

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-152145

(P2019-152145A)

(43) 公開日 令和1年9月12日(2019.9.12)

|                               |                 |             |
|-------------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                  | F I             | テーマコード (参考) |
| <b>FO2D 41/02 (2006.01)</b>   | FO2D 41/02 330Z | 3G301       |
| <b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>   | FO2D 45/00 362A | 3G384       |
| <b>FO2D 41/20 (2006.01)</b>   | FO2D 41/20 330  |             |
| <b>FO2D 41/34 (2006.01)</b>   | FO2D 41/02 335  |             |
|                               | FO2D 41/34 E    |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁) |                 |             |

(21) 出願番号 特願2018-37709 (P2018-37709)  
(22) 出願日 平成30年3月2日 (2018.3.2)

(71) 出願人 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 坪井 誠  
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 伊藤 勇太  
愛知県大府市中央町2丁目188番地 デ  
ンソーテクノ株式会社内

最終頁に続く

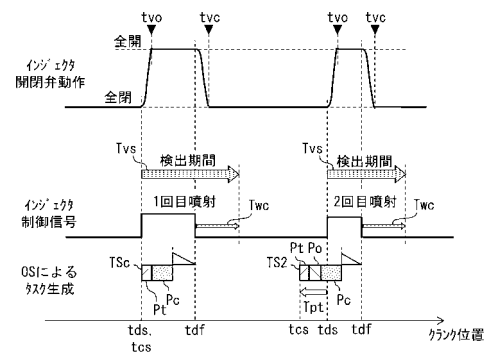
(54) 【発明の名称】 噴射制御装置

## (57) 【要約】

【課題】燃料噴射制御に関連する処理をオペレーションシステム上で動作させる場合でも、処理負荷の増加を抑えつつ、開弁タイミング又は閉弁タイミングの適切な取得が可能な噴射制御装置等の提供。

【解決手段】エンジン制御装置は、エンジンに設けられたインジェクタの制御に関連する処理を、オペレーションシステム上で動作させる噴射制御装置として機能する。エンジン制御装置は、エンジンの状態を示す状態情報、及びインジェクタの開弁タイミング $t_{vo}$ 及び閉弁タイミング $t_{vc}$ の少なくとも一方を検出した検出結果を取得する。エンジン制御装置は、検出結果を取得する取得処理 $P_o$ と、状態情報に基づきインジェクタにおける一回の燃料噴射での噴射量を演算する演算処理 $P_c$ とを、一つの複合タスク $TS2$ として実行する。複合タスク $TS2$ は、インジェクタの駆動開始タイミング $t_{ds}$ よりも前に開始される。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関（２）に設けられた燃料噴射弁（１０）の制御に関連する処理を、オペレーションシステム上で動作させる噴射制御装置であって、

前記内燃機関の状態を示す状態情報を取得する情報取得部（５１）と、

前記燃料噴射弁における開弁タイミング（ $t_{vo}$ ）及び閉弁タイミング（ $t_{vc}$ ）の少なくとも一方を検出する開閉弁検出部（５２，７０）と、

前記開閉弁検出部による検出結果を取得する取得処理（ $P_o$ ）、及び前記状態情報に基づき前記燃料噴射弁における一回の燃料噴射での噴射量を演算する演算処理（ $P_c$ ）を、前記オペレーションシステムにおける一つのタスク（ $TS2$ ）として、前記燃料噴射を行うための前記燃料噴射弁の駆動開始タイミング（ $t_{ds}$ ）よりも前に開始する演算実行部（５３）と、

を備える噴射制御装置。

## 【請求項 2】

前記演算実行部は、前記駆動開始タイミングよりも前に前記取得処理が完了するように、前記タスクの開始タイミング（ $t_{cs}$ ）を前記駆動開始タイミングの所定時間（ $T_{pt}$ ）前に設定する請求項 1 に記載の噴射制御装置。

## 【請求項 3】

前記演算実行部は、前記燃料噴射弁の駆動終了タイミング（ $t_{df}$ ）よりも前に前記演算処理が完了するように、前記タスクの開始タイミング（ $t_{cs}$ ）を前記駆動開始タイミングの所定時間前に設定する請求項 1 又は 2 に記載の噴射制御装置。

## 【請求項 4】

前記演算実行部は、前記演算処理にて、前記噴射量に基づく噴射時間をさらに演算する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の噴射制御装置。

## 【請求項 5】

前記演算実行部は、

前記駆動開始タイミングよりも前に前記演算処理が終了するように、前記タスクの開始タイミング（ $t_{cs}$ ）を前記駆動開始タイミングの所定時間（ $T_{pt}$ ）前に設定し、

前記演算処理にて演算された前記噴射時間に基づいて、前記駆動開始タイミングを調整する請求項 4 に記載の噴射制御装置。

## 【請求項 6】

前記演算実行部は、前記演算処理にて演算された前記噴射時間に基づいて、前記燃料噴射弁の駆動終了タイミング（ $t_{df}$ ）を調整する請求項 4 に記載の噴射制御装置。

