から供給された電流は第1保護素子と気体濃度センサとに分流し、気体濃度センサを実際に流れた電流は第2保護素子と電流検出用抵抗とに分流しており、算出部は、第1保護素子へと流れる電流（ I_1 ）または第2保護素子へと流れる電流（ I_2 ）を算出し、算出した電流に基づいて、実際に気体濃度センサを流れる電流を算出することを特徴とする。

【0007】

上記したように気体濃度センサ（200）を実際に流れた電流（以下、センサ電流（ I_{se} ）と示す）は第2保護素子（42）と電流検出用抵抗（20）とに分流する。したがって電流検出用抵抗（20）を流れる電流（ I_{de} ）をセンサ電流（ I_{se} ）とみなす場合、その検出精度が低かった。これに対して本発明では第2保護素子（42）へと流れる電流（ I_2 ）を算出し、これに基づいてセンサ電流（ I_{se} ）を算出する。例えば、算出した電流（ I_2 ）に電流検出用抵抗（20）を流れる電流（ I_{de} ）を加算することでセンサ電流（ I_{se} ）を算出する。これによれば上記した比較構成と比べて、センサ電流（ I_{se} ）の検出精度が高まる。また、掃引回路（10）から供給された電流（以下、掃引電流（ I_{sw} ）と示す）は第1保護素子（41）と気体濃度センサ（200）とに分流する。したがって本発明に記載のように第1保護素子（41）へと流れる電流（ I_1 ）を算出し、これに基づいてセンサ電流（ I_{se} ）を算出する。例えば、掃引電流（ I_{sw} ）から算出した第1保護素子（41）へと流れる電流（ I_1 ）を減算することでセンサ電流（ I_{se} ）を算出する。これによれば上記した比較構成と比べて、センサ電流（ I_{se} ）の検出精度が高まる。

【0008】

第2発明は、算出部は、掃引回路から供給される電流、電流検出用抵抗を流れる電流（ I_{de} ）、掃引回路と第1保護素子との間の電圧（ V_1 ）、および、電流検出用抵抗の両端電圧（ V_2, V_3 ）それぞれに基づいて、第2保護素子へと流れる電流（ I_2 ）を算出する。そして本願の第3発明は、算出部は、第1保護素子を流れる電流と第2保護素子を流れる電流の比が第1保護素子の電圧変化（ $V_1 - V_2$ ）に自身の静電容量（ C_1 ）を乗算した値と第2保護素子の電圧変化（ $V_2 - V_3$ ）に自身の静電容量（ C_2 ）を乗算した

値の比に等しい関係、および、電流検出用抵抗を流れる電流が掃引回路から供給される電流から第1保護素子を流れる電流と第2保護素子を流れる電流それぞれを減算した値に等しい関係それぞれに基づいて、第2保護素子へと流れる電流を算出する。

【0009】

第1保護素子(41)および第2保護素子(42)それぞれに流れ込む電流は印加される電圧の時間変化に自身の静電容量を乗算した値に等しい。したがって第1保護素子(41)に印加される電圧の時間変化は、掃引回路(10)と第1保護素子(41)との間の電圧(V1)から電流検出用抵抗(20)の気体濃度検出センサ(200)側の端子の電圧(V2)を減算した値を時間で微分した値に等しい。そして第2保護素子(42)に印加される電圧の時間変化は、電流検出用抵抗(20)の気体濃度センサ(200)側の端子の電圧(V2)からその反対の端子の電圧(V3)を減算した値を時間で微分した値に等しい。以上により第1保護素子(41)に流れ込む電流と第2保護素子(42)に流れ込む電流の比は、第1保護素子(41)の電圧変化(V1 - V2)に自身の静電容量(C1)を乗算した値と第2保護素子(42)の電圧変化(V2 - V3)に自身の静電容量(C2)を乗算した値の比に等しくなる。また掃引回路(10)から電流検出用抵抗(20)へと電流が流動するが、その間に第1保護素子(41)と第2保護素子(42)とに電流が流れ込む。そのため電流検出用抵抗(20)を流れる電流(Ide)は、掃引回路(10)から供給される電流(Isw)から第1保護素子(41)と第2保護素子(42)それぞれに流れ込む電流を減算した値に等しくなる。以上示した2つの関係式を解くことで、第2保護素子(42)を流れる電流(I2)が算出される。詳しい式については実施形態で説明する。

