

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6222027号
(P6222027)

(45) 発行日 平成29年11月1日 (2017. 11. 1)

(24) 登録日 平成29年10月13日 (2017. 10. 13)

(51) Int. Cl.

F I

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

FO2D 45/00 368H
FO2D 45/00 368G
FO2D 45/00 358C
FO2D 45/00 358K
FO1N 3/00 F

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-193796 (P2014-193796)
(22) 出願日 平成26年9月24日 (2014. 9. 24)
(65) 公開番号 特開2016-65473 (P2016-65473A)
(43) 公開日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)
審査請求日 平成29年3月28日 (2017. 3. 28)

(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 100121821
弁理士 山田 強
(74) 代理人 100139480
弁理士 日野 京子
(74) 代理人 100125575
弁理士 松田 洋
(74) 代理人 100175134
弁理士 北 裕介
(72) 発明者 秋元 克英
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスセンサの信号処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジン (1 0) の排気通路 (1 4) に設けられ該排気通路内を流れる排気中の特定成分の濃度を検出するガスセンサ (2 1) に適用されるガスセンサの信号処理装置 (3 0) であり、

前記ガスセンサの検出信号に含まれる排気脈動ノイズを減衰するフィルタ手段と、
エンジン回転速度に基づいて前記フィルタ手段のフィルタ特性を可変に設定するフィルタ特性設定手段と、
を備え、

前記エンジンは、排気系を同じにし共通の前記ガスセンサによりガス濃度の検出が行われる複数の気筒を有し、燃料噴射手段 (1 6) から各気筒に噴射される燃料が燃焼される多気筒エンジンであり、

前記フィルタ手段は、遮断周波数よりも低い周波数を通過帯域とするローパスフィルタであり、

前記フィルタ特性設定手段は、前記複数の気筒の燃焼周波数 f_1 と、その燃焼周波数 f_1 を前記複数の気筒の気筒数 n で除した周波数 $f_2 (= f_1 / n)$ との間に、前記遮断周波数を設定する、ことを特徴とするガスセンサの信号処理装置。

【請求項 2】

前記フィルタ特性設定手段は、前記燃焼周波数 f_1 と、前記周波数 f_2 との間において前記周波数 f_2 寄りに、前記遮断周波数を設定する請求項 1 に記載のガスセンサの信号処

10

20

理装置。

【請求項 3】

前記フィルタ特性設定手段は、エンジン回転速度に基づいてフィルタ次数を可変に設定する請求項 1 又は 2 に記載のガスセンサの信号処理装置。

【請求項 4】

前記フィルタ特性設定手段は、エンジン回転速度が高回転である場合に、エンジン回転速度が低回転である場合に比べて、前記フィルタ次数を小さくする請求項 3 に記載のガスセンサの信号処理装置。

【請求項 5】

前記フィルタ特性設定手段は、エンジン負荷に基づいてフィルタ次数を可変に設定する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のガスセンサの信号処理装置。

10

【請求項 6】

前記フィルタ特性設定手段は、エンジン負荷が低負荷である場合に、エンジン負荷が高負荷である場合に比べて、前記フィルタ次数を小さくする請求項 5 に記載のガスセンサの信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの排気中における特定成分の濃度を検出するガスセンサに適用されるガスセンサの信号処理装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

この種のガスセンサは、例えばエンジンの排気通路に設けられる A / F センサとして実用化されており、A / F センサにより検出された実空燃比を目標空燃比に一致させるべくフィードバック制御が実施される。ここで、エンジンの運転時においてはそのエンジン運転に起因して生じるノイズが A / F センサの検出信号に重畳し、結果として空燃比の検出精度の低下が生じることが懸念される。そこで、A / F センサの検出信号を入力する制御回路部にローパスフィルタ回路を設け、そのローパスフィルタ回路によりノイズ除去を行うようにした技術が実用化されている。