## 【請求項 7】

前記演算実行部は、前記駆動開始タイミング及び前記タスクの開始タイミング（ $t_{cs}$ ）を、前記内燃機関の出力軸の角度を基準として設定する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の噴射制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この明細書による開示は、燃料噴射弁の制御に関連する処理を行う噴射制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、例えば特許文献 1 に開示の燃料噴射制御装置は、インジェクタにおける電磁弁の開弁及び閉弁を検知する検知部を備えている。検知部による開弁及び閉弁の検知結果は、制御部にて、インジェクタの駆動制御に用いられる。制御部は、前回の燃料噴射にて検知された検知結果を取得する処理と、今回の燃料噴射での噴射量を演算する処理とを実行する。

## 【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-34492号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1のような燃料噴射制御に関連する処理は、オペレーションシステム上で動作させることができる。こうした噴射制御装置では、開閉弁の検知結果を取得する取得処理と、噴射量を演算する演算処理とを、オペレーションシステムでの別々のタスクとして実行することが考えられる。しかし、これらの処理を別々のタスクとして実行した場合、個々のタスクの生成に要する処理が増加し得た。 10

【0005】

本開示は、燃料噴射制御に関連する処理をオペレーションシステム上で動作させる場合でも、処理負荷の増加を抑えつつ、開弁タイミング又は閉弁タイミングの適切な取得が可能な噴射制御装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、開示された一つの態様は、内燃機関(2)に設けられた燃料噴射弁(10)の制御に関連する処理を、オペレーションシステム上で動作させる噴射制御装置であって、内燃機関の状態を示す状態情報を取得する情報取得部(51)と、燃料噴射弁における開弁タイミング( $t_{vo}$ )及び閉弁タイミング( $t_{vc}$ )の少なくとも一方を検出する開閉弁検出部(52, 70)と、開閉弁検出部による検出結果を取得する取得処理(Po)、及び状態情報に基づき燃料噴射弁における一回の燃料噴射での噴射量を演算する演算処理(Pc)を、オペレーションシステムにおける一つのタスク(TS2)として、燃料噴射を行うための燃料噴射弁の駆動開始タイミング( $t_{ds}$ )よりも前に開始する演算実行部(53)と、を備える噴射制御装置とされる。 20

【0007】

これらの態様によれば、燃料噴射弁の駆動開始タイミングよりも前に、検出結果の取得処理及び噴射量の演算処理が一つのタスクとして開始される。故に、前回の燃料噴射における開弁タイミング及び閉弁タイミングの少なくとも一方を検出した検出結果は、今回の燃料噴射の開始前に取得され得る。 30

【0008】

加えて、検出結果の取得処理と共に噴射量の演算処理が行われれば、これらの処理を個別のタスクで実行するよりも、タスクの生成に要する処理が低減され得る。したがって、燃料噴射制御に関連する処理をオペレーションシステム上で動作させる場合でも、処理負荷の増加を抑えつつ、開弁タイミング又は閉弁タイミングの適切な取得が可能になる。

【0009】

尚、上記括弧内の参照番号は、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、技術的範囲を何ら制限するものではない。

【図面の簡単な説明】 40

【0010】

【図1】第一実施形態によるエンジン制御装置を含む燃料噴射制御システムの全体構成を示す図である。

【図2】燃料噴射に伴って実行される各タスクの詳細を示すタイミングチャートである。

【図3】一回の燃焼サイクルにおいて実行される処理の詳細を示すタイミングチャートであって、駆動開始タイミングを調整する一例を示す図である。

【図4】一回の燃焼サイクルにおいて実行される処理の詳細を示すタイミングチャートであって、駆動終了タイミングを調整する一例を示す図である。

【図5】駆動開始タイミング及び演算開始タイミングがクランクシャフトの角度基準で設定されていることを説明するための図である。 50

【図 6】噴射制御処理におけるメイン処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 7】上死点前 450 ° C A 時処理又は上死点前 270 ° C A 時処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 8】先行時間前処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 9】駆動終了タイミング処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 10】第二実施形態によるエンジン制御装置を含む燃料噴射制御システムの全体構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

【0012】

(第一実施形態)

本開示の第一実施形態によるエンジン制御装置 100 は、図 1 に示す燃料噴射制御システムに用いられている。燃料噴射制御システムは、ガソリンエンジン（以下、「エンジン 2」）の稼動を制御するシステムであり、状態センサ群 20、複数のインジェクタ 10、及びエンジン制御装置 100 等によって構成されている。エンジン 2 は、火花点火式の内燃機関であって、例えば走行用の動力を発生させる動力源として車両に搭載されている。

【0013】

状態センサ群 20 は、エンジン制御装置 100 に直接的又は間接的に電気接続されている。状態センサ群 20 は、エンジン 2 の状態を検出した検出結果を、エンジン制御装置 100 へ向けて逐次出力する。状態センサ群 20 には、回転センサ 21、空気流量センサ 22、水温センサ 23、吸気温センサ 24、燃圧センサ 25、及びアクセルポジションセンサ等のその他のセンサが含まれている。

