

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6904274号
(P6904274)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月28日(2021.6.28)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2D 45/00 (2006.01)

FO2D 45/00 364 A

FO2D 41/22 (2006.01)

FO2D 45/00 368 Z

FO2D 45/00 362

FO2D 41/22

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願2018-11903 (P2018-11903)

(22) 出願日

平成30年1月26日(2018.1.26)

(65) 公開番号

特開2019-127935 (P2019-127935A)

(43) 公開日

令和1年8月1日(2019.8.1)

審査請求日

令和2年7月22日(2020.7.22)

(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 100106149

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

野寺 正人
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 三宅 龍平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃機関制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ドライバが要求する内燃機関の駆動トルクに応じて前記内燃機関の燃焼状態を制御するものであり、少なくとも前記燃焼状態をリーンバーン燃焼とストイキ燃焼とで切り替える切替制御を行う制御部(20)と、

前記内燃機関に要求されている要求トルクと、前記内燃機関の実トルクの推定値である推定トルクとを用いて、前記要求トルク及び発生トルクの異常を判定するトルク監視を行う監視部(30)と、を備え、

前記監視部は、

前記制御部での前記燃焼状態が前記リーンバーン燃焼であるか前記ストイキ燃焼であるかを判定する燃焼状態判定部(S10a～S10e、S12、S16)と、

前記燃焼状態判定部で判定した各燃焼状態に応じて前記推定トルクを算出する算出部(S14、S18)と、

前記燃焼状態判定部にて前記リーンバーン燃焼であると判定されている状態で、前記トルク監視にて異常であると判定すると、前記内燃機関への燃料の噴射量を制限する噴射量制限部(S24)と、を備えている内燃機関制御システム。

【請求項2】

前記燃焼状態判定部は、前記監視部内で保障された、前記内燃機関の燃焼に寄与する物理量を計測するセンサからのセンサ信号、及び、前記監視部内で保障された、前記内燃機関の燃焼に寄与する物理量を制御するアクチュエータを駆動するための駆動信号の少なく

10

20

とも一方に基づいて、前記リーンバーン燃焼であるか前記トイキ燃焼であるかを判定する請求項 1 に記載の内燃機関制御システム。

【請求項 3】

前記制御部は、少なくとも燃料噴射装置を駆動制御しつつ、前記燃焼状態を制御するものであり、

前記燃焼状態判定部は、前記駆動信号として、前記燃料噴射装置を駆動するための噴射駆動信号を取得して、前記噴射駆動信号に基づいて前記燃料噴射装置による燃料噴射量を算出し、且つ、前記センサ信号として、前記内燃機関の気筒に供給される空気流量と相関する流量信号を取得し、前記燃料噴射量と前記流量信号の関係から、前記リーンバーン燃焼であるか前記トイキ燃焼であるかを判定する請求項 2 に記載の内燃機関制御システム

10

。

【請求項 4】

前記燃焼状態判定部は、さらに、前記燃料噴射装置に供給する燃料を高圧の状態で蓄える蓄圧部の燃料圧力を取得し、前記噴射駆動信号と前記燃料圧力に基づいて前記燃料噴射量を算出する請求項 3 に記載の内燃機関制御システム。

【請求項 5】

前記流量信号は、前記センサとしての、エアフローメータ、吸気圧センサ、スロットル開度センサ、アクセル開度センサにおける少なくとも一つから出力された前記センサ信号である請求項 3 又は 4 に記載の内燃機関制御システム。

【請求項 6】

前記燃焼状態判定部は、前記駆動信号として燃料噴射装置の噴射駆動信号を取得し、且つ、前記センサ信号として前記内燃機関のカム軸の回転位置に応じたカム角信号及び前記内燃機関のクランク軸の回転位置に応じてクランク角信号を取得し、前記噴射駆動信号と前記カム角信号と前記クランク角信号から前記内燃機関への燃料の噴射時期と前記内燃機関の圧縮行程上死点の位置関係を算出し、前記位置関係から前記リーンバーン燃焼であるか前記トイキ燃焼であるかを判定する請求項 2 に記載の内燃機関制御システム。

20

【請求項 7】

前記監視部は、前記燃焼状態判定部にて前記トイキ燃焼であると判定されている状態で、前記トルク監視にて異常であると判定すると、前記内燃機関への空気の吸気量を制限する吸気量制限部 (S 28) を、さらに備えている請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の内燃機関制御システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、内燃機関制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関制御システムの一例として、特許文献 1 に開示された技術がある。特許文献 1 には、実際のトルクを最大許容トルクと比較し、実際のトルクが最大許容トルクをオーバーしているときに、エラー反応を開始する旨が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4338900 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、従来技術ではないが、内燃機関制御システムでは、厳しい燃費規制を満足させるために、走行状態に応じて、内燃機関の燃焼状態をリーンバーン燃焼とトイキ燃焼とで切り替える制御を行うことが考えられる。

50

【0005】

また、従来技術ではないが、内燃機関制御システムでは、内燃機関の制御を行う制御部とは別に、要求トルクと推定トルクとを比較することで、要求トルクと発生トルクの異常を判定するトルク監視を行う監視部を備えている技術が考えられる。また、この場合、監視部は、燃料の噴射量又は空気の吸気量に基づき推定トルクを算出することが考えられる。

【0006】

しかしながら、リーンバーン燃焼時とトイキ燃焼時では、熱効率が異なるためトルク特性が異なる。よって、監視部は、制御部によって制御されている燃焼状態を考慮せずに推定トルクを算出すると、正しく推定トルクを算出することができず、トルク監視を正しく行うことができないという問題がある。

10

【0007】

本開示は、上記問題点に鑑みなされたものであり、内燃機関の燃焼状態を切り替えるものであっても、トルク監視を正しく行うことができる内燃機関制御システム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】

【0008】

上記目的を達成するために本開示は、

ドライバが要求する内燃機関の駆動トルクに応じて内燃機関の燃焼状態を制御するものであり、少なくとも燃焼状態をリーンバーン燃焼とトイキ燃焼とで切り替える切替制御を行う制御部(20)と、

20

内燃機関に要求されている要求トルクと、内燃機関の実トルクの推定値である推定トルクとを用いて、要求トルク及び発生トルクの異常を判定するトルク監視を行う監視部(30)と、を備え、

監視部は、

制御部での燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかトイキ燃焼であるかを判定する燃焼状態判定部(S10a～S10e、S12、S16)と、

燃焼状態判定部で判定した各燃焼状態に応じて推定トルクを算出する算出部(S14、S18)と、

燃焼状態判定部にてリーンバーン燃焼であると判定されている状態で、トルク監視にて異常であると判定すると、内燃機関への燃料の噴射量を制限する噴射量制限部(S24)と、を備えていることを特徴とする。

30

【0009】

これによって、本開示は、制御部での各燃焼状態に応じた正しい推定トルクを算出できる。このため、本開示は、燃焼状態をリーンバーン燃焼とトイキ燃焼とで切り替える切替制御を行うものであっても、トルク監視を正しく行うことができる。

【0010】

なお、特許請求の範囲、及びこの項に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本開示の技術的範囲を限定するものではない。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態におけるECUの概略構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態における制御部と監視部の概略構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態における監視部の処理動作を示すフローチャートである。

【図4】第2実施形態における制御部と監視部の概略構成を示すブロック図である。

【図5】第3実施形態における制御部と監視部の概略構成を示すブロック図である。

【図6】第3実施形態における監視部の処理動作を示すフローチャートである。

【図7】第4実施形態における監視部の処理動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

50

【0012】

以下において、図面を参照しながら、本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において、先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において、構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を参照し適用することができる。

【0013】

(第1実施形態)

図1は、車両に搭載された電子制御装置(Electronic Control Unit)であって、車両に搭載された内燃機関の動作を制御するECU10aを示す。本実施形態では、内燃機関制御システムをECU10aに適用した例を採用する。本実施形態に係る内燃機関は点火着火式のガソリンエンジンであるが、自着火式のディーゼルエンジンであってもよい。以下においては、内燃機関を単にエンジンとも記載する。

10

【0014】

ECU10aは、MCU11(Micro Controller Unit)、点火駆動IC12、燃料噴射弁駆動IC13、電子スロットル駆動IC14、第2通信部15及び統合IC16などを備えている。以下においては、燃料噴射弁駆動IC13をINJ駆動IC13、電子スロットル駆動IC14を電スロ駆動IC14と略称で記載する。

【0015】

MCU11は、演算処理装置であるCPU11aと、記憶媒体であるメモリ11mと、入力処理回路11bと、第1通信部11cと、CPUチェック部11dなどを備えている。また、MCU11は、制御部20及び監視部30を有している。これらは、いずれについても、共通するCPU11a及びメモリ11mにより提供される機能である。すなわち、メモリ11mの制御用記憶領域20mに記憶された制御プログラムをCPU11aが実行している時のCPU11a及びメモリ11mは、制御部20として機能する。一方、メモリ11mの監視用記憶領域30mに記憶された監視プログラムをCPU11aが実行している時のCPU11a及びメモリ11mは、監視部30として機能する。制御用記憶領域20m及び監視用記憶領域30mは、メモリ11mの記憶領域のうち異なる領域に、別々に設定されている。