【0003】

30

また、例えば特許文献 1 には、スーパーチャージャ等の過給機による過給時に排気脈動が生じると、その排気脈動がセンサ検出信号にノイズとして乗ることに着目し、過給状態である場合に、ガスセンサの検出信号をフィルタ手段によりフィルタ処理するとともに、吸気管内圧力に基づいてフィルタ態様を補正するようにした技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 149293 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、ガスセンサの検出信号に対してフィルタ処理を実施する場合、ノイズの除去に加えて、本来の検出対象であるガス濃度の検出波形までもがなまされてしまうことが懸念される。例えば、上記特許文献 1 に記載のものでは、センサ検出信号に重畳する排気脈動ノイズを除去する際において、ガス濃度の検出波形がなまされてしまい、結果としてガス濃度の検出精度が低下することが懸念される。この点、改善の余地があると考えられる。

【0006】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、センサ検出信号におけるガス濃度の検出波形が意図せずなまされることを抑制し、ひいてはガス濃度の検出を適正に

50

実施することができるガスセンサの信号処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用・効果について記載する。

【0008】

本発明は、エンジンの排気通路に設けられ該排気通路内を流れる排気中の特定成分の濃度を検出するガスセンサに適用されるガスセンサの信号処理装置であり、前記ガスセンサの検出信号に含まれる排気脈動ノイズを減衰するフィルタ手段と、エンジン回転速度に基づいて前記フィルタ手段のフィルタ特性を可変に設定するフィルタ特性設定手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0009】

排気通路において排気脈動が生じ、その排気脈動に起因する排気脈動ノイズがガスセンサの検出信号に重畳すると、ガス濃度の検出精度に影響するが、フィルタ手段を用いることで排気脈動ノイズの減衰が可能となる。ただし、そのノイズの減衰に伴いガス濃度の検出波形がなまされ、センサ応答性が低下することが懸念される。この場合、排気脈動ノイズの周波数はエンジン回転速度に依存して変化するため、例えば低回転域では不都合は生じないが、高回転域で不都合が生じ得ることとなる。この点、フィルタ手段のフィルタ特性をエンジン回転速度に基づいて可変に設定することで、排気脈動ノイズの減衰しつつ、ガス濃度の検出波形がなまされることを抑制する。その結果、センサ応答性を確保しつつ、ガス濃度検出の適正化を図ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】エンジン制御システムの概略を示す構成図。

【図2】IIRフィルタによるフィルタ処理を示すブロック図。

【図3】センサ検出信号のインバランス変化波形と排気脈動ノイズを示すタイムチャート。

【図4】エンジン回転速度に対する周波数特性を示す図。

【図5】エンジン回転速度とフィルタ係数値の相関を示す図。

【図6】第1実施形態のフィルタ処理を示すフローチャート。

【図7】エンジン回転速度が小さいときと大きいときにおけるフィルタ処理前後のセンサ検出電圧AFOを示すタイムチャート。

30

【図8】第2実施形態のフィルタ処理を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(第1実施形態)

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態は、車両に搭載される多気筒火花点火式のガソリンエンジンを制御対象とするエンジン制御システムに具体化しており、電子制御ユニット(ECU)により同エンジンの運転状態を制御するものとしている。図1は、エンジン制御システムの概略構成図である。

【0012】

40

図1において、エンジン10は直列4気筒4サイクルガソリンエンジンであり、同エンジン10には、吸気マニホールド11とその上流側の吸気管12とを備えてなる吸気装置が設けられるとともに、排気マニホールド13とその下流側の排気管14とを備えてなる排気装置が設けられている。吸気装置により吸気通路が形成され、排気装置により排気通路が形成されている。吸気管12にはスロットル弁15が設けられ、エンジン10の吸気ポートには気筒ごとに燃料噴射弁16が設けられている。吸気マニホールド11の集合部分(サージタンク)には、吸気管圧力を検出するための吸気圧センサ17が設けられている。なお、エンジン10として、ポート噴射式エンジンに代えて、筒内噴射式エンジンを採用することも可能である。

【0013】

50

また、排気マニホールド 13 の集合部分には A / F センサ 21 が設けられ、その下流側、すなわち排気管 14 には三元触媒等の触媒 22 が設けられている。A / F センサ 21 は、ジルコニア等の固体電解質よりなるセンサ素子を有し、排気のリッチ成分 (HC 等) 及びリーン成分 (O₂) に応じてセンサ検出信号を生じることで、リッチ領域からリーン領域にかけて広域に空燃比 (A / F) を検出するものとなっている。なお、エンジン 10 において吸気・排気バルブや点火装置等、他の周知構成については図示及びその説明を割愛する。