10

20

【0010】

なお、特許請求の範囲に記載の請求項、および、課題を解決するための手段それぞれに記載の要素に括弧付きで符号をつけているが、この括弧付きの符号は実施形態に記載の各構成要素との対応関係を簡易的に示すためのものであり、実施形態に記載の要素そのものを必ずしも示しているわけではない。括弧付きの符号の記載は、いたずらに特許請求の範囲を狭めるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】制御回路が内燃機関の燃料噴射装置の制御に用いられることを示す概略図である。

30

【図2】気体濃度センサに接続された制御回路の概略構成を示す回路図である。

【図3】図2に示す電流と電圧の時間変化を示すタイミングチャートである。

【図4】実際に検出された電圧V1～V3の時間変化を示すグラフである。

【図5】処理部におけるインピーダンスの算出処理を概略的に示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明に係る制御回路が内燃機関の燃料噴射装置の制御を行い、気体濃度センサは内燃機関の排気ガスに含まれる酸素濃度を検出する場合の実施形態を図に基づいて説明する。

40

(第1実施形態)

図1～図5に基づいて本実施形態に係る制御回路100を説明する。図1に示すように気体濃度センサ200は内燃機関300から排気ガスの排出される排気管600に設けられており、排気ガスの成分濃度に応じた信号を制御回路100へ出力する。制御回路100は入力された気体濃度センサ200の出力信号だけではなく、内燃機関300の回転数、吸入空気量、などの内燃機関300の情報に基づいて燃料噴射装置400の燃料噴射量を制御する。

【0013】

気体濃度センサ200は排気ガスに含まれている空気と燃料の比(空燃比)に応じて出力電圧が変動する。より詳しく言えば、気体濃度センサ200は、内燃機関300にて空

50

気と燃料とが過不足なく反応される理想的な空燃比（理想空燃比）よりも排気ガスの空燃比が低い（酸素濃度が薄い）場合、理想空燃比時よりも出力電圧が上昇する。これとは反対に理想空燃比よりも空燃比が高い（酸素濃度が濃い）場合、理想空燃比時よりも出力電圧が下降する。したがって制御回路１００は気体濃度センサ２００の出力電圧が上昇した場合、酸素濃度が濃くなるように燃料噴射装置４００の燃料噴射量を制御し、気体濃度センサ２００の出力電圧が下降した場合、酸素濃度が薄くなるように燃料噴射装置４００の燃料噴射量を制御する。こうすることで制御回路１００は内燃機関３００の排気ガスの空燃比が理想空燃比となるように制御する。なお、理想空燃比における酸素と燃料の比は１４．７：１である。

【００１４】

10

図１に示すように、本実施形態では排気管６００に設けられた三元触媒コンバータ５００の上流側と下流側それぞれに気体濃度センサ２００が設けられている。三元触媒コンバータ５００は排気ガスに含まれる炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物それぞれを酸化還元処理するものであり、これの上流側に設けられた気体濃度センサ２００がＡ／Ｆセンサ、下流側に設けられた気体濃度センサ２００が O_2 センサである。Ａ／Ｆセンサは排気ガスの空燃比の理想空燃比からのズレを速く検出するために上流側に設けられ、 O_2 センサは排気ガスの空燃比の検出精度を高めるために下流側に設けられている。

【００１５】

上記した２つの気体濃度センサ２００はいずれも限界電流式酸素センサである。図示しないが、気体濃度センサ２００は拡散抵抗層に第１電極、固体電解質、第２電極が順次積層されて成る。拡散抵抗層は小孔を有する多孔質のアルミナなどから成り、第１電極と第２電極は白金などから成る。そして固体電解質はジルコニア固体電解質である。拡散抵抗層を介して第１電極に排気ガスが流入され、第２電極は大気に開放されている。第１電極は気体濃度センサ２００の第１端子２００ａに接続され、第２電極が第２端子２００ｂに接続されている。以下においては第１電極を排気側電極、第２電極を大気側電極と示す。