20

【0016】

しかしながら、本開示は、これに限定されない。ECU10aは、CPUとメモリとを含む制御部20と、制御部20とは異なるCPUとメモリとを含む監視部30とを備えていてもよい。

30

【0017】

図1に示す例では、MCU11は1つの半導体チップ上に、CPU11a、メモリ11m、入力処理回路11b、第1通信部11c及びCPUチェック部11dが集積されているが、複数の半導体チップに分散して集積させてもよい。また、複数の半導体チップに分散して集積させた場合、共通の基板に複数の半導体チップを実装させてもよいし、複数の基板の各々に半導体チップを実装させてもよい。さらに、共通した1つの筐体に各々の半導体チップを収容させてもよいし、別々の筐体に収容させてもよい。

40

【0018】

メモリ11mは、プログラム及びデータを記憶する記憶媒体であり、CPU11aによって読み取り可能なプログラムを非一時的に格納する非遷移的実体的記憶媒体を含む。記憶媒体は、半導体メモリ又は磁気ディスクなどによって提供されうる。メモリ11mに記憶されたプログラムは、CPU11aによって実行されることで、ECU10aをこの明細書に記載される装置として機能させ、この明細書に記載される方法を実行するように制御装置を機能させる。なお、メモリ11mは、データを一時的に格納する記憶媒体を含んでいてもよい。

【0019】

制御装置が提供する手段及び/又は機能は、実体的な記憶媒体に記録されたソフトウェ

50

ア及びそれを実行するコンピュータ、ソフトウェアのみ、ハードウェアのみ、あるいはそれらの組合せによって提供することができる。例えば、制御装置がハードウェアである電子回路によって提供される場合、それは多数の論理回路を含むデジタル回路、又はアナログ回路によって提供することができる。

【0020】

MCU11には、例えば、アクセル開度センサ41、クランクセンサ42、エアフロセンサ（エアフロメータ）43などが、入力処理回路11bと電気的に接続されている。また、MCU11には、外部ECUが第1通信部11cと電気的に接続されている。よって、MCU11は、各種センサからのセンサ信号や外部ECUからの外部信号が入力される。なお、入力処理回路11bには、上記センサ41～43の他にも、スロットルセンサ、水温センサ、インマニ圧センサなどが電気的に接続されていてもよい。

10

【0021】

アクセル開度センサ41は、車両の運転者によるアクセル操作量に応じた電気信号を出力する。なお、電気信号は、例えば電圧信号である。MCU11は、アクセル開度センサ41からのセンサ信号に基づき、車両の運転者つまりエンジンのドライバが操作したアクセルペダルの踏込量を演算する。

【0022】

クランクセンサ42は、エンジンのクランク軸（出力軸）の回転に応じてパルス状のセンサ信号を出力する。MCU11は、クランクセンサ42からのセンサ信号に基づき、クランク軸の単位時間当りの回転数、つまりエンジン回転数を演算する。また、MCU11は、カムセンサ及びクランクセンサ42からのセンサ信号に基づき、気筒判別を行う。なお、エンジン回転数は、内燃機関の回転数に相当する。また、クランクセンサ42は、エンジンのクランク軸の回転位置に応じたセンサ信号としてのクランク角信号を出力するとも言える。

20

【0023】

エアフロセンサ43は、空気流量センサに相当し、エンジンの吸入空気量に応じた信号を出力する。MCU11は、エアフロセンサ43より出力されるセンサ信号に基づき、吸気流量や流速を演算する。また、吸気流量は、推定トルクの算出に用いるパラメータである。吸気流量は、空気流量に相当し、単に吸気量とも称する。

【0024】

30

外部ECUから出力された外部信号は、例えば、エンジンの出力軸を駆動源とする補機の動作状態を表す信号が挙げられる。上記補機の具体例としては、車室内を空調する空調装置が有している冷媒圧縮機であって、エンジンの出力軸を駆動源とするコンプレッサが挙げられる。

【0025】

点火駆動IC12は、点火装置と電気的に接続されている。点火駆動IC12は、エンジンが備えている点火装置への電力供給と、電力供給の遮断を制御するスイッチング素子を有している。MCU11は、このスイッチング素子への指令信号を出力する。具体的には、MCU11は、上記した各種信号に基づき、点火装置で放電点火させる時期の目標値である目標点火時期を演算し、演算した目標点火時期に応じて指令信号を点火駆動IC12へ出力する。なお、目標点火時期は、要求点火時期と言い換えることもできる。

40

【0026】

INJ駆動IC13は、図2に示すように、インジェクタ50に電気的に接続されている。INJ駆動IC13は、エンジンが備えているインジェクタ50の燃料噴射弁への電力供給と遮断を制御するスイッチング素子を有している。MCU11は、このスイッチング素子への指令信号（駆動信号）を出力する。この駆動信号は、インジェクタ50を駆動するための信号であり、噴射駆動信号とも言える。

【0027】

具体的には、MCU11は、上記した各種信号に基づき、燃料噴射弁で燃料噴射させる期間（つまり噴射量）の目標値である目標噴射量を演算し、演算した目標噴射量に応じて

50

指令信号をINJ駆動IC13へ出力する。なお、目標噴射量は、要求噴射量と言い換えることもできる。

【 0 0 2 8 】

そして、MCU11は、INJ駆動IC13への指令信号によってスイッチング素子を制御して、インジェクタ50の燃料噴射弁への電力供給を示す駆動信号と、電力供給の遮断を示す駆動信号を出力することで、インジェクタ50の燃料噴射弁を駆動する。このように、MCU11は、INJ駆動IC13におけるスイッチング素子を介して、インジェクタ50への駆動信号を出力する、と言える。なお、インジェクタ50は、燃料噴射装置に相当する。

【 0 0 2 9 】

電スロ駆動 I C 1 4 は、図 2 に示すように、電子スロットル 6 0 に電気的に接続されている。電スロ駆動 I C 1 4 は、エンジンが備えている電子スロットル 6 0 における電子スロットルバルブ（電スロ）への電力供給と、電力供給の遮断を制御するスイッチング素子を有している。MCU 1 1 は、このスイッチング素子への指令信号を出力する。具体的には、MCU 1 1 は、上記した各種信号に基づき、電スロのバルブ開度の目標値である目標開度を演算し、演算した目標開度に応じて指令信号を電スロ駆動 I C 1 4 へ出力する。なお、目標開度は、要求吸気流量と言い換えることもできる。また、電子スロットルバルブ（電スロ）への電力供給は、電子スロットルモータへの電力供給と言い換えることができる。

【 0 0 3 0 】

このように、ECU10aは、点火装置、燃料噴射弁及び電スロの動作を制御することで、エンジンの燃焼状態を制御する。つまり、ECU10aは、少なくともインジェクタ50を駆動制御しつつ、エンジンの燃焼状態を制御するととも言える。そして、MCU11により演算される目標点火時期、目標噴射量及び目標開度は、エンジンの燃焼状態を制御する制御量の目標値である目標制御量に相当する。

【 0 0 3 1 】

第2通信部15は、MCU11からの指示に応じて、MCU11が把握している各種情報を外部ECUへ出力する。MCU11は、例えば、トルク監視異常、エアフロセンサ異常など異常が生じている旨を表す異常フラグの信号を、第2通信部15を介して、車両運転者が視認する表示装置の動作を制御する表示ECUへ出力する。表示ECUは、異常フラグの信号を取得した場合に警告表示や警告音を発生させる。しかしながら、本開示は、警告表示や警告音を発生させなくても目的を達成できる。

〔 0 0 3 2 〕

CPUチェック部11dは、メモリ11mに記憶されているプログラム及びデータが正常であるか否かのチェックを実行する等、CPU11a及びメモリ11mが正常であるか否かをチェックする。このチェックは、例えばパリティチェックなどを採用できる。

【 0 0 3 3 】

統合 I C 1 6 は、図示しないメモリ、及びメモリに記憶されている各種のプログラムを実行する C P U 等を備えている。統合 I C 1 6 は、 C P U が実行するプログラムに応じて、マイコン監視部 1 6 a として機能したり、電スロカット部 1 6 b として機能したりする。マイコン監視部 1 6 a は、 C P U チェック部 1 1 d のチェック結果を参照しつつ、 M C U 1 1 の動作不良を監視する。