【0014】

エンジン 10 では、所定の燃焼順序 (#1 #3 #4 #2) で気筒ごとに燃料噴射弁 16 による燃料噴射が行われ、図示しない吸気バルブの開弁に伴い混合気が各気筒の燃焼室内に吸入される。そして、各気筒で混合気が燃焼に供された後、排気が図示しない排気バルブの開弁に伴い排気マニホールド 13 に順次排出される。

10

【0015】

ECU 30 は、CPU や ROM、RAM 等を有する周知のマイクロコンピュータ (以下、マイコンという) 31 を主体として構成されており、ROM 内に格納されている各種の制御プログラムを実行することでエンジン 10 の運転に関して各種の制御を実行する。詳しくは、上述した吸気圧センサ 17 及び A / F センサ 21 や、それ以外にも、エンジン回転速度を検出するための Ne センサ 23 からセンサ検出信号が ECU 30 に逐次入力され、そして、マイコン 31 は、吸気圧、空燃比、エンジン回転速度、都度のエンジン運転状態を表す各種パラメータに基づいて、燃料噴射弁 16 による燃料噴射量制御や点火装置による点火時期制御等を実施する。

20

【0016】

ECU 30 には、センサ制御回路 32 が設けられている。センサ制御回路 32 は電流計測部及びハードフィルタ部 34 を備えている。電流計測部は、A / F センサ 21 のセンサ検出信号を計測し、所定の増幅率で増幅する。ハードフィルタ部 34 は、A / F センサ 21 のセンサ検出信号に対し、固定値である遮断周波数 f_h 以下の信号成分を減衰する。この処理後の信号 (以下、センサ検出電圧 AFO) は、マイコン 31 に出力される。

【0017】

マイコン 31 は、センサ制御回路 32 から出力されたセンサ検出電圧 AFO を入力する入力部として AD 変換部を備えており、この AD 変換部ではセンサ検出電圧 AFO が所定のサンプリング周期 (本実施形態では、2 msec 周期) で AD 変換される。また、マイコン 31 はソフトフィルタ部 33 を備えている。ソフトフィルタ部 33 は、図 2 に示すように、IIR フィルタを備え、IIR フィルタのフィルタ係数 (a_0 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2) に基づいて、遮断周波数 f_s が決まる。これにより、センサ制御回路 32 から出力された信号に含まれる所定の遮断周波数 f_s 以上の信号成分が減衰される。また、IIR フィルタのフィルタ次数 N は 3 となっている。

30

【0018】

さて、燃料噴射量制御について具体的には、マイコン 31 は、A / F センサ 21 の出力値により演算した実空燃比が目標空燃比に一致するよう空燃比フィードバック制御を実施する。エンジン 10 では、複数の気筒のうちいずれか 1 つで、経時変化等により燃料噴射量が過少又は過多になる気筒間ばらつき (以下、インバランスという) が生じると、その気筒だけ排気がリーン側又はリッチ側にずれ、それに起因して該当気筒だけセンサ波形が相違したインバランス変化波形が生じる。

40

【0019】

例えば、図 3 では、4 気筒のうち 1 気筒のみの空燃比がリッチとなるような燃料噴射が行われる場合を示しており、空燃比がリッチであった気筒から排気されたことによりインバランス変化波形が生じている。すなわち、A / F センサ 21 は、エンジン 10 の 4 気筒分の排気を所定順序で時系列に検出するものであり、ストイキフィードバック制御が実施されている状況下で、1 つの気筒 (図では #1) の空燃比がリッチになっていると、720 °CA に 1 回の周期でインバランスによる空燃比変動が生じることとなる。このため、