20

【００１６】

排気ガスの空燃比が理想空燃比よりも高い場合（排気ガスの空燃比がリーンの場合）、排気ガスに含まれる酸素分子が排気側電極へ吸入される。吸入された酸素分子はイオン化して固体電解質へと移動し、固体電解質を介して大気側電極へと移動する。そして大気側電極においてイオン化した酸素が酸素分子に戻されて、大気へ放出される。このように排気ガスの空燃比がリーンの場合、排気側電極から大気側電極へとイオン化した酸素が流れる。換言すれば、空燃比がリッチの場合、大気側電極から排気側電極へと電流が流れる。これとは異なり、排気ガスの空燃比が理想空燃比よりも低い場合（排気ガスの空燃比がリッチの場合）、大気に含まれる酸素分子が大気側電極へ吸入される。吸入された酸素分子はイオン化して固体電解質へと移動し、固体電解質を介して排気側電極へと移動する。そして排気側電極においてイオン化した酸素が酸素分子に戻されて、排気ガスへ放出される。この排気側電極から放出された酸素分子は、排気ガスに含まれる未燃ガス（一酸化炭素、塩化水素、水素など）と反応する。このように排気ガスの空燃比がリッチの場合、大気側電極から排気側電極へとイオン化した酸素が流れる。換言すれば、空燃比がリッチの場合、排気側電極から大気側電極へと電流が流れる。

30

40

【００１７】

上記した気体濃度センサ２００を流れる電流（以下、センサ電流と示す）は、印加電圧が低い場合、その印加電圧と気体濃度センサ２００の抵抗値に応じて流れる。しかしながら印加電圧が所定値を超えると、センサ電流が飽和する。排気ガスの空燃比がリーンの場合、排気ガスに含まれる酸素分子の吸入が拡散抵抗層によって制限されるためにセンサ電流が飽和する。そして排気ガスの空燃比がリッチの場合、未燃ガスと酸素分子との反応が拡散抵抗層によって制限されるためにセンサ電流が飽和する。このようにセンサ電流が飽和し、気体濃度センサ２００に限界電流が流れる。

【００１８】

上記した限界電流は排気ガスに含まれる酸素濃度（空燃比）に正比例する性質を有する

50

。したがって限界電流を検出することで酸素濃度を検出することができる。また、気体濃度センサ 200 のインピーダンスは温度依存性がある。したがって気体濃度センサ 200 の印加電圧とセンサ電流とを検出することでインピーダンスを求め、上記した温度依存性に基づいて気体濃度センサ 200 の温度を検出することもできる。さらに言えば、気体濃度センサ 200 に限界電流が流れ始める印加電圧（上記した所定値）は温度に反比例する性質を有する。したがって気体濃度センサ 200 の温度をヒーターなどによって一定に調整することで、所定値が温度に対して変化しないように調整することが可能となる。若しくは、気体濃度センサ 200 の温度をヒーターなどによって増減することで、限界電流が流れるように所定値を調整することも可能となる。

【0019】

10

本実施形態に係る制御回路 100 は上記した気体濃度センサ 200 の性質に基づいて気体濃度センサ 200 の温度を算出するが、以下においては図 1 に示す 2 つの気体濃度センサ 200 の一方である A/F センサのみを説明対象として制御回路 100 の説明を行う。なお、 O_2 センサを説明対象とした場合においても、制御回路 100 の動作は下記と同様である。

【0020】

図 2 に示すように制御回路 100 は、掃引回路 10 と、電流検出用抵抗 20 と、処理部 30 と、保護素子 40 と、を有する。掃引回路 10 は気体濃度センサ 200 に電流を流すとともに電圧を印加するものであり、電流検出用抵抗 20 は気体濃度センサ 200 を流れる電流を検出するためのものである。そして処理部 30 は気体濃度センサ 200 の温度を算出するとともに、気体濃度センサ 200 の出力信号（出力電圧およびセンサ電流）に基づいて燃料噴射装置 400 を制御するものである。そして保護素子 40 は外部ノイズが制御回路 100 の内部回路（掃引回路 10、処理部 30、および、後述する下限電圧生成部 50）へ印加されることを抑制するものである。

20

【0021】

図 2 に示すように電源と気体濃度センサ 200 の第 1 端子 200a とが第 1 配線 60 を介して接続され、気体濃度センサ 200 の第 2 端子 200b とグランドとが第 2 配線 61 を介して接続されている。そして第 1 配線 60 に掃引回路 10 が設けられ、第 2 配線 61 に電流検出用抵抗 20 が設けられている。また第 1 配線 60 における掃引回路 10 と第 1 端子 200a との間に第 1 グランド配線 62 が接続され、第 2 配線 61 における第 2 端子 200b と電流検出用抵抗 20 との間に第 2 グランド配線 63 が接続されている。第 1 グランド配線 62 に後述する第 1 保護素子 41 が設けられ、第 2 グランド配線 63 に後述する第 2 保護素子 42 が設けられている。