【0014】

回転センサ 21 は、例えば電磁ピックアップ等である。回転センサ 21 は、シグナルロータ等と組み合わせられて、エンジン 2 のクランクシャフトの回転を検出する。回転センサ 21 は、クランクシャフトの角度の検出結果を、状態情報としてエンジン制御装置 100 に逐次出力する。

【0015】

空気流量センサ 22 は、各気筒 2b に繋がる吸気流路に設けられている。空気流量センサ 22 は、各気筒 2b に吸入される吸入空気量に応じた信号を状態情報として出力する。水温センサ 23 は、エンジン 2 を冷却する冷却水の温度に応じた信号を状態情報として出力する。吸気温センサ 24 は、各気筒 2b に吸入される吸入空気の温度に応じた信号を状態情報として出力する。燃圧センサ 25 は、各インジェクタ 10 に供給される燃料の圧力に応じた信号を状態情報として出力する。

【0016】

インジェクタ 10 は、エンジン制御装置 100 と電氣的に接続されている。インジェクタ 10 は、エンジン 2 のヘッド部材 2a に設けられた挿通孔 2c に挿入されており、ヘッド部材 2a に保持されている。インジェクタ 10 には、電磁アクチュエータ及びピエゾアクチュエータ等の駆動部 12 が設けられている。インジェクタ 10 は、駆動部 12 への電流又は電圧の印加により、噴孔 11 を開閉する。インジェクタ 10 は、エンジン制御装置 100 の制御に従って噴孔 11 を開閉する作動により、各気筒 2b の燃焼室へ向けて、噴孔 11 から燃料を噴射する。

## 【0017】

エンジン制御装置100は、状態センサ群20から取得するエンジン2の状態情報に基づき、インジェクタ10による各気筒2bへの燃料供給を制御する電子制御ユニットである。エンジン制御装置100は、一回の燃焼サイクルにて複数回（例えば三回）の燃料噴射が行われるように各インジェクタ10を制御する。エンジン制御装置100の制御回路50aは、噴射弁駆動部60、開閉検出部70及びマイクロコントローラ（以下、「マイコン50」）等によって構成されている。

## 【0018】

噴射弁駆動部60は、マイコン50から入力される制御信号に基づき、噴孔11を開弁させるための電力を、各インジェクタ10の駆動部12に供給する。噴射弁駆動部60には、例えば車両のバッテリー等から電力が供給されている。噴射弁駆動部60は、制御信号に従うタイミングで、駆動部12に電力を供給し、開弁方向への弁体の変位を生じさせることで、噴孔11から燃料噴射を開始させる。また噴射弁駆動部60は、制御信号に従うタイミングで、駆動部12への電力供給を停止し、閉弁方向への弁体の変位を生じさせることで、噴孔11からの燃料噴射を終了させる。

## 【0019】

開閉検出部70は、インジェクタ10において噴孔11を開閉する噴射弁の動きを検出する。開閉検出部70は、噴射弁の変位によって生じる駆動電流の変化を、インジェクタ10毎に計測する。図1及び図2に示すように、開閉検出部70は、インジェクタ10の開閉弁期間に合わせて、検出期間 $T_{vs}$ を設定する。検出期間 $T_{vs}$ の開始点は、インジェクタ10の駆動開始タイミング $t_{ds}$ （後述する）とされる。検出期間 $T_{vs}$ の終了点は、インジェクタ10の駆動終了タイミング $t_{df}$ （後述する）から、予め規定された閉弁待機期間 $T_{wc}$ 後とされる。

## 【0020】

開閉検出部70は、検出期間 $T_{vs}$ における駆動電流の変化の態様から、各インジェクタ10における開弁タイミング $t_{vo}$ 及び閉弁タイミング $t_{vc}$ の両方を検出する検出演算を行う。開閉検出部70は、開弁タイミング $t_{vo}$ 及び閉弁タイミング $t_{vc}$ の検出結果を保持し、マイコン50からの要求に応じて、検出結果をマイコン50へ向けて出力する。尚、開弁タイミング $t_{vo}$ は、噴孔11からの燃料噴射が開始されるタイミングである。閉弁タイミング $t_{vc}$ は、噴孔11からの燃料噴射が終了されるタイミングである。

## 【0021】

開閉検出部70は、検出期間 $T_{vs}$ の開始時に、前回の検出結果を削除する。開閉検出部70は、一つのインジェクタ10について、直前の燃料噴射における開弁タイミング $t_{vo}$ 及び閉弁タイミング $t_{vc}$ のみを保持する。開閉検出部70は、各インジェクタ10における燃料噴射の繰り返しにより、検出結果を自動的に更新する。

## 【0022】

マイコン50は、プロセッサ及び入出力インターフェースを有する構成である。マイコン50は、開閉検出部70及び噴射弁駆動部60と電氣的に接続されている。マイコン50は、噴射弁駆動部60へ向けて制御信号を出力する。マイコン50は、開閉検出部70との通信（例えばSPI通信等）によって検出結果を受信する。