50

A / F センサ 2 1 の検出結果から空燃比のインバランスを判定し、そのインバランスを考慮して、各気筒の空燃比フィードバック制御を実施することが望ましい。

【 0 0 2 0 】

ところで、エンジン 1 0 では各気筒の燃焼に合わせて排気バルブが開弁されて排気が排気通路に排出され、各気筒での排気バルブが開弁する都度、排気圧力が上昇する。そのため、全気筒を通じて見ると、図 3 に示すように、全気筒の燃焼周期（排気周期でもある）に合わせて排気脈動が生じる。このとき、排気脈動により排気管 1 4 内の単位体積あたりの分子数が変動し、それに起因してセンサ検出電圧 A F O に排気脈動ノイズが重畳する。このため、空燃比のインバランスを考慮したフィードバック制御が適正に実施されないおそれがある。

10

【 0 0 2 1 】

また、エンジン回転速度は都度変化し、排気脈動ノイズの周波数である排気脈動ノイズ周波数及びインバランス変化波形の周波数であるインバランス周波数はエンジン回転速度に対し比例変化する。

【 0 0 2 2 】

そこで、遮断周波数 f_s をエンジン回転速度に基づいて可変に設定する。特に、エンジン 1 0 の全回転域において、遮断周波数 f_s は、排気脈動ノイズ周波数に相当する燃焼周波数 f_1 と、その燃焼周波数 f_1 を気筒数 4 で除した周波数 $f_2 (= f_1 / 4)$ との間の値をとるようにフィルタ係数 (a_0 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2) を設定する。具体的には、フィルタ係数 (a_0 、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2) をエンジン回転速度の関数とし、図 5

20

【 0 0 2 3 】

さらに、図 4 に示すように、エンジン 1 0 の全回転域において、遮断周波数 f_s が燃焼周波数 f_1 と周波数 f_2 との間において、周波数 f_2 寄りの値（本実施形態では $f_s = 1.5 \times f_2$ ）となるように、IIRフィルタのフィルタ係数を設定する。これにより、遮断周波数 f_s が燃焼周波数 f_1 寄りにある場合に比べて、より低周波側の信号成分が減衰される。

【 0 0 2 4 】

30

図 4 に示すように、エンジン 1 0 の低回転域での燃焼周波数 f_1 と、高回転域での周波数 f_2 とは値が重複している。このため、ハードフィルタ部 3 4 の遮断周波数 f_h が、低回転域での排気脈動ノイズを減衰させるような固定値に設定されると、高回転域におけるインバランス変化波形がなまされ、インバランス変化波形を適正に検出されないおそれがある。そこで、ハードフィルタ部 3 4 の遮断周波数 f_h はエンジン 1 0 の全回転域における周波数 f_2 以上となる固定値としている。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、センサ検出電圧 A F O についての信号処理手順を示すフローチャートであり、本処理は、E C U 3 0 内のマイコン 3 1 により所定の時間周期（本実施形態では、2 m s e c 周期）で繰り返し実行される。

40

【 0 0 2 6 】

図 6 において、ステップ S 1 1 では、A / F センサ 2 1 が活性完了状態にあるか否かを判定する。未活性であれば本処理を終了し、活性完了であればステップ S 1 2 に進む。そして、ステップ S 1 2 でエンジン回転速度を入力した後、ステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 2 7 】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 1 2 で入力したエンジン回転速度に基づいてソフトフィルタ部 3 3 における IIRフィルタのフィルタ係数を設定し、遮断周波数 f_s が定まった後、ステップ S 1 4 に進む。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 4 では、センサ検出電圧 A F O を入力し、ステップ S 1 5 に進む。ステッ

50

プ S 1 5 では、センサ検出電圧 A F O に対し、I I R フィルタによりフィルタ処理を実施し、この一連の処理を終了する。

【 0 0 2 9 】

図 7 には、インバランスが生じている場合におけるセンサ検出電圧 A F O のフィルタ処理前後の波形を示し、(a) は低回転時の信号波形、(b) は高回転時の信号波形を示している。

【 0 0 3 0 】

フィルタ処理前は、図 7 の (a)、(b) に示すように、 720°CA 周期 (排気脈動ノイズの 4 周期分) でセンサ検出電圧 A F O が大きく変動し、 180°CA 周期 (排気脈動ノイズの 1 周期分) でセンサ検出電圧 A F O が小さく変動している。これは、エンジン 10 の 4 気筒のうちいずれか 1 気筒で空燃比ずれが生じ、エンジン 10 の 4 気筒で排気が生じているためである。なお、排気脈動よりも空燃比のインバランスの方が、センサ検出電圧 A F O の変動に対して大きく影響するため、 720°CA 周期のセンサ検出電圧 A F O の変動の方が大きくなっている。また、エンジン回転速度が小さい場合と大きい場合とでは、エンジン回転速度が大きい場合の方が、エンジン 10 の燃焼周期が短いため、排気脈動ノイズ及びインバランス変化波形の周期が短くなっている。