30

【0022】

以上に示した接続構成により、掃引回路 10 から第 1 配線 60 に掃引電流 I_{sw} が供給されると、図 1 に実線矢印で示すように制御回路 100 と気体濃度センサ 200 とに電流が流れる。すなわち、第 1 配線 60 に供給された掃引電流 I_{sw} が第 1 保護素子 41 と気体濃度センサ 200 とに分流し、第 1 保護素子 41 に第 1 損失電流 I_1 が流れ、気体濃度センサ 200 にセンサ電流 I_{se} が流れる。そして気体濃度センサ 200 を流れるセンサ電流 I_{se} は第 2 保護素子 42 と電流検出用抵抗 20 とに分流し、第 2 保護素子 42 に第 2 損失電流 I_2 が流れ、電流検出用抵抗 20 に検出電流 I_{de} が流れる。処理部 30 は、電流 I_{sw} 、 I_{de} 、掃引回路 10 と第 1 保護素子 41 との間の第 1 電圧 V_1 、および、電流検出用抵抗 20 の両端電圧 V_2 、 V_3 それぞれに基づいてセンサ電流 I_{se} を算出する。そして処理部 30 は算出したセンサ電流 I_{se} に基づいて気体濃度センサ 200 の温度を算出する。

40

【0023】

本実施形態に係る制御回路 100 は上記した構成要素の他に下限電圧生成部 50 を有する。図 1 に示すように下限電圧生成部 50 は第 2 配線 61 に設けられており、電流検出用抵抗 20 とグランドとの間に設けられている。この下限電圧生成部 50 によって制御回路 100 の下限電圧がグランド電位よりも高められている。したがって掃引回路 10 によ

50

てグランド電位よりも高く、且つ、下限電圧よりも低い電圧が生成されることで、後述するように掃引電流 I_{sw} の流動方向が逆転される。以下、制御回路 100 の構成要素 10, 20, 30, 40 について個別に説明した後、処理部 30 のセンサ電流 I_{se} の算出処理について説明する。

【0024】

掃引回路 10 は気体濃度センサ 200 へと電流値が反転する掃引電流 I_{sw} を供給するものである。掃引回路 10 は、定電流回路 11, 12 と、制御部 13 と、を有する。制御部 13 によって定電流回路 11, 12 の駆動状態を制御することで掃引電流 I_{sw} の電流値が時間的に変動される。図 3 に示すように掃引電流 I_{sw} の電流値は時間 t_1 においてゼロから最大電流値まで上昇し、時間 t_2 において逆方向に電流が流れるように最大電流値から最低電流値へと変化し、時間 t_3 において最低電流値からゼロへと戻る。掃引電流 I_{sw} の電流値の上昇によって第 1 配線 60 から第 2 配線 61 へと向かって電流が流れ、これによってセンサ電流 I_{se} と検出電流 I_{de} も流れ始める。そして電圧 V_1 , V_2 それぞれも上昇し始める。しかしながら上記したように掃引電流 I_{sw} は第 1 保護素子 41 と気体濃度センサ 200 へと分流するため、センサ電流 I_{se} は第 1 損失電流 I_1 分だけ掃引電流 I_{sw} よりも電流値が低くなる。同様にして、センサ電流 I_{se} は第 2 保護素子 42 と電流検出用抵抗 20 へと分流するため、検出電流 I_{de} は第 2 損失電流 I_2 分だけセンサ電流 I_{se} よりも電流値が低くなる。この掃引電流 I_{sw} の電流値の上昇によって第 1 配線 60 から第 2 配線 61 へと向かって電流が流れている期間（時間 t_1 と時間 t_2 の間）において、図 3 に二点鎖線で示すように、電流 I_{sw} , I_{de} 、および、電圧 V_1 , V_2 それぞれを処理部 30 が検出する。なお上記したように掃引電流 I_{sw} の電流値は上昇した後に第 2 配線 61 から第 1 配線 60 へと逆向きに流れるように変化される。これは掃引電流 I_{sw} の供給によって気体濃度センサ 200 や保護素子 40 に蓄積された電荷を放電するためである。なお、図 3 に示す波形は上記した各電流と各電圧の変化を簡明とするために簡略化されている。例えば図 3 に示す掃引電流 I_{sw} は矩形状の波形となっているが、矩形状でなくともよい。

