

(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 I

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 41/22 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 4 A

F O 2 D 45/00 3 6 8 Z

F O 2 D 45/00 3 6 2

F O 2 D 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ス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ス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】

20

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ス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。

【請求項 7】

前記監視部は、前記燃焼状態判定部にて前記ス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 4 3 3 8 9 0 0 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ス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

## 【 0 0 0 5 】

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。

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、リーンバーン燃焼時とストイキ燃焼時では、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

## 【 0 0 0 7 】

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】

## 【 0 0 0 8 】

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、

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、

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

## 【 0 0 0 9 】

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ス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。

## 【 0 0 1 0 】

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】

## 【 0 0 1 1 】

【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

## 【 0 0 1 2 】

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。

## 【 0 0 1 3 】

( 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 ECU 10a を示す。本実施形態では、内燃機関制御システムを ECU 10a 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。

## 【 0 0 1 4 】

ECU 10a は、MCU 11 (Micro Controller Unit)、点火駆動 IC 12、燃料噴射弁駆動 IC 13、電子スロットル駆動 IC 14、第 2 通信部 15 及び統合 IC 16などを備えている。以下においては、燃料噴射弁駆動 IC 13 を INJ 駆動 IC 13、電子スロットル駆動 IC 14 を電スロ駆動 IC 14 と略称で記載する。

## 【 0 0 1 5 】

MCU 11 は、演算処理装置である CPU 11a 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、MCU 11 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 CPU 11a 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 CPU 11a が実行している時の CPU 11a 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 CPU 11a が実行している時の CPU 11a 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。

## 【 0 0 1 6 】

しかしながら、本開示は、これに限定されない。ECU 10a 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。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 に示す例では、MCU 11 は 1 つの半導体チップ上に、CPU 11a、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。

## 【 0 0 1 8 】

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、CPU 11a 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、CPU 11a によって実行されることで、ECU 10a 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。

## 【 0 0 1 9 】

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

10

20

30

40

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と電氣的に接続されている。また、MCU11には、外部ECUが第1通信部11cと電氣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氣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】

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。

30

【0025】

点火駆動IC12は、点火装置と電氣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に電氣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。

【００２８】

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。

【００２９】

電スロ駆動ＩＣ１４は、図２に示すように、電子スロットル６０に電気的に接続されている。電スロ駆動ＩＣ１４は、エンジンが備えている電子スロットル６０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。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、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ＩＣ１４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。

【００３０】

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。

【００３１】

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。

【００３２】

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。

【００３３】

統合ＩＣ１６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ＣＰＵ等を備えている。統合ＩＣ１６は、ＣＰＵが実行するプログラムに応じて、マイコン監視部１６ａとして機能したり、電スロカット部１６ｂとして機能したりする。マイコン監視部１６ａは、ＣＰＵチェック部１１ｄのチェック結果を参照しつつ、ＭＣＵ１１の動作不良を監視する。

【００３４】

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

10

20

30

40

50

駆動ＩＣ１４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ＩＣ１４は、ＭＣＵ１１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。

#### 【００３５】

制御部２０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２０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。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。

10

#### 【００３６】

ここで、制御部２０に関して説明する。制御部２０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２０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２０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。

#### 【００３７】

20

図１に示すように、制御部２０は、要求トルク算出部２１及び駆動信号出力部２２としての機能を有している。要求トルク算出部２１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。

#### 【００３８】

ここで、図２を用いて、要求トルク算出部２１に関して詳しく説明する。なお、図２においては、複数のＩＣのうちＩＮＪ駆動ＩＣ１３及び電スロ駆動ＩＣ１４のみを図示している。

#### 【００３９】

30

要求トルク算出部２１は、ドライバ要求トルク算出部２１ａと目標トルク算出部２１ｂとを有している。ドライバ要求トルク算出部２１ａは、アクセル開度センサ４１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１１ｍに予め記憶させておき、ドライバ要求トルク算出部２１ａ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。

#### 【００４０】

なお、ドライバ要求トルク算出部２１ａ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１１ｍに予め記憶させておき、ドライバ要求トルク算出部２１ａ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。

40

#### 【００４１】

目標トルク算出部２１ｂ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２１ｂ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２１ｂは、総口ス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。