【 0 0 3 1 】

フィルタ処理後は、図 7 の (a)、(b) に示すように、エンジン回転速度の大小によらず、排気脈動ノイズが適正に減衰されつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制されている。つまり、ソフトフィルタ部 33 においてエンジン回転速度に基づいて遮断周波数 f_s が変化されることにより、エンジン 10 の全回転域において排気脈動ノイズが減衰されている。

【 0 0 3 2 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【 0 0 3 3 】

I I R フィルタで構成されるソフトフィルタ部 33 の遮断周波数 f_s をエンジン回転速度に基づいて可変に設定する構成とした。このため、ソフトフィルタ部 33 で排気脈動ノイズがエンジン 10 の全回転域において適正に減衰されるとともに、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。その結果、センサ応答性を確保しつつ、空燃比検出の適正化を図ることができる。

【 0 0 3 4 】

燃焼周波数 f_1 と、燃焼周波数 f_1 を全気筒数 4 で除した周波数 f_2 との間に、遮断周波数 f_s を設定する構成にした。かかる構成によれば、4 気筒のうちいずれか 1 つの気筒で排気成分が相違し、それに起因して該当気筒だけセンサ波形が相違したインバランス変化波形が生じる場合において、そのインバランス変化波形に重畳する排気脈動ノイズを減衰しつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。これにより、インバランスの判定を適正に実施できる。

【 0 0 3 5 】

燃焼周波数 f_1 と、周波数 f_2 との間において周波数 f_2 寄りに、遮断周波数 f_s を設定する構成とした。かかる構成によれば、遮断周波数 f_s が、燃焼周波数 f_1 寄りにある場合と比べて、減衰帯域は広く、通過帯域は狭いため、通過帯域のインバランス変化波形のみが適切に抽出される。これにより、インバランスの判定を適正に実施できる。

【 0 0 3 6 】

(第 2 実施形態)

以下、第 2 の実施形態について、先の第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。この実施形態では、エンジン負荷に基づいてフィルタ次数 N を変更する点で第 1 実施形態と異なる。

【 0 0 3 7 】

マイコン 31 は、エンジン負荷に基づいて、ソフトフィルタ部 33 のフィルタ次数 N を可変に設定する。具体的には、エンジン負荷が高負荷である場合は、排気圧力が大きい

10

20

30

40

50

め、排気脈動ノイズはインバランス変化波形の検出精度に大きく影響しやすいため、フィルタ次数 N を大きくすることにより、排気脈動ノイズの減衰が優先される。一方、エンジン負荷が低負荷である場合は、排気圧力が小さいため、排気脈動ノイズはインバランス変化波形の検出精度に影響しにくいいため、フィルタ次数 N を小さくすることにより、インバランス変化波形がなまされることを抑制することが優先される。特に、低回転域では排気脈動周波数とインバランス周波数との差は小さいため、フィルタ次数 N が可変に設定されていることにより、不用意にインバランス波形がなまされてしまうことを抑制でき、センサ応答性を確保できる。

【0038】

そこで、本実施形態では、マイコン31は、エンジン負荷として吸気圧センサ17から出力される吸気圧に基づいて、フィルタ次数 N を可変に設定する。具体的には、吸気圧が小さい場合に、フィルタ次数 N を小さくする。これにより、エンジン負荷に応じてインバランス変化波形がなまされることを抑制する。

【0039】

図8は、センサ検出電圧 AFO についての信号処理手順を示すフローチャートであり、本処理は、ECU30内のマイコン31により所定の時間周期（本実施形態では、2ms周期）で繰り返し実行される。