【0025】

図 4 に、実際に本発明者が検出した電圧 $V_1 \sim V_3$ の一例を示す。これは時間 t_1 から時間 t_2 の間における電圧 $V_1 \sim V_3$ の時間変化を示している。第 3 電圧 V_3 は時間に対して一定であるが、電圧 V_1 , V_2 それぞれは気体濃度センサ 200 のインピーダンスと保護素子 40 の静電容量それぞれに応じて上昇している。

【0026】

電流検出用抵抗 20 はセンサ電流 I_{se} を検出するためのものである。上記したように検出電流 I_{de} は第 2 損失電流 I_2 分だけセンサ電流 I_{se} よりも電流値が低い電流なので、検出電流 I_{de} に第 2 損失電流 I_2 を加算することでセンサ電流 I_{se} が検出される。後述するように第 2 損失電流 I_2 は処理部 30 によって算出される。

【0027】

処理部 30 は上記したように気体濃度センサ 200 の出力電圧によって排気ガスの空燃比が理想空燃比よりも低いのか高いのかを検出し、燃料噴射装置 400 の燃料噴射量を制御する。上記したように排気ガスの空燃比が理想空燃比よりも低い場合に気体濃度センサ 200 の出力電圧が上昇し、空燃比が高い場合に出力電圧が下降する。この出力電圧の変動は第 1 端子 200a の電圧（第 1 電圧 V_1 ）に現れる。そのため、理想空燃比よりも排気ガスの空燃比が低い場合に第 1 電圧 V_1 が上昇し、空燃比が高い場合に第 1 電圧 V_1 が下降する。したがって処理部 30 は、第 1 電圧 V_1 の変動を検出することで排気ガスの空燃比が理想空燃比よりも低いのか高いのかを検出し、それに基づいて燃料噴射装置 400 の燃料噴射量を制御する。

【0028】

また処理部 30 は、図 5 に概略的に示すように気体濃度センサ 200 のインピーダンスを求め、それによって気体濃度センサ 200 の温度を算出する。先ず処理部 30 は、電圧 V_1 , V_2 に基づいて気体濃度センサ 200 に印加されるセンサ間電圧 $V_1 - V_2$ を算出

する。そして処理部 30 は電流検出用抵抗 20 の抵抗値を記憶しており、この抵抗値と電流検出用抵抗 20 の両端電圧差 $V_2 - V_3$ に基づいて検出電流 I_{de} を算出する。後で詳説するが、処理部 30 は電圧 $V_1 \sim V_3$ 、および、電流 I_{sw} 、 I_{de} に基づいてセンサ電流 I_{se} を算出する。そして処理部 30 は今までに算出したセンサ間電圧 $V_1 - V_2$ およびセンサ電流 I_{se} に基づいて気体濃度センサ 200 のインピーダンスを算出する。処理部 30 は気体濃度センサ 200 のインピーダンスの温度特性を記憶しており、この温度特性と算出したインピーダンスとに基づいて気体濃度センサ 200 の温度を算出する。処理部 30 が特許請求の範囲に記載の算出部に相当する。

【0029】

保護素子 40 は、制御回路 100 における気体濃度センサ 200 と接続される端子に外乱ノイズが印加された際に、その外乱ノイズが制御回路 100 の内部回路に印加されることを抑制するものである。保護素子 40 は第 1 グランド配線 62 に設けられる第 1 保護素子 41 と、第 2 グランド配線 63 に設けられる第 2 保護素子 42 と、を有する。保護素子 41、42 それぞれはコンデンサであり、第 1 保護素子 41 は第 1 静電容量 C_1 を有し、第 2 保護素子 42 は第 2 静電容量 C_2 を有する。本実施形態ではこれら静電容量 C_1 、 C_2 が互いに等しくなっている。したがって第 1 保護素子 41 を流れる第 1 損失電流 I_1 と第 2 保護素子 42 を流れる第 2 損失電流 I_2 の比は、第 1 保護素子 41 の電圧変化 $V_1 - V_2$ と第 2 保護素子 42 の電圧変化 $V_2 - V_3$ の比に等しくなっている。