50

## 【 0 0 4 2 】

この場合、目標トルク算出部 2 1 b 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 2 1 b 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。外部要求トルクの実例としては、車載バッテリー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。

## 【 0 0 4 3 】

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ダとの摩擦による機械エネルギーロスである。

10

## 【 0 0 4 4 】

また、目標トルク算出部 2 1 b 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 2 1 b 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

## 【 0 0 4 5 】

さらに、目標トルク算出部 2 1 b は、最大トルク発生点火時期 ( M B T 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。M B T 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、M B T 点火時期ではノッキングが生じやすいので、M B T 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

## 【 0 0 4 6 】

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。

## 【 0 0 4 7 】

制御部 2 0 は、M B T 点火時期から目標点火時期を減算して得られた時期を、M B T 点火時期に対する目標点火時期の遅角量である M B T 遅角量として算出する。制御部 2 0 は、算出した M B T 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

## 【 0 0 4 8 】

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。M B T 遅角量が小さいほど、つまり目標点火時期が M B T 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 2 1 b 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、M B T 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 1 1 m に予め記憶させておき、目標トルク算出部 2 1 b は、そのマップを参照して、M B T 遅角量及び目標ラムダに応じたトルク効率を算出する。

## 【 0 0 4 9 】

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E C U 10 aは、点火駆動I C 12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22 aと要求噴射量算出部22 b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I C 12 ~ 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22 a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駆動I C 14に指令信号を出力する。このようにして、要求吸気流量算出部22 a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22 b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I N J駆動I C 13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22 b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I C 12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、E C U 10 a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11 m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31 a、燃焼判定部31 b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11 b及び第1通信部11 c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。

【 0 0 5 8 】

また、入力保障部 3 1 は、I N J 駆動 I C 1 3 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 3 1 は、トルク監視部 3 2 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。

【 0 0 5 9 】

噴射量変換部 3 1 a 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 5 0 に対する駆動信号（噴射時間）を I N J 駆動 I C 1 3 から取得する。噴射量変換部 3 1 a は、吸気流量を算出するために、クランクセンサ 4 2 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 3 1 a は、インジェクタ 5 0 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 4 2 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 3 1 a は、インジェクタ 5 0 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。

【 0 0 6 0 】

まず、噴射量変換部 3 1 a 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 3 1 a は、取得した駆動信号とエンジン回転数とに相関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、噴射量変換部 3 1 a 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 3 1 a は、駆動信号を燃料噴射量に変換する。また、噴射量変換部 3 1 a 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 3 0 は、燃料噴射量とエンジン回転数がわかれば、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。

【 0 0 6 1 】

燃焼判定部 3 1 b は、制御部 2 0 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 3 1 b は、入力保障部 3 1 で保障された信号を用いて、制御部 2 0 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 3 1 b は、適切に燃焼状態を判定することができる。

【 0 0 6 2 】

また、入力保障部 3 1 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 3 1 b は、入力保障部 3 1 で保障されたセンサ信号、及び入力保障部 3 1 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 3 1 b 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 2 0 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。

【 0 0 6 3 】

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 5 0 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関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 3 1 b は、噴射量変換部 3 1 a で算出された燃料噴射量を取得する。そして、燃焼判定部 3 1 b 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 3 1 a は、特許請求の範囲における燃焼状態判定部に含まれる。

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、吸気流量と相関する流量信号として、センサとしてのエアフロセンサ 4 3 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 4 3、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 4 1 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。

【 0 0 6 5 】

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 3 0 が、制御部 2 0 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。

【 0 0 6 6 】

図 1、図 2 に示すように、トルク監視部 3 2 は、要求トルク算出部 3 2 a、推定トルク算出部 3 2 b、トルク異常判定部 3 2 c 及び電スロカット制御部 3 2 d 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関して中心に図示している。

【 0 0 6 7 】

トルク異常判定部 3 2 c は、要求トルク算出部 3 2 a により算出された機関要求トルクと、推定トルク算出部 3 2 b 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。

【 0 0 6 8 】

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 3 2 d は、電スロカット部 1 6 b と同様にして、電スロ駆動 IC 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、トルク監視部 3 2 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 IC 1 3 への通電をカットしてもよい。つまり、トルク監視部 3 2 は、INJ 駆動 IC 1 3 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。