## 【0023】

マイコン50には、記憶部54が設けられている。記憶部54は、例えばフラッシュメモリ等の不揮発性の記憶媒体である。記憶部54には、マイコン50にて実行されるオペレーションシステムのプログラム、及びオペレーションシステム上で動作する複数のアプリケーションプログラムが格納されている。

## 【0024】

マイコン50は、例えばOSEK等の組み込み型のRTOS（Real-time operating system）を動作させる。マイコン50は、各インジェクタ10の制御に関連する種々の処理を、オペレーションシステム上でのタスクとして動作させる。タスクは、オペレーションシステムにおいて規定されたひと纏りの実行単位である。オペレーションシステムは、個

10

20

30

40

50

々のタスクについての実行状態及び優先度等を統合的に管理し、多数の処理がマイコン 50 にて逐次的に実行されるようにスケジューリングを行う。尚、記憶部 54 は、マイコン 50 に内蔵されていなくてもよい。記憶部 54 は、マイコン 50 と電気接続されたエンジン制御装置 100 の構成であってもよく、又はエンジン制御装置 100 と電気接続されるメモリカード等の態様であってもよい。

#### 【0025】

マイコン 50 は、記憶部 54 に記憶された噴射制御プログラムの実行により、燃料噴射制御に関連する複数の機能部を構築する。具体的に、マイコン 50 には、情報取得部 51 及び演算実行部 53 等が、機能部として構築される。

#### 【0026】

情報取得部 51 は、エンジン 2 の状態を示す状態情報を、状態センサ群 20 から取得する。情報取得部 51 による状態情報の取得は、所定の周期で繰り返し実施される。情報取得部 51 にて取得された最新の状態情報が、マイコン 50 におけるエンジン制御のための演算に用いられる。

#### 【0027】

演算実行部 53 は、情報取得部 51 にて取得された状態情報に基づき、マイコン 50 から噴射弁駆動部 60 に出力される制御信号を生成する。演算実行部 53 は、状態情報に基づき、一回の燃焼サイクルにおいて各気筒 2b に噴射される燃料の総噴射量、一回の燃焼サイクルにおいて実施される燃料噴射の回数、各燃料噴射にて噴射される噴射量及び噴射時間、並びに開閉弁のタイミング等を設定する。尚、以下の説明では、燃焼（膨張）行程、排気行程、吸気行程、及び圧縮行程を、一回の燃焼サイクルとする。

#### 【0028】

演算実行部 53 にて設定される噴射時間は、駆動部 12 への電力供給の開始を指示する駆動開始タイミング  $t_{ds}$  から、電力供給の停止を指示する駆動終了タイミング  $t_{df}$  までの時間である。演算実行部 53 は、各回の燃料噴射について、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  及び駆動終了タイミング  $t_{df}$  を、制御信号によって規定する。インジェクタ 10 の開弁タイミング  $t_{vo}$  は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも後となる。同様に、インジェクタ 10 の閉弁タイミング  $t_{vc}$  は、駆動終了タイミング  $t_{df}$  よりも後となる。

#### 【0029】

演算実行部 53 は、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  を実施する。取得処理  $P_o$  では、開閉検出部 70 による検出結果を通信によって取得し、直前の燃料噴射について、開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  を確定させる処理が行われる。上述したように、前回の検出結果のクリアが検出期間  $T_{vs}$  の開始点である駆動開始タイミング  $t_{ds}$  にて実施されるため、取得処理  $P_o$  は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  の前に完了される必要がある。

#### 【0030】

演算処理  $P_c$  では、制御信号の生成に関連する処理であって、例えば各回の燃料噴射での噴射量、噴射時間、及び各実施タイミング等を設定する処理が行われる。図 3 及び図 4 に示すように、演算処理  $P_c$  は、一回の燃料噴射に対して原則的に二回ずつ実施される。

#### 【0031】

図 1～図 3 に示すように、演算実行部 53 は、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  を含む各タスクを、エンジン 2 のクランクシャフト（出力軸）の回転に合わせて、オペレーションシステム上で実行する。演算実行部 53 は、取得処理  $P_o$  を行うタスク（以下、「取得タスク  $T_{So}$ 」）において、タスク生成処理  $P_t$  の実行後に、取得処理  $P_o$  を実行する。同様に、演算実行部 53 は、演算処理  $P_c$  を行うタスク（以下、「演算タスク  $T_{Sc}$ 」）にて、タスク生成処理  $P_t$  の実行後に、演算処理  $P_c$  を実行する。さらに、演算実行部 53 は、タスク生成処理  $P_t$  の実行後に、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  を順に実行する複合タスク  $T_{S2}$  を生成可能である。

#### 【0032】

図 3 及び図 4 には、燃料噴射パターンの一例として、一回の燃焼サイクルにて、吸気行

10

20

30

40

50

程で一回、圧縮行程で二回、それぞれ燃料噴射を行う場合が想定されている。こうした燃料噴射にて、演算実行部 53 により設定される各タスクの詳細を、以下、図 3 及び図 4 に基づき、図 1 及び図 2 を参照しつつ説明する。