【0030】

次に、処理部 30 のセンサ電流 I_{se} の算出処理について説明する。図 1 に示すように掃引電流 I_{sw} は第 1 損失電流 I_1 とセンサ電流 I_{se} に分流し、センサ電流 I_{se} は第 2 損失電流 I_2 と検出電流 I_{de} に分流する。このように掃引回路 10 から電流検出用抵抗 20 へと電流が流れるまでに損失電流 I_1 、 I_2 が失われる。したがって、検出電流 I_{de} は掃引電流 I_{sw} から損失電流 I_1 、 I_2 を減算した値に等しい、という下記関係式が成立する。

【数 1】

$$I_{sw} - I_1 - I_2 = I_{de}$$

【0031】

また、第 1 損失電流 I_1 は第 1 静電容量 C_1 に第 1 保護素子 41 の電圧の時間変化を乗算した値に等しく、第 2 損失電流 I_2 は第 2 静電容量 C_2 に第 2 保護素子 42 の電圧の時間変化を乗算した値に等しくなっている。第 1 保護素子 41 に印加される電圧の時間変化は電圧差 $V_1 - V_2$ を時間で微分した値に等しく、第 2 保護素子 42 に印加される電圧の時間変化は電圧差 $V_2 - V_3$ を時間で微分した値に等しい。そして上記したように保護素子 41、42 それぞれの静電容量 C_1 、 C_2 は互いに等しくなっている。したがって、第 1 損失電流 I_1 と第 2 損失電流 I_2 の比が第 1 保護素子 41 の電圧変化と第 2 保護素子 42 の電圧変化の比に等しい、という下記関係式が成立する。

【数 2】

$$I_1 : I_2 = V_1 - V_2 : V_2 - V_3$$

【0032】

したがって数 1 および数 2 により第 2 損失電流 I_2 は以下のように表される。

【数 3】

$$I_2 = \frac{V_2 - V_3}{V_1 - V_2} (I_{sw} - I_{de})$$

【0033】

また上記したようにセンサ電流 I_{se} は第 2 損失電流 I_2 と検出電流 I_{de} に分流する。したがって、センサ電流 I_{se} は第 2 損失電流 I_2 に検出電流 I_{de} を加算した値に等

10

20

30

40

50

しい、という下記式が成立する。

【数 4】

$$I_{se} = I_2 + I_{de}$$

【 0 0 3 4 】

以上により、数 4 に数 3 で表される第 2 損失電流 I_2 を代入することで、センサ電流 I_{se} が下記式で表される。

【数 5】

$$I_{se} = \frac{V_2 - V_3}{V_1 - V_3} I_{sw} + \frac{V_1 - V_2}{V_1 - V_3} I_{de}$$

10

【 0 0 3 5 】

したがって処理部 30 は、電流 I_{sw} 、 I_{de} 、電圧 $V_1 \sim V_3$ 、および、数 5 に示す関係式それぞれに基づいてセンサ電流 I_{se} を算出する。そして処理部 30 は上記したように算出したセンサ電流 I_{se} に基づいて気体濃度センサ 200 のインピーダンスを算出し、そのインピーダンスと温度特性とに基づいて気体濃度センサ 200 の温度を算出する。

【 0 0 3 6 】

なお、静電容量 C_1 、 C_2 が互いに等しくない場合、第 1 損失電流 I_1 と第 2 損失電流 I_2 の比は、第 1 保護素子 41 の電圧変化に自身の静電容量 C_1 を乗算した値と第 2 保護素子 42 の電圧変化に自身の静電容量 C_2 を乗算した値の比に等しい、という関係式が成立する。したがって数 2 は、下記式で表される。

20

【数 6】

$$I_1 : I_2 = C_1(V_1 - V_2) : C_2(V_2 - V_3)$$

【 0 0 3 7 】

これに伴い、数 3 は以下のように表される。

【数 7】

$$I_2 = \frac{C_2(V_2 - V_3)}{C_1(V_1 - V_2) + C_2(V_2 - V_3)} (I_{sw} - I_{de})$$

30

【 0 0 3 8 】

そして、数 5 は以下のように表される。

【数 8】

$$I_{se} = \frac{1}{1 + \frac{C_1(V_1 - V_2)}{C_2(V_2 - V_3)}} I_{sw} + \frac{1}{1 + \frac{C_2(V_2 - V_3)}{C_1(V_1 - V_2)}} I_{de}$$