【 0 0 6 9 】

なお、トルク異常判定部 3 2 c は、トルク異常状態であると判定した場合、通知部 7 0 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 3 2 c は、第 2 通信部 1 5 を介して通知部 7 0 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。

【 0 0 7 0 】

要求トルク算出部 3 2 a 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 3 2 a 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であって、入力保障部 3 1 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。

【 0 0 7 1 】

この場合、要求トルク算出部 3 2 a 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 3 2 a 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。

【 0 0 7 2 】

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 3 0 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 2 0 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 1 1 m 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。

【 0 0 7 3 】

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。

【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。

【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。

【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。

【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】

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 3 2 b は、噴射量変換部 3 1 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噴射量ベース算出部 3 2 b 1 と、エアフロセンサ 4 3 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 3 2 b 2 とを含んでいる。

#### 【 0 0 8 2 】

噴射量ベース算出部 3 2 b 1 は、例えば、燃料噴射量とクランクセンサ 4 2 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 3 2 b 2 は、例えば、吸気量とクランクセンサ 4 2 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

#### 【 0 0 8 3 】

このように、推定トルク算出部 3 2 b は、燃焼判定部 3 1 b 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 3 2 b 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 3 2 b 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。

#### 【 0 0 8 4 】

噴射量ベース算出部 3 2 b 1 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 3 2 b 1 は、算出した推定トルクから、ロス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 3 2 b 1 は、入力処理回路 1 1 b 及び第 1 通信部 1 1 c から取得したクランクセンサ 4 2 やエアフロセンサ 4 3 などの各種信号であって、入力保障部 3 1 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

#### 【 0 0 8 5 】

この場合、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 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ー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 1 1 m にあらかじめ記憶させておき、噴射量ベース算出部 3 2 b 1 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

#### 【 0 0 8 6 】

吸気量ベース算出部 3 2 b 2 は、M B T 推定トルクにトルク効率を乗算した値を、ロス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 3 2 b 2 は、算出した推定トルクから、ロス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 3 2 b 2 は、入力処理回路 1 1 b 及び第 1 通信部 1 1 c から取得したクランクセンサ 4 2 やエアフロセンサ 4 3 などの各種信号であって、入力保障部 3 1 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

#### 【 0 0 8 7 】

この場合、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、点火時期が M B T である場合におけるエンジンの実際の駆動トルク ( M B T 推定トルク ) を推定する。M B T 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な値が算出される。例えば、エンジン回転数及び吸気充填効率と M B T 推定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、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吸気充填効率に応じた M B T 推定トルクを算出する。

#### 【 0 0 8 8 】

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こと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S10bを実施しなくてもよい。

【0097】

なお、燃焼判定部31b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31b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もよい。

【0098】

ステップS10c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31b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S10a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31b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。

10

【0099】

ところで、制御部20は、リーンバーン燃焼時、ロス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31bは、吸気量 燃料噴射量であると判定した場合はステップS12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S16へ進む。

【0100】

そして、ステップS12では、燃焼判定部31b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S16では、燃焼判定部31bは、ストイキ燃焼と判定する（燃焼状態判定部）。

20

【0101】

ステップS14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32b1は、上記のように、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。

【0102】

ステップS18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32b2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。

30

【0104】

以上のように、ECU10a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、ECU10a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、ECU10aは、燃焼判定部31bがリーンバーン燃焼と判定すると、噴射量ベース算出部32b1が燃料噴射量をベースに推定トルクを算出する。また、ECU10aは、燃焼判定部31bがストイキ燃焼と判定すると、吸気量ベース算出部32b2が吸気量をベースに推定トルクを算出する。よって、ECU10a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。

40

【0106】

また、ECU10a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32b1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32b2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、ECU10a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。

50

## 【 0 1 0 7 】

さらに、E C U 1 0 a は、監視部 3 0 の入力保障部 3 1 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、E C U 1 0 a 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。

## 【 0 1 0 8 】

ところで、トルク監視のための燃焼状態の判定を監視部 3 0 にて保障するためには、そもそも制御部 2 0 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 2 0 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

## 【 0 1 0 9 】

しかしながら、E C U 1 0 a は、監視部 3 0 の入力保障部 3 1 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 2 0 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、E C U 1 0 a は、上記のような制御部 2 0 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。