【0040】

図8において、ステップS21では、 A/F センサ21が活性完了状態にあるか否かを判定する。未活性であれば本処理を終了し、活性完了であればステップS22に進む。

【0041】

ステップS22では、吸気圧センサ17により検出された吸気圧を入力する。そして、吸気圧を入力した後、ステップS23では、ステップS22で入力した吸気圧に基づいてフィルタ次数 N を設定する。ここでは、フィルタ次数 N を0～3の範囲で設定することとしており、例えばアイドル運転時には $N=0$ とし、エンジン負荷が大きくなるほど、フィルタ次数 N を大きくする。ただし、フィルタ次数 N を1～3の範囲で実施する構成であってもよい。フィルタ次数 N が設定された後、ステップS24に進む。

【0042】

ステップS24では、ステップS23で設定したフィルタ次数 N が0でないか否かを判定する。ステップS24で否定された場合は、この処理を一旦終了する。ステップS24で肯定された場合は、ステップS25に移る。

【0043】

以降、ステップS25～ステップS28は上述した図6のステップS12～ステップS15と同様の処理であり、これらの各処理に基づいて、フィルタ係数が設定されたIIRフィルタにより、フィルタ処理が実施され、この一連の処理を終了する。

【0044】

このように本実施形態では、エンジン回転速度に基づいてフィルタ係数を可変に設定するとともに、吸気圧に基づいてフィルタ次数 N を可変に設定する構成とした。このため、排気脈動ノイズの周波数の変化と排気脈動の大きさの変化に応じたフィルタ処理が実施され、排気脈動ノイズを減衰しつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。その結果、センサ応答性を確保しつつ、空燃比検出の適正化を図ることができる。

【0045】

（他実施形態）

上記の実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【0046】

・第1実施形態では、遮断周波数 f_s が周波数 f_2 寄りの値となるように、IIRフィルタのフィルタ係数を設定したが、これを、燃焼周波数 f_1 寄りの値となるように、IIRフィルタのフィルタ係数を設定する構成としてもよい。これは、実際のフィルタ処理においては、遮断周波数 f_s 近傍において、これよりも低周波の信号成分も減衰されること

10

20

30

40

50

を鑑みたものである。これにより、遮断周波数 f_s が周波数 f_2 寄りの値の場合と比べ、インバランス変化波形がなまされることを抑制でき、センサ応答性を確保できる。

【0047】

・第1実施形態では、エンジン回転速度が大きいほど、遮断周波数 f_s を大きくする構成としたが、これに加えて、エンジン回転速度が大きいほど、フィルタ次数 N を小さくする構成とする。図4に示すように、エンジン回転速度が大きいほど、排気脈動ノイズ周波数とインバランス周波数との差は大きくなり、高回転域では排気脈動ノイズがインバランス変化波形の検出精度に影響しにくい。このため、フィルタ次数 N を小さくすることにより、インバランス変化波形がなまされることを抑制することが優先される。一方、エンジン回転速度が小さいほど、排気脈動ノイズ周波数とインバランス周波数との差は小さくなり、低回転域では排気脈動ノイズがインバランス変化波形の検出精度に影響しやすい。このため、フィルタ次数 N を大きくすることにより、排気脈動ノイズの減衰が優先される。これにより、排気脈動ノイズを減衰しつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。その結果、センサ応答性を確保しつつ、空燃比検出の適正化を図ることができる。

10

【0048】

・第2実施形態では、エンジン負荷が小さいほど、フィルタ次数 N が小さくなる構成としたが、これを、エンジン負荷が大きい場合であっても、エンジン回転速度が大きい場合には、フィルタ次数 N を小さくする。これはエンジン回転速度が大きいほど、排気脈動周波数の検出精度に影響を及ぼしにくいことを鑑みたものである。このため、エンジン回転速度が大きい場合はフィルタ次数 N を小さくすることにより、排気脈動ノイズを減衰しつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。その結果、センサ応答性を確保しつつ、空燃比検出の適正化を図ることができる。

20

【0049】

・ソフトフィルタ部33はIIRフィルタを有する構成としたが、これに代えて、FIRフィルタ等の他のデジタルフィルタを有する構成であってもよい。このような構成であっても、フィルタ係数やフィルタ次数 N を可変に設定することで、フィルタ特性を変化させることができる。これにより、排気脈動ノイズを適正に減衰しつつ、インバランス変化波形がなまされることを抑制する。