40

【 0 0 3 9 】

次に、本実施形態に係る制御回路 100 の作用効果を説明する。上記したように、気体濃度センサ 200 を実際に流れたセンサ電流 I_{se} は第 2 損失電流 I_2 と検出電流 I_{de} に分流する。したがって検出電流 I_{de} をセンサ電流とみなす場合、気体濃度センサ 200 を流れる電流の検出精度が低かった。これに対して制御回路 100 では電流 I_{sw} 、 I_{de} 、電圧 $V_1 \sim V_3$ 、および、数 1、数 2 に示す関係式それぞれに基づいて第 2 損失電流 I_2 を算出する。そして数 4 に示すように算出した第 2 損失電流 I_2 に検出電流 I_{de} を加算することで、数 5 に示すようにセンサ電流 I_{se} を算出する。これによれば上記

50

した比較構成と比べて、センサ電流 I_{se} の検出精度が高まる。

【0040】

第1保護素子41および第2保護素子42それぞれは同一の静電容量を有する。この場合、センサ電流 I_{se} は数5で表される。これに対して第1保護素子41と第2保護素子42それぞれの静電容量が異なる場合、センサ電流 I_{se} は数8で表される。数式に表されるように数8とは異なり数5には静電容量が含まれていない。したがって第1保護素子41と第2保護素子42それぞれの静電容量が異なる場合と比べて、センサ電流 I_{se} の算出処理が簡素化される。

【0041】

処理部30は算出したセンサ電流 I_{se} に基づいて気体濃度センサ200のインピーダンスを算出する。上記したようにセンサ電流 I_{se} の検出精度が高まっている。そのためインピーダンスの算出精度も高まる。

10

【0042】

また、処理部30は算出した気体濃度センサ200のインピーダンスに基づいて気体濃度センサ200の温度を算出する。これも同様にして、センサ電流 I_{se} の検出精度が高まっているため、温度の算出精度も高まる。

【0043】

なお、本発明者は実際にセンサ電流 I_{se} の検出精度がどれほど高まるのかをシミュレーションした。上記したように検出電流 I_{de} をセンサ電流 I_{se} とみなす場合、検出されることが期待されるインピーダンスに比べて、その値は5%以上ずれていた。しかしながら上記したように数5若しくは数8に基づいて気体濃度センサ200を実際に流れたセンサ電流 I_{se} を算出した場合、検出されることが期待されるインピーダンスに比べて、その値のズレは0.23%以下となっていた。このように、インピーダンスの検出精度のオーダーが一桁低くなる。

20

【0044】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上記した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

【0045】

本実施形態では制御回路100が内燃機関300の燃料噴射装置400の制御を行う例を示した。しかしながら制御回路100は気体濃度センサ200の制御を行うのみでも良い。この場合、制御回路100は空燃比を算出し、その算出した空燃比を燃料噴射装置400を制御する別の回路に出力する。

30

【0046】

本実施形態では制御回路100が三元触媒コンバータ500の上流側と下流側それぞれに設けられた2つの気体濃度センサ200を制御する例を示した。しかしながら制御回路100は少なくとも1つの気体濃度センサ200を制御すれば良い。

【0047】

本実施形態では制御回路100が下限電圧生成部50を有する例を示した。しかしながら制御回路100は下限電圧生成部50を有していなくとも良い。この場合、数1～数8に含まれる第3電圧 V_3 はゼロとなる。

40

【0048】

本実施形態では掃引回路10が定電流回路11, 12と、制御部13と、を有する例を示した。しかしながら掃引回路10の構成としては上記例に限定されず、図3に示す掃引電流 I_{sw} を供給できるのであれば、適宜採用することができる。

【0049】

本実施形態では保護素子41, 42それぞれの静電容量 C_1 , C_2 が互いに等しい例を示した。しかしながら保護素子41, 42それぞれの静電容量 C_1 , C_2 は互いに異なっても良い。この場合、処理部30は静電容量 C_1 , C_2 を記憶しており、数5に代えて数8を用いることでセンサ電流 I_{se} を算出する。

50

【 0 0 5 0 】

本実施形態では第2損失電流 I_2 を算出し、第2損失電流 I_2 に検出電流 I_{de} を加算することでセンサ電流 I_{se} を算出する例を示した。しかしながら上記したように掃引電流 I_{sw} は第1保護素子41と気体濃度センサ200へと分流する。したがって第1損失電流 I_1 を算出し、掃引電流 I_{sw} から第1損失電流 I_1 を減算することでセンサ電流 I_{se} を算出してもよい。この第1損失電流 I_1 は上記した数1および数2に基づいて算出することができる。若しくは、数1および数6に基づいて算出することができる。