【 0 0 3 4 】

統合IC16は、マイコン監視部16aが異常を検出した場合には、電スロの動作を制限する、すなわち、エンジンへの空気の吸気量を制限するといった電スロカットの制御を実行する。電スロカット部16bは、電スロ駆動IC14へ電スロカットを指令する信号である電スロカット指令信号を出力する。統合IC16は、電スロカット指令信号を出力することで、例えば、アクセル開度にかかわらず、予め設定しておいた所定開度に目標開度を固定して、エンジンの出力が所定出力未満となるように制限する。あるいは、目標開度をゼロにしてエンジンを強制的に停止させる。また、電スロカット部16bは、電スロ

駆動 I C 1 4 への通電をカットすることで、エンジンへの空気の吸気量を制限するとも言える。なお、電スロ駆動 I C 1 4 は、M C U 1 1 から出力される指令信号よりも電スロカット指令信号を優先して動作する。

【 0 0 3 5 】

制御部 2 0 は、ドライバが要求するエンジンの駆動トルクに応じて内燃機関の燃焼状態を制御する。つまり、制御部 2 0 は、ドライバが要求するエンジンの駆動トルクであるユーザ要求トルクに応じて、上記目標制御量を算出する。一方、監視部 3 0 は、エンジンに要求されている要求トルクと、エンジンの実トルクの推定値である推定トルクとを用いて、トルク異常状態であるか否かのトルク監視を行う。このように、E C U 1 0 a は、制御部 2 0 と監視部 3 0 とを備えた内燃機関制御システムを提供する。なお、トルク異常状態とは、要求トルク及び発生トルクが異常な状態を示している。よって、要求トルクが異常の場合や、発生トルクが異常の場合には、トルク異常状態と言える。

【 0 0 3 6 】

ここで、制御部 2 0 に関して説明する。制御部 2 0 は、少なくとも切替制御を行う。この切替制御は、燃焼状態をリーンバーン燃焼とストイキ燃焼とで切り替える制御である。また、制御部 2 0 は、厳しい燃費規制を満足させるために切替制御を行う。制御部 2 0 は、例えば、低負荷や中負荷といった通常運転領域では燃費性能を向上させるリーンバーン燃焼を実行し、加速時などの高負荷領域ではストイキ燃焼を実行する。ストイキ燃焼は、理論空燃比（ストイキ）における均質燃焼と言い換えることができる。

【 0 0 3 7 】

図 1 に示すように、制御部 2 0 は、要求トルク算出部 2 1 及び駆動信号出力部 2 2 としての機能を有している。要求トルク算出部 2 1 は、入力処理回路 1 1 b 及び第 1 通信部 1 1 c から取得した各種信号に基づき、エンジンに要求するべきトルクである要求トルクを算出する。なお、要求トルクは、エンジンに要求するべきトルクであるため、機関要求トルクとも言える。

【 0 0 3 8 】

ここで、図 2 を用いて、要求トルク算出部 2 1 に関して詳しく説明する。なお、図 2 においては、複数の I C のうち I N J 駆動 I C 1 3 及び電スロ駆動 I C 1 4 のみを図示している。

【 0 0 3 9 】

要求トルク算出部 2 1 は、ドライバ要求トルク算出部 2 1 a と目標トルク算出部 2 1 b とを有している。ドライバ要求トルク算出部 2 1 a は、アクセル開度センサ 4 1 からのセンサ信号、すなわちアクセル開度に基づきドライバ要求トルクを算出する。アクセル開度が大きいほど、ドライバ要求トルクは大きい値に算出される。例えば、アクセル開度とドライバ要求トルクとの相関を表すマップをメモリ 1 1 m に予め記憶させておき、ドライバ要求トルク算出部 2 1 a は、そのマップを参照して、アクセル開度に応じたドライバ要求トルクを算出する。

【 0 0 4 0 】

なお、ドライバ要求トルク算出部 2 1 a は、アクセル開度に加えて、エンジン回転数に基づきドライバ要求トルクを算出してもよい。この場合、エンジン回転数が高回転数であるほど、ドライバ要求トルクは大きい値に算出される。また、エンジン回転数及びアクセル開度とドライバ要求トルクとの相関を表すマップをメモリ 1 1 m に予め記憶させておき、ドライバ要求トルク算出部 2 1 a は、そのマップを参照して、エンジン回転数及びアクセル開度に応じたドライバ要求トルクを算出する。

【 0 0 4 1 】

目標トルク算出部 2 1 b は、ドライバ要求トルクを用いて機関要求トルクを算出する。例えば、目標トルク算出部 2 1 b は、リザーブ込みトルクを、トルク効率で除算して、機関要求トルクを算出する。要するに、目標トルク算出部 2 1 b は、総ロストトルク及びリザーブトルクをドライバ要求トルクに加算した値を、トルク効率で除算することで、機関要求トルクを算出する。

10

20

30

40

50

【0042】

この場合、目標トルク算出部21bは、ポンプロス、フリクションロス、及びロストトルク学習値などを加算して、総ロストトルクを算出する。さらに、目標トルク算出部21bは、ドライバ要求トルク、総ロストトルク、及び外部要求トルクを加算して、ロス込みトルクを算出する。外部要求トルクの具体例としては、車載バッテリへの充電を目的として、内燃機関で駆動する発電機による発電量を増大させるといった、発電増大分のトルクが挙げられる。

【0043】

なお、ポンプロスは、エンジンのピストンが往復動する際に吸排気から受ける抵抗によるエネルギーロスである。フリクションロスは、エンジンのピストンが往復動する際のシリンドとの摩擦による機械エネルギーロスである。

10

【0044】

また、目標トルク算出部21bは、ロス込みトルクに、リザーブトルクを加算して、リザーブ込みトルクを算出する。具体的には、目標トルク算出部21bは、アイドルリザーブ、触媒暖機リザーブ及び補機リザーブの各々に相当するトルクを加算してリザーブトルクを算出する。アイドルリザーブトルクとは、内燃機関のアイドル運転時に発進性／加速性を考慮して意図的に点火遅角状態からの点火進角による即応性を向上させるトルクアップ分に相当するトルクのことである。触媒暖機リザーブトルクとは、内燃機関の排気を浄化する触媒を活性化温度以上に温度上昇させるべく排気温度を上昇させる暖機制御を実施するにあたり、排気温度を上昇させることに用いる燃焼エネルギーのロス分をトルクに換算した値のことである。補機リザーブトルクとは、内燃機関を駆動源とする発電機等の補機を駆動させるのに要するトルクのことである。また、これら各々のリザーブトルクは、エンジン回転数、エンジン負荷及び水温等のエンジンの運転状態に応じて設定される。

20

【0045】

さらに、目標トルク算出部21bは、最大トルク発生点火時期（MBT点火時期）、ノック学習込みベース遅角量及び目標ラムダに基づき、トルク効率を算出する。MBT点火時期とは、最大トルクが得られる点火時期のことであり、エンジン回転数やエンジン負荷、水温等に応じて異なる時期となる。但し、MBT点火時期ではノッキングが生じやすいので、MBT点火時期よりも所定時間遅い時期、つまり所定角度遅角させた時期で点火させることが要求される。その遅角させた時期をベース点火時期と呼ぶ。その遅角量（ベース遅角量）は、エンジン回転数やエンジン負荷、水温等に応じて異なる。

30

【0046】

また、ノッキングがセンサで検出された場合には、点火時期を所定時間だけ遅角させるように補正するフィードバック制御を実行してもよい。この遅角補正量（ノック学習量）を次回以降の点火時期制御に反映させる学習制御をノック学習と呼ぶ。そして、ベース点火時期にノック学習量を反映させた時期が目標点火時期に相当する。

【0047】

制御部20は、MBT点火時期から目標点火時期を減算して得られた時期を、MBT点火時期に対する目標点火時期の遅角量であるMBT遅角量として算出する。制御部20は、算出したMBT遅角量及び目標ラムダに基づき、トルク効率を算出する。

40

【0048】

トルク効率とは、燃焼室での燃焼エネルギーのうち、クランク軸の回転トルクに変換される分のエネルギーの割合のことである。MBT遅角量が小さいほど、つまり目標点火時期がMBT点火時期に近いほど、トルク効率は高い値に算出される。目標ラムダとは、燃焼室で燃焼する混合気に含まれる、空気と燃料の比率（ラムダ）の目標値のことである。目標トルク算出部21bは、目標ラムダに応じた値にトルク効率を算出する。例えば、MBT遅角量及び目標ラムダとトルク効率との相関を表すマップをメモリ11mに予め記憶させておき、目標トルク算出部21bは、そのマップを参照して、MBT遅角量及び目標ラムダに応じたトルク効率を算出する。

【0049】

50

なお、上記したM B T点火時期、ベース点火時期及び目標ラムダの各々は、エンジン回転数、エンジン負荷及び水温等のエンジンの運転状態に応じて、制御部20により設定される。