【0050】

・サンプリング周期は所定の時間周期(2msec周期)としたが、これに代えて、サンプリング周期は所定のクランク角周期に同期してもよい。かかる構成によれば、クランク角周期の変化に応じて、サンプリング周期が変化する。

30

【0051】

・ソフトフィルタ部33においてサンプリング周期とフィルタ処理の実行周期を各々異なる周期で設定することも可能である。例えば、サンプリング周期を2msecとし、フィルタ処理の実行周期を10msecとすることで、サンプリング周期に対して間欠的にフィルタ処理を実行する構成でもよい。これにより、フィルタ処理に対するECU30の演算負荷を抑制することができる。

【0052】

・上記実施形態では、A/Fセンサ21は、直列4気筒エンジンに適用され、排気マニホールド13の集合部にA/Fセンサ21が設けられる構成としたが、これ以外にも、排気系を同じにし共通のガスセンサにより空燃比の検出が行われる複数の気筒を有するエンジンへの適用が可能である。例えば、V型エンジンのように複数のバンクを有するエンジンであって、各バンクにA/Fセンサ21が設けられる構成であってもよい。

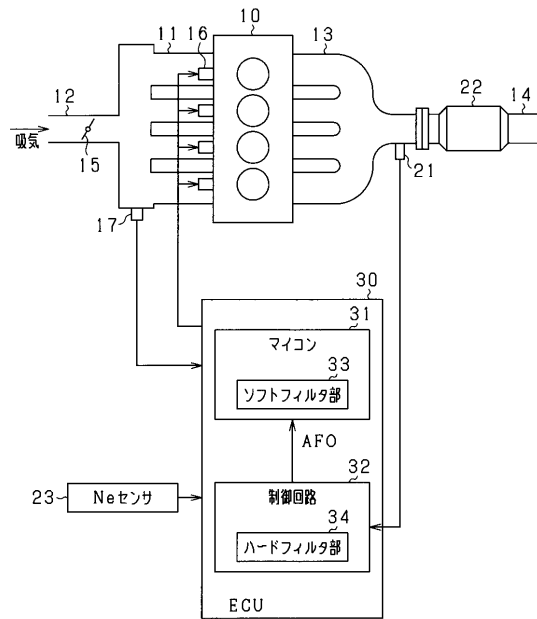
40

【符号の説明】

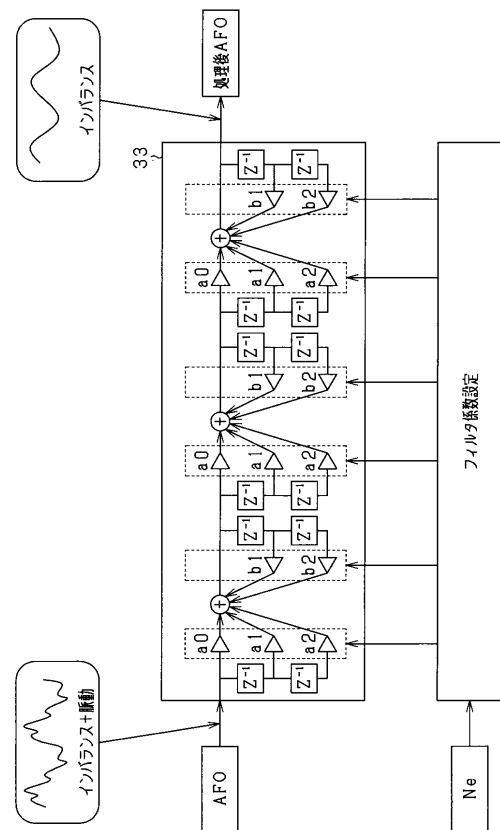
【0053】

10...エンジン、14...排気管(排気通路)、21...A/Fセンサ(ガスセンサ)、30...ECU(フィルタ手段、フィルタ特性設定手段)。