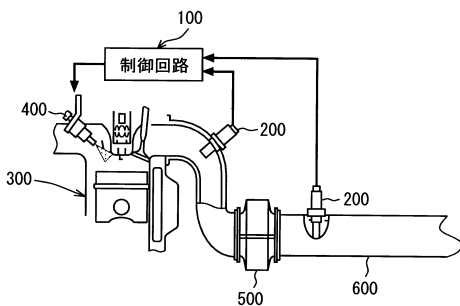
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

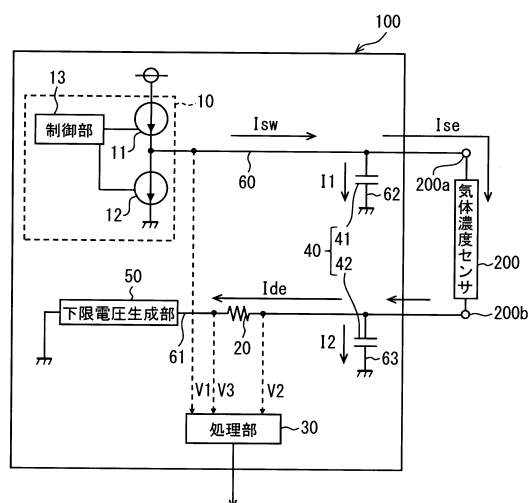
10 ... 掃引回路、20 ... 電流検出用抵抗、30 ... 処理部、40 ... 保護素子、41 ... 第1保護素子、42 ... 第2保護素子、60 ... 第1配線、61 ... 第2配線、62 ... 第1グランド配線、63 ... 第2グランド配線、100 ... 制御回路、200 ... 気体濃度センサ、200a ... 第1端子、200b ... 第2端子

10

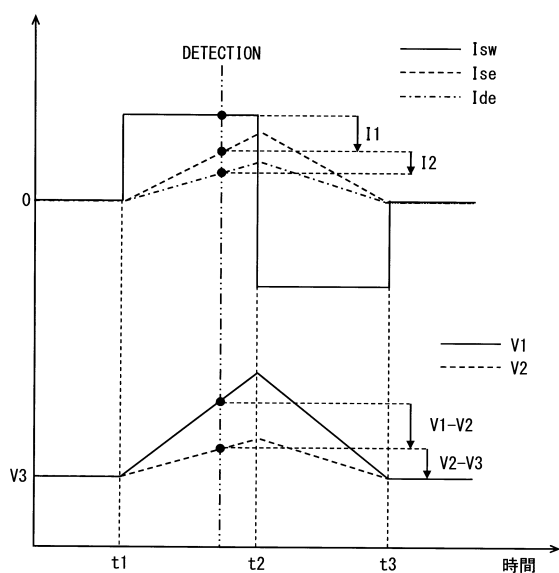
【 図 1 】



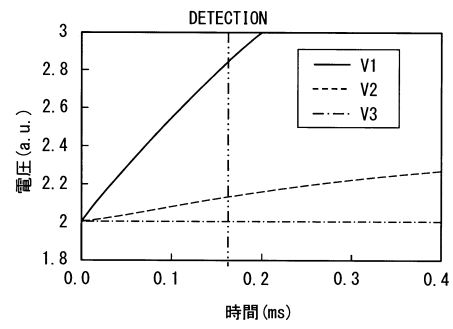
【 図 2 】



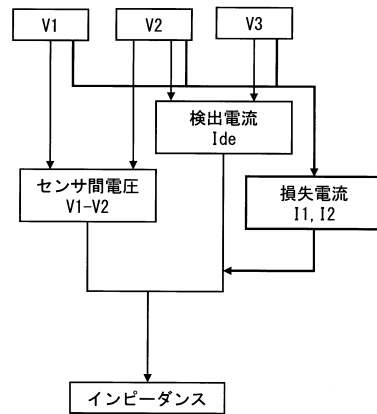
【 図 3 】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-256233 (J P , A)
特開2008-102056 (J P , A)
特開2008-203142 (J P , A)
特開2009-42242 (J P , A)
特開平11-230932 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 N 2 7 / 4 1
G 0 1 N 2 7 / 4 1 9
G 0 1 N 2 7 / 4 0 9