【0050】

また、上記ノック学習に係る学習制御は、制御部20により実行される。本実施形態に係るECU10aは、点火駆動IC12から出力される駆動電流又は電圧を検出する検出回路を備えている。そして、制御部20は、その検出回路による検出値を用いて機関要求トルクを演算している。具体的には、上記検出値に基づき実点火時期を算出し、その実点火時期を用いてノック学習に係る学習制御を実行し、ノック学習量を算出している。

【0051】

なお、ここで採用した、機関要求トルクの算出方法は、一例に過ぎない。本開示は、これに限定されない。つまり、機関要求トルクの算出方法は、特に限定されない。

【0052】

図に示すように、駆動信号出力部22は、要求吸気流量算出部22aと要求噴射量算出部22bなどを備えている。駆動信号出力部22は、要求トルク算出部21で算出された機関要求トルクに応じて目標制御量を算出し、算出した目標制御量に応じて各IC12～14に各種指令信号を出力することで、各アクチュエータ50、60などに駆動信号を出力する。

【0053】

例えば、要求吸気流量算出部22aは、要求トルク算出部21で算出された機関要求トルクに応じて要求吸気流量を算出し、算出した要求吸気流量に応じて電スロットル60に駆動信号を出力する。このようにして、要求吸気流量算出部22aは、電子スロットル60に駆動信号を出力する。また、要求噴射量算出部22bは、要求トルク算出部21で算出された機関要求トルクに応じて要求空燃比を算出し、算出した要求空燃比と吸気流量から算出した要求噴射量に応じてINJ駆動IC13に指令信号を出力する。このようにして、要求噴射量算出部22bは、インジェクタ50に駆動信号を出力する。なお、駆動信号出力部22は、要求トルク算出部21で算出された機関要求トルクに応じて要求点火時期を算出し、算出した要求点火時期に応じて点火駆動IC12に指令信号を出力する。

【0054】

次に、監視部30に関して説明する。監視部30は、エンジンに要求されている要求トルクと、エンジンの実トルクの推定値である推定トルクとを用いて、トルク異常状態であるか否かのトルク監視を行う。このように、ECU10aは、制御部20と監視部30とを備えた内燃機関制御システムを提供する。

【0055】

要求トルクは、エンジンに要求されているトルクのことであり、制御部20の要求トルク算出部21により算出される要求トルクと同義である。但し、監視部30で算出される要求トルクは、トルク異常の監視に用いられる値である。一方、制御部20で算出される要求トルクは、エンジンに対する目標制御量の算出に用いられる値である。つまり、監視用の要求トルクと制御用の要求トルクは、用途が異なる。また、監視用の要求トルクと制御用の要求トルクは、メモリ11mの記憶領域のうち異なる領域に記憶されたプログラムによって演算された値である。

【0056】

監視部30は、図1に示すように、入力保障部31、トルク監視部32としての機能を有している。入力保障部31は、図2に示すように、噴射量変換部31a、燃焼判定部31bとしての機能を有している。

【0057】

入力保障部31は、入力処理回路11b及び第1通信部11cから取得した各種信号のデータが正常であることをチェックする。入力保障部31は、異常であれば、データ修復、データ再取得、データ廃棄等を実行する。これにより、監視部30は、異常データを用いて各種算出を行うことを回避できる。つまり、入力保障部31は、監視部30による算

10

20

30

40

50

出に用いられる各種データが正常であることを保障する。ここでのチェックは、上記と同様に、パリティチェックなどを採用できる。

【0058】

また、入力保障部31は、INJ駆動IC13の駆動信号が入力され、この駆動信号が正常であることをチェックする。そして、入力保障部31は、トルク監視部32によるトルク監視が正常に行われているか否かを診断する。

【0059】

噴射量変換部31aは、エンジンへの燃料の噴射量（以下、燃料噴射量）を算出するために、インジェクタ50に対する駆動信号（噴射時間）をINJ駆動IC13から取得する。噴射量変換部31aは、吸気流量を算出するために、クランクセンサ42からのセンサ信号に基づきエンジン回転数を取得する。つまり、噴射量変換部31aは、インジェクタ50に対する駆動信号（噴射時間）に基づき燃料噴射量を演算し、さらにクランクセンサ42からのセンサ信号に基づきエンジン回転数を演算する。噴射量変換部31aは、インジェクタ50に対する駆動信号とエンジン回転数とを用いて、吸気流量の推定値である推定吸気流量を取得（推定）する。推定吸気流量は、推定空気流量に相当する。

【0060】

まず、噴射量変換部31aは、取得した駆動信号を用いて、燃料噴射量を取得する。つまり、噴射量変換部31aは、取得した駆動信号とエンジン回転数とに相關した吸気流量を取得する。例えば、エンジン回転数と燃料噴射量との相關を表すマップをメモリ11mに予め記憶させておき、噴射量変換部31aは、このマップを参照して、燃料噴射量及びエンジン回転数に応じた吸気流量を取得する。言い換えると、噴射量変換部31aは、駆動信号を燃料噴射量に変換する。また、噴射量変換部31aは、燃料噴射量と、エンジン回転数とを用いて吸気流量を取得するとも言える。このように、監視部30は、燃料噴射量とエンジン回転数がわかれれば、単位時間あたり／単位気筒あたりの吸気流量が概算できる。

【0061】

燃焼判定部31bは、制御部20での燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する。これは、後程説明する推定トルクを燃焼状態毎に算出するためである。燃焼判定部31bは、入力保障部31で保障された信号を用いて、制御部20で実施されている燃焼状態を判定すると好ましい。これによって、燃焼判定部31bは、適切に燃焼状態を判定することができる。

【0062】

また、入力保障部31で保障された信号としては、エンジンの燃焼に寄与する物理量を計測するセンサからのセンサ信号や、エンジンの燃焼に寄与する物理量を制御するアクチュエータへの駆動信号があげられる。よって、燃焼判定部31bは、入力保障部31で保障されたセンサ信号、及び入力保障部31で保障されたアクチュエータへの駆動信号の少なくとも一方に基づいて、リーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定すると好ましい、と言える。なお、燃焼判定部31bは、エンジンの燃焼に寄与する物理量を計測するセンサからのセンサ信号や、制御部20からアクチュエータへの駆動信号を取得可能に構成されている。

【0063】

さらに、アクチュエータへの駆動信号としては、インジェクタ50の駆動信号をあげることができる。一方、センサ信号としては、エンジンの気筒に供給される吸気流量と相關する流量信号をあげることができる。この場合、燃焼判定部31bは、噴射量変換部31aで算出された燃料噴射量を取得する。そして、燃焼判定部31bは、燃料噴射量と流量信号の関係から、リーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する。なお、噴射量変換部31aは、特許請求の範囲における燃焼状態判定部に含まれる。

【0064】

本実施形態では、吸気流量と相關する流量信号として、センサとしてのエアフロセンサ43から出力されたセンサ信号を採用している。しかしながら、本開示は、これに限定さ

10

20

30

40

50

れない。流量信号は、エアフロセンサ43、吸気圧センサ、スロットル開度センサ、アクセル開度センサ41における少なくとも一つから出力されたセンサ信号であれば採用できる。なお、この点は、適宜、後程説明する実施形態にも適用できる。

【0065】

また、本実施形態では、一例として、燃料噴射量と流量信号の関係から、リーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する例を採用した。しかしながら、本開示は、これに限定されず、監視部30が、制御部20による燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定できればよい。

【0066】

図1、図2に示すように、トルク監視部32は、要求トルク算出部32a、推定トルク算出部32b、トルク異常判定部32c及び電スロカット制御部32dとしての機能を有している。なお、図1では、図2で簡略化している部分に中心に関して図示している。逆に、図2では、図1で簡略化している部分に中心に関して図示している。

10

【0067】

トルク異常判定部32cは、要求トルク算出部32aにより算出された機関要求トルクと、推定トルク算出部32bにより算出された推定トルクとの差分を算出し、その差分が所定以上であればトルク異常状態であると判定する。

【0068】

トルク異常状態であると判定された場合、電スロカット制御部32dは、電スロカット部16bと同様にして、電スロ駆動IC14へ電スロカットを指令する信号などを出力して、エンジンへの吸気量を制限する。なお、トルク監視部32は、トルク異常状態であると判定された場合、例えばINJ駆動IC13への通電をカットしてもよい。つまり、トルク監視部32は、INJ駆動IC13への通電をカットするなどして、エンジンへの燃料噴射量を制限する。この吸気量の制限及び噴射量の制限は、トルク異常状態によって不具合が生じることを回避するための回避処置とも言える。

20

【0069】

なお、トルク異常判定部32cは、トルク異常状態であると判定した場合、通知部70を介して、警告表示や警告音を発生させてもよい。この場合、トルク異常判定部32cは、第2通信部15を介して通知部70に、警告表示や警告音の発生指示を行う。しかしながら、本開示は、警告表示や警告音を発生させなくても目的を達成できる。