#### 【0033】

図 3 に示す燃料噴射パターンでは、吸気行程における燃料噴射の噴射態様は、排気行程のうちに実施される初回の演算によって設定される。吸気行程における噴射演算のため、演算実行部 53 は、クランク位置が上死点前 450°となるタイミングで、演算タスク TSc を開始する。この演算タスク TSc では、吸気行程における燃料噴射の駆動開始タイミング tds 及び駆動終了タイミング tdf が設定される。さらに、吸気行程の噴射再演算を開始する演算開始タイミング tcs が、駆動開始タイミング tds と実質同時に設定される。こうした設定によれば、演算開始タイミング tcs を駆動開始タイミング tds よりも前に開始させるためのタイマセットの処理が不要になる。よって、マイコン 50 の処理負荷が軽減される。

10

#### 【0034】

そして、クランク位置が演算開始タイミング tcs に達すると、再演算のための演算タスク TSc が開始される。さらに、演算タスク TSc の開始に合わせて、開閉検出部 70 による駆動電流の検出演算が開始される。演算タスク TSc による再演算が完了すると、算出された噴射期間に基づき、駆動終了タイミング tdf が再設定される。

#### 【0035】

圧縮行程における各燃料噴射の噴射態様は、吸気行程のうちに実施される初回の演算によって共に設定される。圧縮行程における噴射演算のため、演算実行部 53 は、クランク位置が上死点前 270°となるタイミングで、演算タスク TSc を開始する。この演算タスク TSc では、圧縮行程における各燃料噴射の駆動開始タイミング tds 及び駆動終了タイミング tdf と、噴射量及び噴射時間の再演算を開始する各演算開始タイミング tcs とが設定される。

20

#### 【0036】

圧縮行程における噴射再演算では、取得処理 Po と演算処理 Pc とを連続的に実行する複合タスク TS2 が実行される。各演算開始タイミング tcs は、駆動開始タイミング tds に対して先行時間 Tpt 前に設定される。先行時間 Tpt は、駆動開始タイミング tds よりも前に取得処理 Po が完了し、且つ、インジェクタ 10 の駆動終了タイミング tdf よりも前に演算処理 Pc が完了するような値（例えば 300 μ秒）に設定される。

30

#### 【0037】

クランク位置が 2 回目の燃料噴射の演算開始タイミング tcs に到達すると、複合タスク TS2 が開始される。複合タスク TS2 の取得処理 Po により、吸気行程での燃料噴射における開閉検出部 70 の検出結果が取得され、前回の燃料噴射における開弁タイミング tv o 及び閉弁タイミング tv c が確定される。

#### 【0038】

そして、演算処理 Pc での噴射量及び噴射時間の再演算により、駆動開始タイミング tds が再設定される。駆動開始タイミング tds の調整により、2 回目の燃料噴射での噴射量は、最新の状態情報を反映した値に変更される。また、駆動開始タイミング tds を開始点として、開閉検出部 70 による駆動電流の検出演算が開始される。

40

#### 【0039】

クランク位置が 3 回目の燃料噴射の演算開始タイミング tcs に到達すると、複合タスク TS2 が開始される。複合タスク TS2 の取得処理 Po により、2 回目の燃料噴射の開弁タイミング tv o 及び閉弁タイミング tv c が確定される。さらに、複合タスク TS2 の演算処理 Pc により、3 回目の燃料噴射における駆動開始タイミング tds が再設定される。以上のように、噴射時間の調整が駆動開始タイミング tds の変更によって実施されれば、駆動終了タイミング tdf と点火タイミングとの時間間隔 Ti は、維持される。

#### 【0040】

そして、再設定された駆動開始タイミング tds を開始点として、開閉検出部 70 にお

50

ける検出期間  $T_{vs}$  が設定される。3 回目の燃料噴射における開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  の検出結果は、点火後の排気行程（例えば上死点前  $540^\circ$ ）にて開始される取得タスク  $T_{so}$  により、演算実行部 53 に取得される。

#### 【0041】

図 4 に示す燃料噴射パターンでは、圧縮行程での燃料噴射の噴射時間の調整手法が図 3 に示す燃料噴射パターンとは異なっている。図 4 の 2 回目噴射及び 3 回目噴射では、複合タスク  $T_{S2}$  の演算処理  $P_c$  によって再演算された噴射時間に基づき、駆動終了タイミング  $t_{df}$  が変更されている。この場合、複合タスク  $T_{S2}$  における演算処理  $P_c$  は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも前に完了されなくてもよい。故に、駆動終了タイミング  $t_{df}$  を変更する場合では、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を変更する場合よりも、先行時間  $T_{pt}$  が短く規定され得る。その結果、より噴射開始に近いタイミングでの噴射量の再演算が可能となる。