## 【 0 1 1 0 】

なお、リーンバーン燃焼を取り込むことで課題となる N O x 対策として、N O x 吸蔵還元触媒 ( L N T : Lean NOx Trap ) が導入されることがある。そして、L N T の浄化能力を維持するために実施されるリッチパージ制御は、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、リッチパ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

## 【 0 1 1 1 】

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 実施形態に関して説明する。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

## 【 0 1 1 2 】

( 第 2 実施形態 )

図 4 を用いて、第 2 実施形態における E C U 1 0 b に関して説明する。E C U 1 0 b は、E C U 1 0 a と同様の個所が多いため、E C U 1 0 a と異なる点を中心に説明する。E C U 1 0 b は、燃圧センサ 4 4 からのセンサ信号を用いる点が E C U 1 0 a と異なる。

## 【 0 1 1 3 】

なお、E C U 1 0 b における E C U 1 0 a と同様の箇所には、E C U 1 0 a と同じ符号を付与する。よって、E C U 1 0 b における E C U 1 0 a 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

## 【 0 1 1 4 】

図 4 に示すように、監視部 3 0 は、噴射量変換部 3 1 a に燃圧センサ 4 4 が電氣的に接続されている。噴射量変換部 3 1 a は、入力保障部 3 1 によって正常であることが保障された、燃圧センサ 4 4 からのセンサ信号を用いると好ましい。

## 【 0 1 1 5 】

燃圧センサ 4 4 は、インジェクタ 5 0 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 3 0 は、インジェクタ 5 0 の駆動信号と燃圧センサ 4 4 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 3 1 a 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



## 【 0 1 1 6 】

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。

## 【 0 1 1 7 】

(第 3 実施形態)

図 5、図 6 を用いて、第 3 実施形態の ECU 10c に関して説明する。ECU 10c は、ECU 10a と同様の個所が多いため、ECU 10a と異なる点を中心に説明する。ECU 10c は、燃焼状態の判定方法が ECU 10a と異なる。

## 【 0 1 1 8 】

なお、ECU 10c における ECU 10a と同様の箇所には、ECU 10a と同じ符号を付与する。よって、ECU 10c における ECU 10a 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。

## 【 0 1 1 9 】

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 IC 13 が噴射量変換部 31a と電氣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。

## 【 0 1 2 0 】

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。

## 【 0 1 2 1 】

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。

## 【 0 1 2 2 】

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。

## 【 0 1 2 3 】

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もよい。

## 【 0 1 2 4 】

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が否かで、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Ｓ２８では、吸気量を制限する（吸気量制限部）。監視部３０は、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、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吸気量を制限する。

#### 【０１３６】

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、ＩＮＪ駆動ＩＣ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

#### 【０１３７】

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う、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。

#### 【０１３８】

20

上記のように、監視部３０は、ストイキ燃焼中のトルク異常状態の場合、電スロ駆動ＩＣ１４の通電カットを行うが、ＩＮＪ駆動ＩＣ１３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３０は、トルク異常状態と判定している間のみ、電スロ駆動ＩＣ１４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３０は、許容閾値までは電スロ駆動ＩＣ１４の動作を許可し、それ以上では電スロ駆動ＩＣ１４の通電カットを行うなどが考えられる。

#### 【０１３９】

本実施形態のＥＣＵは、ＥＣＵ１０ａ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ＥＣＵは、制御部２０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