30

【0070】

要求トルク算出部32aは、例えば、触媒暖機要求トルク及びアイドル要求トルクと、ドライバ要求トルクと、外部要求トルクとを加算して機関要求トルクを算出する。要求トルク算出部32aは、入力処理回路11b及び第1通信部11cから取得した各種信号であって、入力保障部31により保障された信号に基づき機関要求トルクを算出する。

【0071】

この場合、要求トルク算出部32aは、触媒暖機目標回転数及びアクセル開度に基づき、触媒暖機要求トルクを算出する。エンジンの排気を浄化する触媒を活性化温度以上に温度上昇させるべく排気温度を上昇させる暖機制御を実行している期間におけるエンジン回転数の目標値が触媒暖機目標回転数である。そして、要求トルク算出部32aは、暖機制御を実行している期間におけるアクセル開度及び触媒暖機目標回転数に基づき、触媒暖機要求トルクを算出する。

40

【0072】

触媒暖機要求トルクとは、触媒暖機リザーブトルクと同義である。但し、監視部30で算出される触媒暖機要求トルクは、トルク異常の監視に用いられる値である。一方、制御部20で算出される触媒暖機リザーブトルクは、エンジンに対する目標制御量の算出に用いられる値である。つまり、これら監視用の触媒暖機要求トルクと制御用の触媒暖機リザーブトルクは、メモリ11mの記憶領域のうち異なる領域に記憶されたプログラムによって演算された値である。

【0073】

50

なお、本実施形態では、触媒暖機要求トルクの算出に用いる変数の例示として触媒暖機目標回転数及びアクセル開度を記載しているが、他の変数として、水温、ドライバ要求トルク、エンジン回転数及び吸気充填効率が挙げられる。吸気充填効率とは、スロットルバルブを通過した吸気の流量に対する、燃焼室で圧縮される吸気の流量の比率のことである。要求トルク算出部32aは、これらの変数の少なくとも1つを用いて触媒暖機要求トルクを算出する。

【0074】

要求トルク算出部32aは、アクセルペダルが踏み込まれていない時の触媒暖機目標回転数が大きいほど、触媒暖機要求トルク（リザーブ量）を大きく算出する。また、要求トルク算出部32aは、アクセルペダルが踏み込まれている時のアクセル開度が所定未満であれば触媒暖機要求トルクを所定値に設定し、所定以上であればゼロに設定する。さらに、水温やエンジン回転数に応じて触媒暖機要求トルクを増減させてもよいし、特に吸気充填効率に応じて触媒暖機要求トルクを増減させてもよい。吸気充填効率とは、スロットルバルブを通過した吸気の流量に対する、燃焼室で圧縮される吸気の流量の比率のことである。

10

【0075】

要求トルク算出部32aは、アイドル目標回転数及びエンジン回転数に基づき、アイドル要求トルクを算出する。エンジンのアイドル運転時にトルクアップさせて燃焼を安定化させるアイドル制御を実行している期間におけるエンジン回転数の目標値がアイドル目標回転数である。そして、要求トルク算出部32aは、アイドル制御を実行している期間におけるエンジン回転数及びアイドル目標回転数に基づき、アイドル要求トルクを算出する。

20

【0076】

アイドル要求トルクとは、アイドルリザーブトルクと同義である。但し、監視部30で算出されるアイドル要求トルクは、トルク異常の監視に用いられる値である。一方、制御部20で算出されるアイドルリザーブトルクは、エンジンに対する目標制御量の算出に用いられる値である。つまり、これら監視用のアイドル要求トルクと制御用のアイドルリザーブトルクは、メモリ11mの記憶領域のうち異なる領域に記憶されたプログラムによって演算された値である。

30

【0077】

なお、本実施形態では、アイドル要求トルクの算出に用いる変数の例示としてアイドル目標回転数及びエンジン回転数を記載しているが、他の変数として、水温、車速、大気圧及び吸気充填効率が挙げられる。要求トルク算出部32aは、これらの変数の少なくとも1つを用いてアイドル要求トルクを算出する。

【0078】

要求トルク算出部32aは、アクセルペダルが踏み込まれていない時の目標回転数とエンジン回転数との差分が小さいほど、アイドル要求トルク（リザーブ量）を大きく算出する。また、要求トルク算出部32aは、アクセルペダルが踏み込まれている時のアクセル開度が小さいほど、アイドル要求トルクを大きく算出する。さらに、水温やエンジン回転数に応じてアイドル要求トルクを増減させてもよいし、特に吸気充填効率に応じてアイドル要求トルクを増減させてもよい。

40

【0079】

なお、要求トルク算出部32aによる機関要求トルクの算出方法は、上記一例を採用することができるが、これに限定されない。

【0080】

推定トルク算出部32bは、噴射量ベース推定トルク算出部32b1と、吸気量ベース推定トルク算出部32b2とを含んでいる。以下においては、噴射量ベース推定トルク算出部32b1を噴射量ベース算出部、吸気量ベース推定トルク算出部32b2を吸気量ベース算出部と簡略化して記載する。

【0081】

50

推定トルクは、リーンバーン燃焼時は燃料噴射量と相関関係があり、ストイキ燃焼時は吸気流量と相関関係がある。そこで、推定トルク算出部32bは、噴射量変換部31aで得られた燃料噴射量をベースに推定トルクを算出する噴射量ベース算出部32b1と、エアフロセンサ43から得られた吸気量をベースに推定トルクを算出する吸気量ベース算出部32b2とを含んでいる。

【0082】

噴射量ベース算出部32b1は、例えば、燃料噴射量とクランクセンサ42からのセンサ信号とに基づいて、リーンバーン燃焼時用の推定トルクを算出する。一方、吸気量ベース算出部32b2は、例えば、吸気量とクランクセンサ42からのセンサ信号とに基づいて、ストイキ燃焼時用の推定トルクを算出する。

10

【0083】

このように、推定トルク算出部32bは、燃焼判定部31bで判定した各燃焼状態に応じて推定トルクを算出する。つまり、推定トルク算出部32bは、燃焼状態毎に異なる参照パラメータであり、各燃焼状態に最適な参照パラメータを用いて推定トルクを算出する。さらに、推定トルク算出部32bは、燃焼状態毎に、推定トルクの算出に用いる参照パラメータを変更する、とも言える。

【0084】

噴射量ベース算出部32b1は、エンジン回転数と燃料噴射量に基づいたリーン最大推定トルクに噴射時期、燃料圧力、噴射段数、吸気量と燃料量の比率から求まるトルク効率を乗算した値を、ロストトルクを考慮しないリーン推定トルクとして算出する。噴射量ベース算出部32b1は、算出した推定トルクから、ロストトルクを減算した値を、監視用の推定トルクとして演算する。噴射量ベース算出部32b1は、入力処理回路11b及び第1通信部11cから取得したクランクセンサ42やエアフロセンサ43などの各種信号であって、入力保障部31により保障された信号に基づき、エンジンが実際に出力している駆動トルクを推定する。

20

【0085】

この場合、噴射量ベース算出部32b1は、エンジン回転数及び燃料噴射量に基づき、噴射時期、燃料圧力、噴射段数、吸気量と燃料量の比率といった条件の中でリーン最大トルクを推定し、噴射時期、燃料圧力、噴射段数、吸気量と燃料量の比率に応じたリントルク効率にする。リーン最大トルクは、噴射時期は進角過ぎても遅角過ぎても小さな値となり、噴射段数は多いほど、吸気量と燃料量の比率が小さいほど大きな値が算出される。例えば、エンジン回転数及び燃料噴射量と最大トルクとの相関を表すマップをメモリ11mにあらかじめ記憶させておき、噴射量ベース算出部32b1は、このマップを参照して、エンジン回転数及び燃料噴射量に応じたリーン最大トルクを算出する。

30

【0086】

吸気量ベース算出部32b2は、MBT推定トルクにトルク効率を乗算した値を、ロストトルクを考慮しない推定トルクとして算出する。吸気量ベース算出部32b2は、算出した推定トルクから、ロストトルクを減算した値を、監視用の推定トルクとして演算する。吸気量ベース算出部32b2は、入力処理回路11b及び第1通信部11cから取得したクランクセンサ42やエアフロセンサ43などの各種信号であって、入力保障部31により保障された信号に基づき、エンジンが実際に出力している駆動トルクを推定する。

40

【0087】

この場合、吸気量ベース算出部32b2は、吸気充填効率及びエンジン回転数に基づき、点火時期がMBTである場合におけるエンジンの実際の駆動トルク(MBT推定トルク)を推定する。MBT推定トルクは、エンジン回転数が高回転数であるほど、また、吸気充填効率が大きいほど大きい値が算出される。例えば、エンジン回転数及び吸気充填効率とMBT推定トルクとの相関を表すマップをメモリ11mに予め記憶させておき、吸気量ベース算出部32b2は、このマップを参照して、エンジン回転数及び吸気充填効率に応じたMBT推定トルクを算出する。