10

#### 【0042】

以上の圧縮行程における各燃料噴射では、図 5 に示すように、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  及び演算開始タイミング  $t_{cs}$  は、共にクランクシャフトの角度を基準に設定される。即ち、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  をカウントするタイマ  $T_{md}$  と、演算開始タイミング  $t_{cs}$  をカウントするタイマ  $T_{mt}$  とは、共に、クランクシャフトの回転によって値を減らして行くタイマとされる。こうした設定であれば、クランクシャフトの回転速度が変動した場合でも、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  及び演算開始タイミング  $t_{cs}$  の前後関係は、維持される。その結果、複合タスク  $T_{S2}$  は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも前に開始される。

20

#### 【0043】

以上のマイコン 50 にて実施される噴射制御処理の詳細を、図 6～図 9 に基づき、図 1 を参照しつつ、さらに説明する。図 6～図 9 に示す噴射制御処理は、エンジン 2 の始動によって開始され、エンジン 2 が停止されるまで、繰り返し開始される。

#### 【0044】

図 6 に示すメイン処理の  $S_{11}$  では、回転センサ 21 にて検出される状態情報に基づき、クランクシャフトの角度（角度位置）を判定する。 $S_{11}$  にて、クランク位置が上死点前  $450^\circ$  又は  $270^\circ$  である場合、 $S_{12}$  に進む。 $S_{12}$  では、上死点前  $450^\circ$  CA 時処理又は上死点前  $270^\circ$  CA 時処理（図 7 参照）を実行し、メイン処理を一旦終了する。

30

#### 【0045】

$S_{11}$  にて、クランク位置が上死点前  $450^\circ$  及び  $270^\circ$  のいずれでも無いと判定した場合、 $S_{13}$  に進む。 $S_{13}$  では、再設定のタイミングである駆動開始タイミング  $t_{ds}$  の先行時間  $T_{pt}$  前になったか否かを判定する。 $S_{13}$  の再設定のタイミングは、後述する  $S_{103}$  又は  $S_{106}$ （図 7 参照）にて設定される。 $S_{13}$  にて、再設定のタイミングであると判定した場合、 $S_{14}$  に進む。 $S_{14}$  では、先行時間前処理（図 8 参照）を実行し、メイン処理を一旦終了する。

#### 【0046】

$S_{13}$  にて、再設定のタイミングでないと判定した場合、 $S_{15}$  に進む。 $S_{15}$  では、駆動終了タイミング  $t_{df}$  になったか否かを判定する。 $S_{15}$  にて、駆動終了タイミング  $t_{df}$  ではないと判定した場合、メイン処理を一旦終了する。一方で、 $S_{15}$  にて、駆動終了タイミング  $t_{df}$  であると判定した場合、 $S_{16}$  に進む。 $S_{16}$  では、駆動終了タイミング処理（図 9 参照）を実行し、メイン処理を一旦終了する。

40

#### 【0047】

図 7 に示す上死点前  $450^\circ$  CA 時処理又は上死点前  $270^\circ$  CA 時処理では、吸気行程噴射又は圧縮行程噴射における各タイミングが仮設定される。具体的に、 $S_{101}$  では、 $S_{10}$  と同様に、クランクシャフトの角度位置を判定する。 $S_{101}$  にて、クランク位置が上死点前  $450^\circ$  であると判定した場合、 $S_{102}$  に進む。 $S_{102}$  では、吸気圧程にて行う一回の燃料噴射で要求される総噴射量、噴射時間及び駆動開始タイミング  $t_{ds}$

50

等を演算し、S 1 0 3に進む。

【0048】

S 1 0 3では、S 1 0 2にて演算した駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも先行時間  $T_{pt}$  だけ前に、噴射量及び噴射時間を再演算する先行時間前処理の開始タイミング（演算開始タイミング  $t_{cs}$ ）を設定し、S 1 0 4に進む。S 1 0 4では、S 1 0 2にて演算した駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を設定し、処理を終了する。S 1 0 3及びS 1 0 4において、各開始タイミングは、クランクシャフトの角度を基準として設定される。

【0049】

S 1 0 1にて、クランク位置が上死点前  $270^\circ$  であると判定した場合、S 1 0 5に進む。S 1 0 5では、圧縮行程にて行う二回の燃料噴射で要求される総噴射量、それぞれの噴射時間及び駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を演算し、S 1 0 6に進む。

10

【0050】

S 1 0 6では、S 1 0 5にて演算した駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも先行時間  $T_{pt}$  だけ前に、噴射量及び噴射時間を再演算する先行時間前処理の開始タイミング（演算開始タイミング  $t_{cs}$ ）を設定し、S 1 0 7に進む。S 1 0 7では、S 1 0 5にて演算した駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を設定し、処理を終了する。S 1 0 6及びS 1 0 7においても、各開始タイミングは、クランクシャフトの角度を基準として設定される。

【0051】

図8に示す先行時間前処理では、上述の複合タスク  $TS_2$  が実行され、前回の開閉弁タイミングの確定と、今回の噴射時間の調整とが実施される。S 1 1 1では、取得処理  $P_o$  の実行により、開閉検出部70から検出結果を通信によって取得する。そして、前回の燃料噴射における開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  を確定し、S 1 1 2に進む。