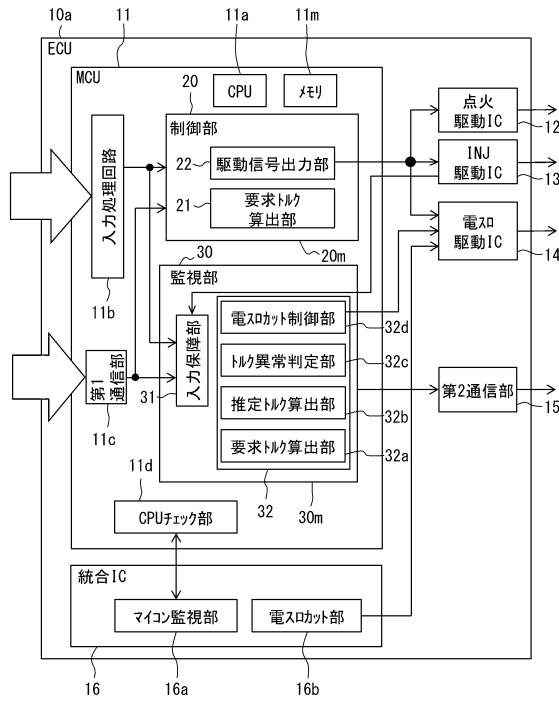
#### 【符号の説明】

#### 【０１４０】

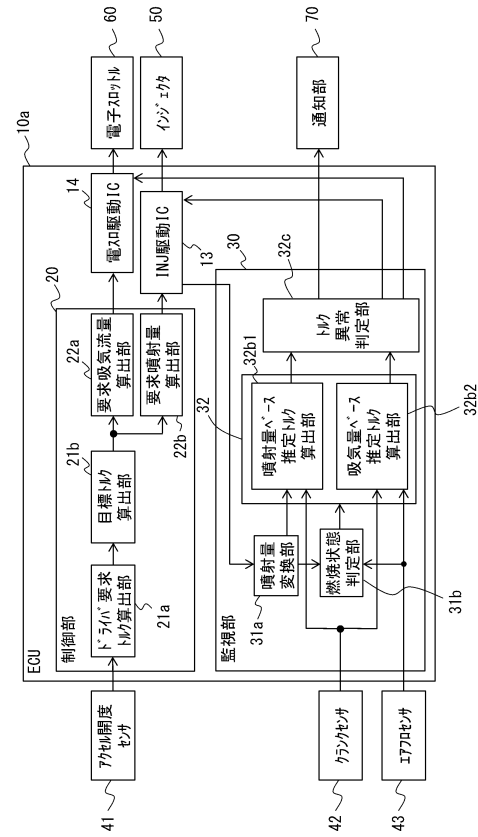
１０ａ～１０ｃ...ＥＣＵ、１１...ＭＣＵ、１１ａ...ＣＰＵ、１１ｂ...入力処理回路、１１ｃ...第１通信部、１１ｄ...ＣＰＵチェック部、１１ｍ...メモリ、１２...点火駆動ＩＣ、１３...ＩＮＪ駆動ＩＣ、１４...電スロ駆動ＩＣ、１５...第２通信部、１６...統合ＩＣ、１６ａ...マイコン監視部、１６ｂ...電スロカット部、２０...制御部、２０ｍ...制御用記憶領域、２１...要求トルク算出部、２１ａ...ドライバ要求トルク算出部、２１ｂ...目標トルク算出部、２２...駆動信号出力部、２２ａ...要求吸気流量算出部、２２ｂ...要求噴射量算出部、３０...監視部、３０ｍ...監視用記憶領域、３１...入力保障部、３１ａ...噴射量変換部、３１ｂ...燃焼判定部、３１ｃ...噴射時期算出部、３２...トルク監視部、３２ａ...要求トルク算出部、３２ｂ...推定トルク算出部、３２ｂ１...噴射量ベース推定トルク算出部、３２ｂ２...吸気量ベース推定トルク算出部、３２ｃ...トルク異常判定部、３２ｄ...電スロカット制御部、４１...アクセル開度センサ、４２...クランクセンサ、４３...エアフロセンサ、４４...燃圧センサ、４５...カムセンサ、５０...インジェクタ、６０...電子スロットル、７０...通知部