【0088】

50

また、吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、吸気充填効率及びエンジン回転数に基づき M B T 点火時期を算出する。吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、吸気充填効率及びエンジン回転数に基づきベース点火時期を算出する。これらの M B T 点火時期及びベース点火時期は、M B T 推定トルクの算出と同様に、メモリ 1 1 m に予め記憶させておいたマップを参照して算出される。

【 0 0 8 9 】

また、吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、M B T 点火時期からベース点火時期を減算した値を、ベース遅角量として演算する。そして、吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、ベース遅角量に基づきトルク効率を算出する。但し、吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、ノック学習量が予め設定しておいた所定量又はゼロとみなしてトルク効率を算出する。

10

【 0 0 9 0 】

また、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 と吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、エンジン回転数及び水温に基づき、ポンプロス及びフリクションロスを含むロスエネルギーをトルク換算したロストトルクをそれぞれ算出する。例えば、エンジン回転数及び水温とロストトルクとの相関を表すマップをメモリ 1 1 m に予め記憶させておき、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 と吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、このマップを参照して、エンジン回転数及び水温に応じたロストトルクを算出し、燃焼判定部 3 1 b の判定に基づき、切り替える。なお、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 と吸気量ベース算出部 3 2 b 2 による駆動トルクの推定方法は、上記一例を採用することができるが、これに限定されない。

【 0 0 9 1 】

20

また、トルク異常判定部 3 2 c は、燃焼判定部 3 1 b で判定された燃焼状態に応じて、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 で算出された推定トルクあるいは吸気量ベース算出部 3 2 b 2 で算出された推定トルクを用いてトルク監視を行う。つまり、燃焼判定部 3 1 b でリーンバーン燃焼と判定された場合、トルク異常判定部 3 2 c は、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 で算出された推定トルクを用いてトルク監視を行う。一方、燃焼判定部 3 1 b でストイキ燃焼と判定された場合、トルク異常判定部 3 2 c は、吸気量ベース算出部 3 2 b 2 で算出された推定トルクを用いてトルク監視を行う。

【 0 0 9 2 】

ここで、図 3 を用いて、監視部 3 0 の処理動作に関して説明する。監視部 3 0 は、所定時間毎に図 3 のフローチャートに示す処理を実行する。

30

【 0 0 9 3 】

ステップ S 1 0 a では、吸気量と燃料噴射量を算出する（燃焼状態判定部）。燃焼判定部 3 1 b は、エアフロセンサ 4 3 より出力されるセンサ信号に基づき吸気量を算出する。これは、燃焼状態を判定するためである。また、噴射量変換部 3 1 a は、燃料噴射量を算出する。そして、燃焼判定部 3 1 b は、噴射量変換部 3 1 a から燃料噴射量を取得する。これは、インジェクタ 5 0 による燃料噴射をカットしている状況（燃料カット時）であるか否かを判定するため、及び燃焼状態を判定するためである。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 0 b では、噴射量 > 所定値であるか否かを判定する（燃焼状態判定部）。燃焼判定部 3 1 b は、制御部 2 0 によって、インジェクタ 5 0 からエンジンへの燃料噴射が停止されているか（燃料カット時であるか）否かを確認するために、ステップ S 1 0 a で算出した燃料噴射量と所定値を比較して噴射量 > 所定値であるか否かを判定する。

40

【 0 0 9 5 】

ここでの所定値は、燃料噴射量から、インジェクタ 5 0 による燃料噴射が行われているか否かを判定できる値である。燃焼判定部 3 1 b は、噴射量 > 所定値であると判定した場合は燃料カット時でないとみなしてステップ S 1 0 c へ進み、噴射量 > 所定値であると判定しなかった場合は燃料カット時であるとみなして図 3 の処理を終了する。

【 0 0 9 6 】

燃焼判定部 3 1 b は、燃料カット時でないことを確認して、ステップ S 1 0 c に移行する。言い換えると、燃焼判定部 3 1 b は、燃料カット時でないことを確認して、リーンバ

50

ーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する。なお、本開示は、ステップ S 10 b を実施しなくてもよい。

【0097】

なお、燃焼判定部 31 b は、燃料カット時、リーンバーン燃焼と誤判定してしまう可能性がある。そこで、燃焼判定部 31 b は、燃料カット時であるとみなした場合、前回の判定結果をホールドし、後程説明する推定トルクの算出を切り替えないようにしてよい。

【0098】

ステップ S 10 c では、吸気量 燃料噴射量であるか否かを判定する（燃焼状態判定部）。燃焼判定部 31 b は、制御部 20 による燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを確認するために、ステップ S 10 a で算出した吸気量と燃料噴射量とを比較して、吸気量 燃料噴射量であるか否かを判定する。つまり、燃焼判定部 31 b は、吸気量が燃料噴射量よりも非常に多いか否かを判定する。

【0099】

ところで、制御部 20 は、リーンバーン燃焼時、ロストトルクを減らすために吸気量を増やしている。このため、燃焼判定部 31 b は、吸気量 燃料噴射量であると判定した場合はステップ S 12 へ進み、吸気量 燃料噴射量であると判定しなかった場合はステップ S 16 へ進む。

【0100】

そして、ステップ S 12 では、燃焼判定部 31 b は、リーンバーン燃焼と判定する（燃焼状態判定部）。一方、ステップ S 16 では、燃焼判定部 31 b は、ストイキ燃焼と判定する（燃焼状態判定部）。

【0101】

ステップ S 14 では、リーンバーン用パラメータで推定トルクを算出する（算出部）。噴射量ベース算出部 32 b 1 は、上記のように、噴射量変換部 31 a で得られた燃料噴射量をベースに推定トルクを算出する。

【0102】

ステップ S 18 では、ストイキ用パラメータで推定トルクを算出する（算出部）。吸気量ベース算出部 32 b 2 は、上記のように、エアフロセンサ 43 のセンサ信号から得られた吸気量をベースに推定トルクを算出する。

【0103】

なお、監視部 30 は、エアフロセンサ 43 が異常と診断した場合、通知部 70 を介して、警告表示や警告音を発生させてもよい。この場合、監視部 30 は、第 2 通信部 15 を介して通知部 70 に、警告表示や警告音の発生指示を行う。しかしながら、本開示は、警告表示や警告音を発生させなくても目的を達成できる。

【0104】

以上のように、ECU 10 a は、制御部 20 での各燃焼状態に応じた正しい推定トルクを算出できる。このため、ECU 10 a は、トルク監視を正しく行うことができる。

【0105】

詳述すると、推定トルクは、リーンバーン燃焼時は噴射量と相関関係があり、ストイキ燃焼時は吸気量と相関関係がある。そこで、ECU 10 a は、燃焼判定部 31 b がリーンバーン燃焼と判定すると、噴射量ベース算出部 32 b 1 が燃料噴射量をベースに推定トルクを算出する。また、ECU 10 a は、燃焼判定部 31 b がストイキ燃焼と判定すると、吸気量ベース算出部 32 b 2 が吸気量をベースに推定トルクを算出する。よって、ECU 10 a は、制御部 20 での各燃焼状態に応じた正しい推定トルクを算出できる。

【0106】

また、ECU 10 a は、リーンバーン燃焼と判定された場合、噴射量ベース算出部 32 b 1 で算出された推定トルクを用いてトルク監視を行い、ストイキ燃焼と判定された場合、吸気量ベース算出部 32 b 2 で算出された推定トルクを用いてトルク監視を行う。このように、ECU 10 a は、各燃焼状態に応じた正しい推定トルクを用いてトルク監視を行うため、正しくトルク監視を行うことができる。

10

20

30

40

50

【0107】

さらに、ECU10aは、監視部30の入力保障部31で保障されたセンサ信号や駆動信号を用いて、リーンバーン燃焼かストイキ燃焼かを判定する。このため、ECU10aは、保障されていない信号を用いる場合よりも、リーンバーン燃焼かストイキ燃焼かを正しく判定することができる。

【0108】

ところで、トルク監視のための燃焼状態の判定を監視部30にて保障するためには、そもそも制御部20のソフトウェア全体にも安全設計における保障が必要になる。また、この制御部20の保障を行うには、監視の負荷が高く、ソフト設計者の設計コストも高コストなシステムとなってしまう可能性がある。

10

【0109】

しかしながら、ECU10aは、監視部30の入力保障部31で保障されたセンサ信号や駆動信号を用いて、リーンバーン燃焼かストイキ燃焼かを判定するため、上記のような制御部20の保障を要することなく、燃焼状態を判定することができる。つまり、ECU10aは、上記のような制御部20の保障を要することなく、トルク監視を正しく行うことができる。