20

【0052】

S 1 1 2では、実施されている燃料噴射の行程を判定する。S 1 1 2にて、吸気行程の噴射が行われていると判定した場合、S 1 1 3に進む。S 1 1 3では、吸気行程での燃料噴射における噴射量及び噴射時間の再演算を実施し、S 1 1 4に進む。S 1 1 4では、S 1 1 3にて再演算した噴射時間に基づき、駆動終了タイミング  $t_{df}$  を再設定し、処理を終了する。

【0053】

30

一方、S 1 1 2にて、圧縮行程の噴射が行われていると判定した場合、S 1 1 5に進む。S 1 1 5では、圧縮行程での燃料噴射における噴射量及び噴射時間の再演算を実施し、S 1 1 6に進む。S 1 1 6では、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  までの残り時間を判定する。具体的に、S 1 1 6にて、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  までの残り時間が第一閾時間（例えば  $20\mu$  秒）未満であると判定した場合、S 1 1 7に進む。S 1 1 7では、S 1 1 5にて再演算した噴射時間に基づき、駆動終了タイミング  $t_{df}$  を再設定し、処理を終了する。

【0054】

一方、S 1 1 6にて、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  までの残り時間が第一閾時間以上であると判定した場合、S 1 1 8に進む。S 1 1 8では、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を仮設定の時期から早める補正した場合に、補正後の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  までの残り時間が第二閾時間（例えば  $10\mu$  秒）以上確保されるか否かを判定する。S 1 1 8にて、補正後の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  までの残り時間が第二閾時間未満であると判定した場合、S 1 1 7に進み、駆動終了タイミング  $t_{df}$  の再設定を行う。一方で、S 1 1 8にて、残り時間が第二閾値時間以上であると判定した場合、S 1 1 9に進む。S 1 1 9では、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を再設定し、処理を終了する。

40

【0055】

図9に示す駆動終了タイミング処理のS 1 2 1では、追加の噴射設定の要否を判定する。S 1 2 1にて、噴射済みの燃料量が要求された噴射量に概ね達していると判定した場合、追加の噴射設定は不要であると判定し、処理を終了する。一方でS 1 2 1にて、要求された総噴射量に対して噴射済みの燃料量が少ないと判定した場合、追加の噴射設定が必要

50

であると判定し、S 1 2 2に進む。

【0056】

S 1 2 2では、次回の燃料噴射の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を設定し、S 1 2 3に進む。S 1 2 3では、状態情報のうちのエンジン2の回転数の最新値に基づき、先行時間  $T_{pt}$  を角度に換算し、S 1 2 4に進む。S 1 2 4では、S 1 2 3にて換算した角度の値を用いて、次回の先行時間前処理の開始タイミングを設定し、処理を終了する。

【0057】

ここまで説明したように、演算実行部53は、開閉検出部70での検出結果の削除を回避するため、前回の燃料噴射での検出結果を、今回の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも前に取得する必要がある。一方で、最新の状態情報を反映した噴射量制御のためには、噴射量の再演算は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  と概ね同時に開始されることが望ましい。これらの理由により、取得処理  $P_o$  と演算処理  $P_c$  とを、別々のタスク  $T_{So}$ 、 $T_{Sc}$  として実行することが考えられる。しかし、これらの処理  $P_o$ 、 $P_c$  を個別のタスク  $T_{So}$ 、 $T_{Sc}$  として実行してしまうと、それぞれのタスクにて、タスク生成処理  $P_t$  を実行する必要が生じる。

【0058】

そこで第一実施形態では、インジェクタ10の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも前に、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  が一つの複合タスク  $T_{S2}$  として開始される。故に、前回の燃料噴射における開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  を検出した検出結果は、今回の燃料噴射の開始前に取得され得る。

【0059】

加えて、取得処理  $P_o$  と共に演算処理  $P_c$  が行われれば、これらの処理を個別のタスクで実行するよりも、タスク生成処理  $P_t$  が低減され得る。したがって、燃料噴射制御に関連する処理をオペレーションシステム上で動作させる場合でも、処理負荷の増加を抑えつつ、開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  の適切な取得が可能になる。

【0060】

さらに、複合タスク  $T_{S2}$  における演算処理  $P_c$  は、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  の直前に開始され得る。故に、演算処理  $P_c$  にて再演算される噴射量には、エンジン2における最新の状態情報が反映され得る。したがって、エンジン制御装置100は、エンジン2の最新の状況を把握して、噴射量演算の精度を確保できる。

【0061】

また、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  を一つの複合タスク  $T_{S2}$  で実施することによるタスク生成処理  $P_t$  の削減効果は、一回の燃焼サイクルにて実施される分割噴射回数が多いほど、及びエンジン2の気筒2bの数が多いほど、いっそう顕著となる。