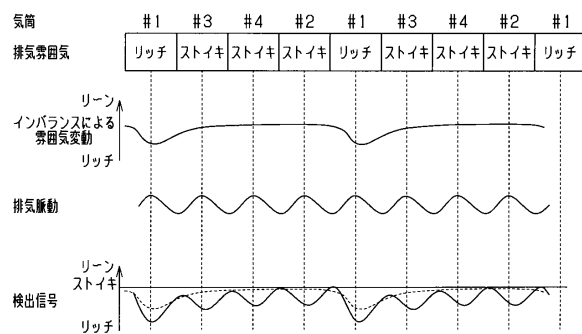
【図 1】



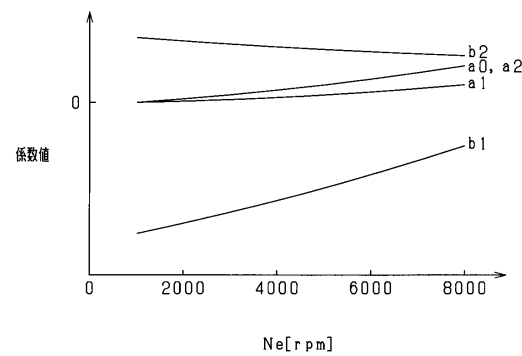
【図 2】



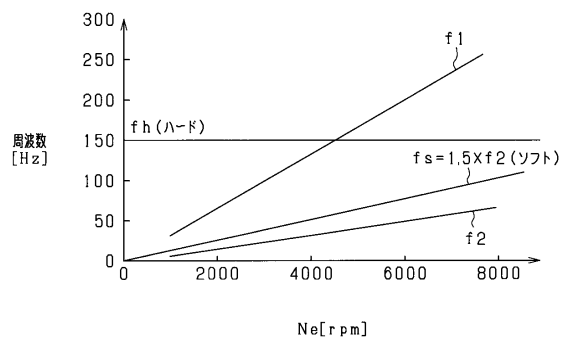
【図 3】



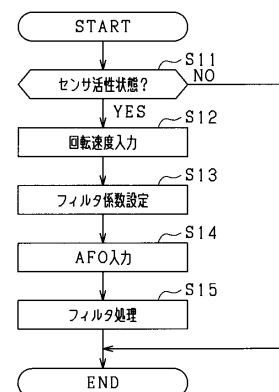
【図 5】



【図 4】

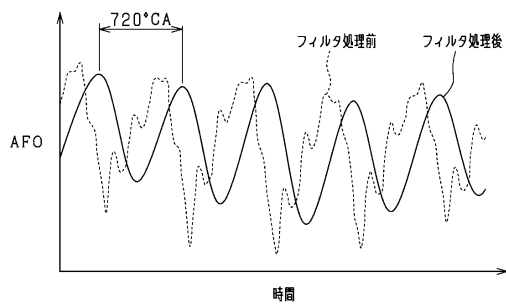


【図 6】

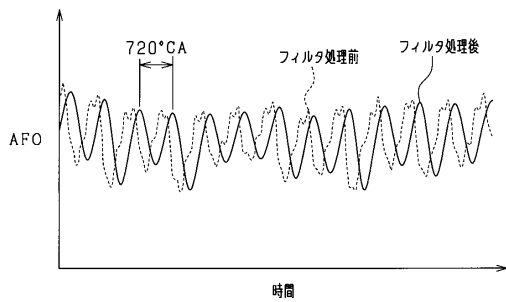


【図 7】

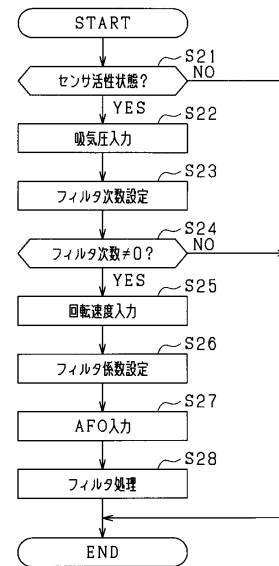
(a) 回転速度が小さいとき



(b) 回転速度が大きいとき



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 熊崎 俊英
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 増子 隆仁
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 藤村 泰智

- (56)参考文献 特開2010-261846(JP,A)
特開2012-241554(JP,A)
特開2007-332905(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 45/00
F01N 3/00