【0110】

なお、リーンバーン燃焼を取り込むことで課題となるNOx対策として、NOx吸蔵還元触媒(LNT:Lean NOx Trap)が導入されることがある。そして、LNTの浄化能力を維持するために実施されるリッチバージ制御は、リッチ失火を回避するためにストイキ燃焼で実行される。このため、本開示は、上記の燃焼状態の判定方法によって、推定トルクを正しく参照できる。つまり、本開示は、リッチバージ制御時の推定トルクずれに対する課題も同時に解決できる。

20

【0111】

以上、本開示の好ましい実施形態について説明した。しかしながら、本開示は、上記実施形態に何ら制限されることはなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変形が可能である。以下に、本開示のその他の形態として、第2実施形態～第4実施形態に關して説明する。上記実施形態及び第2実施形態～第4実施形態は、夫々単独で実施することも可能であるが、適宜組み合わせて実施することも可能である。本開示は、実施形態において示された組み合わせに限定されることなく、種々の組み合わせによって実施可能である。

30

【0112】

(第2実施形態)

図4を用いて、第2実施形態におけるECU10bについて説明する。ECU10bは、ECU10aと同様の箇所が多いため、ECU10aと異なる点を中心に説明する。ECU10bは、燃圧センサ44からのセンサ信号を用いる点がECU10aと異なる。

【0113】

なお、ECU10bにおけるECU10aと同様の箇所には、ECU10aと同じ符号を付与する。よって、ECU10bにおけるECU10aと同じ符号の構成要素は、上記実施形態を参照して適用することができる。

40

【0114】

図4に示すように、監視部30は、噴射量変換部31aに燃圧センサ44が電気的に接続されている。噴射量変換部31aは、入力保障部31によって正常であることが保障された、燃圧センサ44からのセンサ信号を用いると好ましい。

【0115】

燃圧センサ44は、インジェクタ50に供給する燃料を高圧の状態で蓄える蓄圧部の燃料圧力(燃圧)に応じたセンサ信号を出力する。監視部30は、インジェクタ50の駆動信号と燃圧センサ44のセンサ信号から得られる燃料圧力を用いて、吸気量を算出する。詳述すると、噴射量変換部31aは、燃料圧力と噴射時間がわかれば、単位時間あたり/単位気筒あたりの燃料噴射量が概算できる。

50

【0116】

本実施形態は、上記実施形態と同様の効果を奏することができる。さらに、本実施形態の監視部30は、インジェクタ50の駆動信号に加えて、燃圧センサ44からのセンサ信号を用いるため、上記実施形態よりも、燃料噴射量の精度を向上することができる。

【0117】

(第3実施形態)

図5、図6を用いて、第3実施形態のECU10cに関して説明する。ECU10cは、ECU10aと同様の箇所が多いため、ECU10aと異なる点を中心に説明する。ECU10cは、燃焼状態の判定方法がECU10aと異なる。

【0118】

なお、ECU10cにおけるECU10aと同様の箇所には、ECU10aと同じ符号を付与する。よって、ECU10cにおけるECU10aと同じ符号の構成要素は、上記実施形態を参照して適用することができる。また、本実施形態では、上記実施形態の処理に対して、上記実施形態と同じステップ番号を付与している。燃焼判定部31bは、上記実施形態と燃焼状態の判定方法が異なるが便宜的に上記実施形態と同じ符号を採用している。

【0119】

図5に示すように、監視部30は、噴射時期算出部31cを備えている。また、監視部30は、カムセンサ45、クランクセンサ42、及びINJ駆動IC13が噴射量変換部31aと電気的に接続されている。よって、噴射量変換部31aは、インジェクタ50を駆動するための駆動信号と、カムセンサ45及びクランクセンサ42からのセンサ信号を取得可能に構成されている。噴射時期算出部31cは、入力保障部31によって正常であることが保障された信号が入力されると好ましい。

【0120】

なお、カムセンサ45は、カム軸の回転に応じてパルス状のセンサ信号を出力する。カムセンサ45は、エンジンのカム軸の回転位置に応じたセンサ信号としてのクランク角信号を出力するとも言える。

【0121】

噴射時期算出部31cは、入力保障部31に含まれる。噴射時期算出部31cは、インジェクタ50による燃料の噴射時期、及び噴射時期と圧縮行程上死点（以下、TDC）の位置関係を算出する。噴射時期算出部31cは、インジェクタ50を駆動するための駆動信号とカム角信号とクランク角信号からエンジンへの燃料の噴射時期とエンジンのTDCの位置関係を算出する。つまり、噴射時期算出部31cは、燃料の噴射時期を算出するとともに、算出した燃料の噴射時期とTDCとの位置関係を求める。なお、噴射時期算出部31cは、特許請求の範囲の燃焼状態判定部に含まれる。

【0122】

ところで、通常、リーンバーン燃焼では、TDC（圧縮行程上死点）の直前又は前後で噴射を実施している。一方、ストイキ燃焼では、燃焼効率のため、あまり遅角側（TDC付近）では噴射を実施していない。このため、燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかは、噴射時期によっても判定することができる。

【0123】

そこで、燃焼判定部31bは、噴射時期がTDCの直前又は前後の場合にリーンバーン燃焼と判定し、噴射時期がTDCの直前又は前後でない場合にストイキ燃焼と判定する。このように、燃焼判定部31bは、エンジンへの燃料の噴射時期とエンジンのTDCとの位置関係からリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定することができる。本開示は、噴射時期算出部31cがエンジンへの燃料の噴射時期を算出し、燃焼判定部31bが燃料の噴射時期とエンジンのTDCとの位置関係を求めるようにしてよい。

【0124】

なお、ストイキ燃焼の場合は、TDC付近でも噴射する分割噴射を実施している場合がある。しかしながら、この場合は、ストイキ燃焼と識別する。つまり、本開示では、TDC

10

20

30

40

50

C付近でのみの噴射時期か否かで、リーンバーン燃焼かストイキ燃焼かを識別する。つまり、燃焼判定部31bは、噴射時期がTDC付近のみの場合にリーンバーン燃焼と判定、燃焼判定部31bは、噴射時期がTDC付近でない場合にストイキ燃焼と判定する。TDC付近は、TDCの直前又はTDCの前後を意味している。

【0125】

ここで、図6を用いて、監視部30の処理動作に関して説明する。監視部30は、所定時間毎に図6のフローチャートに示す処理を実行する。

【0126】

ステップS10dでは、燃料の噴射時期を算出する（燃焼状態判定部）。噴射時期算出部31cは、上記のように燃料の噴射時期を算出する。また、噴射時期算出部31cは、算出した燃料の噴射時期とTDCとの位置関係を求める。

10

【0127】

ステップS10eでは、噴射時期がTDC付近のみか否かを判定する（燃焼状態判定部）。燃焼判定部31bは、噴射時期がTDC付近のみか否かを判定することで、燃焼状態がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する。燃焼判定部31bは、噴射時期がTDC付近のみと判定した場合はステップS12へ進み、噴射時期がTDC付近のみと判定しなかった場合はステップS16へ進む。

【0128】

ECU10cは、燃焼状態の判定方法がECU10aと異なるものの、ECU10aと同様の効果を奏することができる。

20

【0129】

（第4実施形態）

図7を用いて、第4実施形態のECUに関して説明する。本実施形態のECUは、ECU10aと同様の個所が多いため、ECU10aと異なる点を中心に説明する。第4実施形態のECUは、燃焼状態に応じて、回避処置を変更する点が上記実施形態と異なる。なお、本実施形態では、便宜的に、第1実施形態と同様の符号を採用する。

【0130】

監視部30は、所定時間毎に図7のフローチャートに示す処理を実行する。

【0131】

ステップS20では、燃焼状態の判定結果を確認する。監視部30は、燃焼判定部31bの判定結果を確認して、判定結果がリーンバーン燃焼であるかストイキ燃焼であるかを判定する。これは、燃焼状態に応じて回避処置を変更するためである。監視部30は、燃焼判定部31bの判定結果がリーンバーン燃焼であると判定した場合はステップS22へ進み、ストイキ燃焼であると判定した場合はステップS26へ進む。

30

【0132】

ステップS22では、トルク異常であるか否かを判定する。トルク異常判定部32cは、上記のようにトルク異常状態であるか否かを判定する。監視部30は、トルク異常判定部32cでトルク異常状態と判定した場合はステップS24へ進み、トルク異常判定部32cでトルク異常状態と判定しなかった場合は図7の処理を終了する。

【0133】

ステップS24では、噴射量を制限する（噴射量制限部）。監視部30は、INJ駆動IC13への通電をカットするなどして、エンジンへの燃料噴射量を制限する。なお、この場合、監視部30は、トルク異常判定部32cでトルク異常状態であると判定した時点、又は、トルク異常状態と判定している期間において噴射量を制限する。

40

【0134】

ステップS26では、ステップS22と同様に、トルク異常であるか否かを判定する。監視部30は、トルク異常判定部32cでトルク異常状態と判定した場合はステップS28へ進み、トルク異常判定部32cでトルク異常状態と判定しなかった場合は図7の処理を終了する。