40

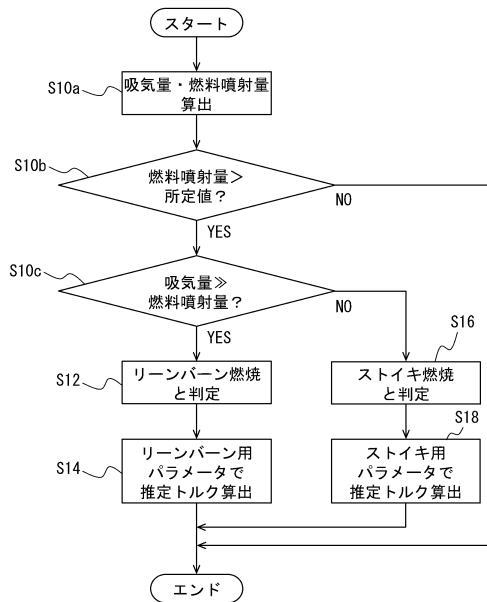
【図 1】



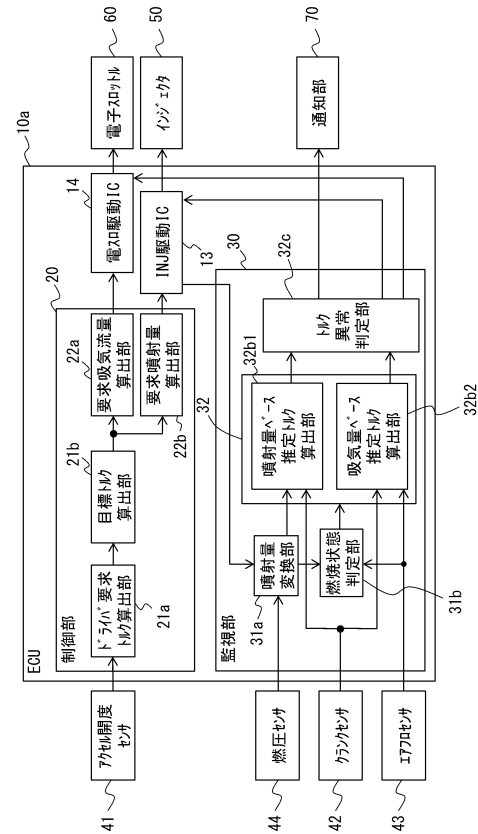
【図 2】



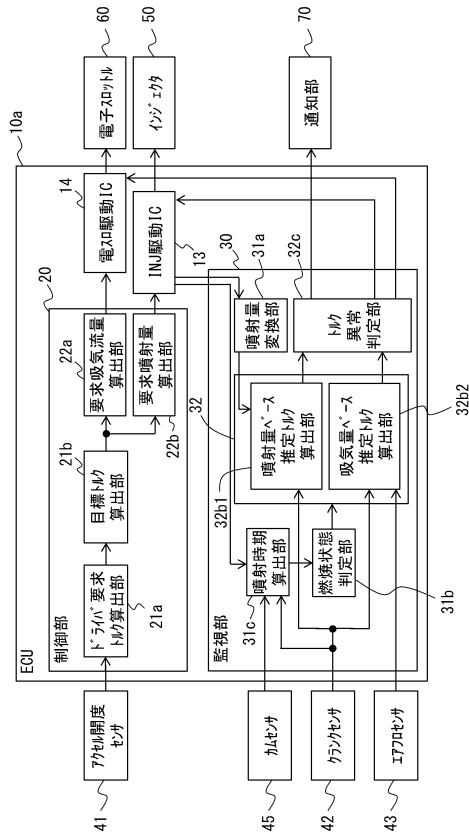
【図 3】



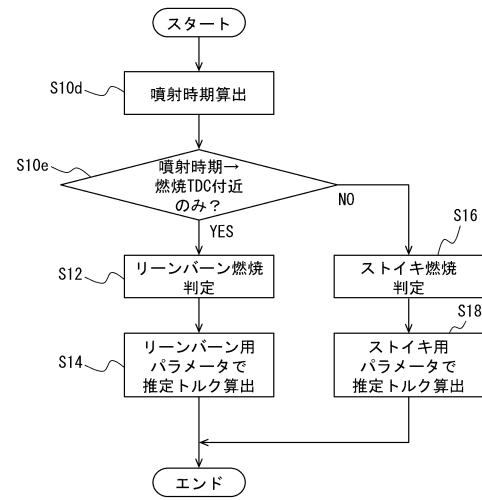
【図 4】



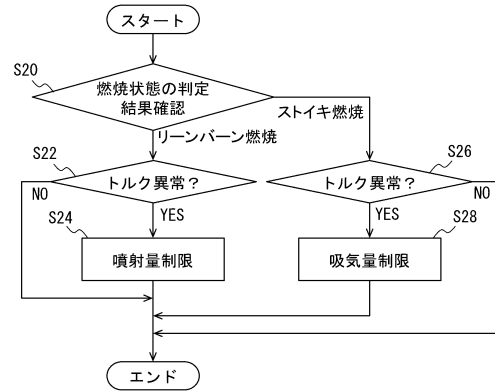
【図5】



【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)

F02D 41/00 - 45/00