【0135】

50

ステップ S 2 8 では、吸気量を制限する（吸気量制限部）。監視部 3 0 は、電スロ駆動 I C 1 4 へ電スロカットを指令する信号などを出力して、エンジンへの吸気量を制限する。なお、この場合、監視部 3 0 は、トルク異常判定部 3 2 c でトルク異常状態であると判定した時点、又は、トルク異常状態と判定している期間において吸気量を制限する。

【 0 1 3 6 】

ところで、従来技術ではないが、内燃機関制御システムでは、噴射関係の異常を検出した場合、リーンバーン用のトルクモニタにて異常を検出しても噴射カットしてしまうとエンストに至ってしまう。このため、所定のエンジン回転数以上では、I N J 駆動 I C の通電カットにより燃料噴射を強制停止させる。しかしながら、エンジン回転数が低回転では、成り行き制御にて退避走行させることが考えられる。

10

【 0 1 3 7 】

しかしながら、内燃機関制御システムでは、ストイキ燃焼が実現できる状況で、リーンバーン燃焼ができないために燃料噴射を強制停止してしまうと、二度と復帰できなくなってしまい、エンストするしかなくなる。燃料噴射を強制停止させてエンストさせることも安全対策の一つと考えることもできる。しかしながら、車両は、環境状況などによっては退避走行できないと逆に好ましくない場合もある。例えば、極寒地などを走行している車両は、退避走行できないことが好ましくない。このため、内燃機関制御システムでは、異常判定時のみ、もしくはエンジン回転数及び吸気流量が所定量以上の運転領域のみ燃料噴射の強制停止を実施し、それ以外では、復帰させたいケースも存在する。

【 0 1 3 8 】

20

上記のように、監視部 3 0 は、ストイキ燃焼中のトルク異常状態の場合、電スロ駆動 I C 1 4 の通電カットを行うが、I N J 駆動 I C 1 3 と同様に復帰させたいケースも存在する。このため、監視部 3 0 は、トルク異常状態と判定している間のみ、電スロ駆動 I C 1 4 の通電カットを行うことも可能とすることで、退避走行性能も確保することができる。例えば、監視部 3 0 は、許容閾値までは電スロ駆動 I C 1 4 の動作を許可し、それ以上では電スロ駆動 I C 1 4 の通電カットを行うなどが考えられる。

【 0 1 3 9 】

本実施形態の E C U は、E C U 1 0 a と同様の効果を奏することができる。さらに、本実施形態の E C U は、制御部 2 0 による各燃焼状態に応じて、回避処置を変更するので、各燃焼状態に適した回避処置を行うことができる。なお、本実施形態は、第 1 ~ 第 3 実施形態にも適用できる。

30

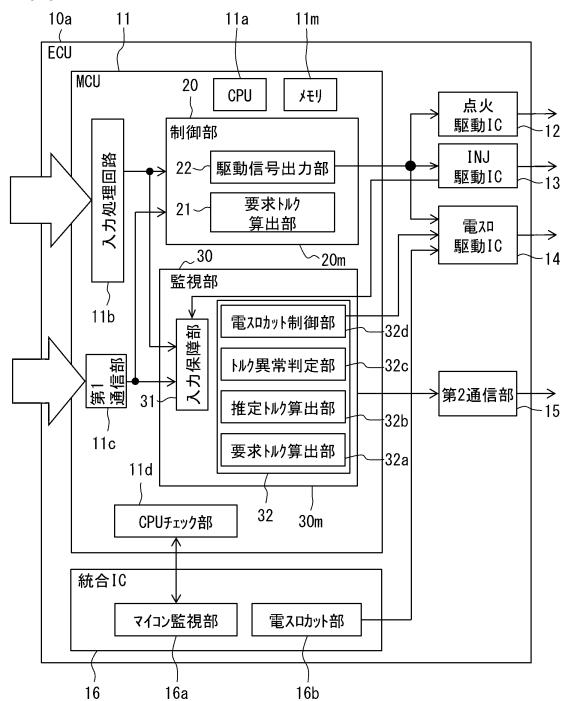
【 符号の説明 】

【 0 1 4 0 】

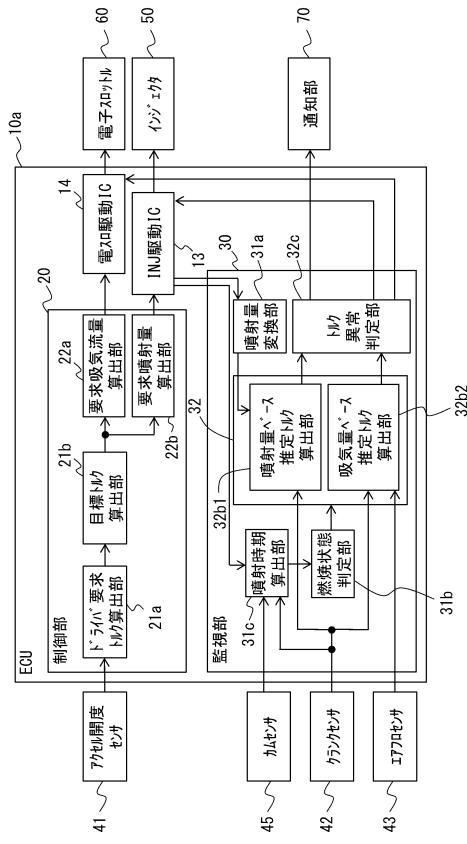
1 0 a ~ 1 0 c ... E C U 、 1 1 ... M C U 、 1 1 a ... C P U 、 1 1 b ... 入力処理回路、 1 1 c ... 第 1 通信部、 1 1 d ... C P U チェック部、 1 1 m ... メモリ、 1 2 ... 点火駆動 I C 、 1 3 ... I N J 駆動 I C 、 1 4 ... 電スロ駆動 I C 、 1 5 ... 第 2 通信部、 1 6 ... 統合 I C 、 1 6 a ... マイコン監視部、 1 6 b ... 電スロカット部、 2 0 ... 制御部、 2 0 m ... 制御用記憶領域、 2 1 ... 要求トルク算出部、 2 1 a ... ドライバ要求トルク算出部、 2 1 b ... 目標トルク算出部、 2 2 ... 駆動信号出力部、 2 2 a ... 要求吸気流量算出部、 2 2 b ... 要求噴射量算出部、 3 0 ... 監視部、 3 0 m ... 監視用記憶領域、 3 1 ... 入力保障部、 3 1 a ... 噴射量変換部、 3 1 b ... 燃焼判定部、 3 1 c ... 噴射時期算出部、 3 2 ... トルク監視部、 3 2 a ... 要求トルク算出部、 3 2 b ... 推定トルク算出部、 3 2 b 1 ... 噴射量ベース推定トルク算出部、 3 2 b 2 ... 吸気量ベース推定トルク算出部、 3 2 c ... トルク異常判定部、 3 2 d ... 電スロカット制御部、 4 1 ... アクセル開度センサ、 4 2 ... クランクセンサ、 4 3 ... エアフロセンサ、 4 4 ... 燃圧センサ、 4 5 ... カムセンサ、 5 0 ... インジェクタ、 6 0 ... 電子スロットル、 7 0 ... 通知部

40

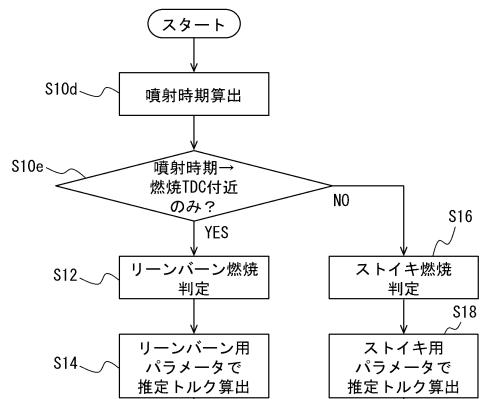
【図1】



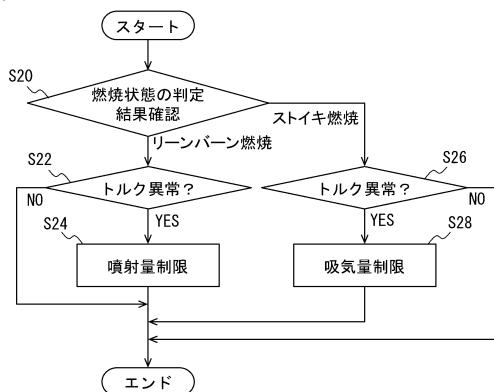
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-052696 (JP, A)
特開2008-038865 (JP, A)
特開2015-137642 (JP, A)
特開2017-078342 (JP, A)
特開2009-255806 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02 D 41/00 - 45/00