【0062】

さらに、例えば2回目噴射と3回目噴射との間のインターバルが短くなった場合、取得処理  $P_o$  と演算処理  $P_c$  とを別々のタスク  $T_{So}$ 、 $T_{Sc}$  で実行しようとする、演算処理  $P_c$  と取得処理  $P_o$  との処理順序が入れ替わり得る。しかし、取得処理  $P_o$  と演算処理  $P_c$  とが一つの複合タスク  $T_{S2}$  として纏められていれば、取得処理  $P_o$  の後に演算処理  $P_c$  を実行するという処理順序は、維持される。故に、処理順序の入れ替わりを防ぐための場合分け等が不要になるため、噴射制御処理の内容が簡素化され得る。さらに、燃料噴射の間隔が短く設定された場合でも、開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  の取得は、適切に実施される。

【0063】

加えて第一実施形態での先行時間  $T_{pt}$  は、取得処理  $P_o$  に必要な処理時間を考慮し、複合タスク  $T_{S2}$  における取得処理  $P_o$  が駆動開始タイミング  $t_{ds}$  よりも前に完了するように規定される。故に、演算実行部53は、燃料噴射での検出結果によって更新されてしまわないうちに、前回の燃料噴射における開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  を確定できる。

【0064】

また第一実施形態での先行時間  $T_{pt}$  は、複合タスク  $T_{S2}$  における演算処理  $P_c$  が駆動終了タイミング  $t_{df}$  よりも前に完了するように規定される。故に、演算実行部 53 は、新しい状態情報を用いて再演算した情報で、仮設定の情報を更新し得る。その結果、最新の状態情報に基づく噴射量がインジェクタ 10 によって各気筒 2b に供給され得る。

#### 【0065】

さらに第一実施形態の演算実行部 53 は、複合タスク  $T_{S2}$  における演算処理  $P_c$  を駆動開始タイミング  $t_{ds}$  の前に完了させたうえで、再演算された噴射量に基づき、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  を調整する。こうした調整であれば、噴射量を変更したとしても、駆動終了タイミング  $t_{df}$ 、ひいては閉弁タイミング  $t_{vc}$  は、実質的に変更されない。故に、点火タイミングとの時間間隔  $T_i$  を維持したまま、燃料噴射における噴射量が補正可能となる。

#### 【0066】

加えて第一実施形態の演算実行部 53 は、複合タスク  $T_{S2}$  の演算処理  $P_c$  にて再演算された噴射量に基づき、駆動終了タイミング  $t_{df}$  を変更可能である。駆動終了タイミング  $t_{df}$  の調整が許容されれば、演算処理  $P_c$  の開始時期を遅らせて、より新しい状態情報を噴射量の再演算に用いることが可能になる。その結果、最新のエンジン 2 の状態を反映した高精度な噴射量制御が可能になる。

#### 【0067】

また第一実施形態では、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  及び複合タスク  $T_{S2}$  の演算開始タイミング  $t_{cs}$  は、共にクランクシャフトの回転角度を基準として設定される。故に、クランクシャフトの回転速度に変動が生じた場合でも、駆動開始タイミング  $t_{ds}$  及び演算開始タイミング  $t_{cs}$  の順序は、入れ替わることなく、適切に維持され得る。

#### 【0068】

尚、第一実施形態では、エンジン 2 が「内燃機関」に相当し、インジェクタ 10 が「燃料噴射弁」に相当し、マイコン 50 が「処理部」に相当し、エンジン制御装置 100 が「噴射制御装置」に相当する。また、複合タスク  $T_{S2}$  が「タスク」に相当し、演算開始タイミング  $t_{cs}$  が「(タスクの) 開始タイミング」に相当し、先行時間  $T_{pt}$  が「所定時間」に相当する。

#### 【0069】

(第二実施形態)

図 10 に示す本開示の第二実施形態は、第一実施形態の変形例である。第二実施形態では、エンジン制御装置 200 の制御回路 250a の構成が、第一実施形態とは異なっている。第二実施形態では、開閉検出部 70 (図 1 参照) と実質同一の機能を有する開閉検出部 52 が、マイコン 250 の機能部の一つとして、情報取得部 51 及び演算実行部 53 と共に設けられている。

#### 【0070】

開閉検出部 52 は、入力インターフェースとしてマイコン 250 に設けられた A/D 変換器の機能を利用している。開閉検出部 52 は、第一実施形態と同様の検出期間  $T_{vs}$  (図 2 参照) にて、インジェクタ 10 に印加される駆動電流を、特定のサンプリング周期 (例えば  $1 \mu$  秒毎) で A/D 変換する。開閉検出部 52 は、蓄積された A/D 変換結果の示す駆動電流の変化態様に基づき、開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  (図 2 参照) を検出する。開弁タイミング  $t_{vo}$  及び閉弁タイミング  $t_{vc}$  の検出結果は、取得処理  $P_o$  によって演算実行部 53 に取得される。開閉検出部 52 は、次の検出期間  $T_{vs}$  まで A/D 変換結果及び検出結果を保持し、次の燃料噴射の駆動開始タイミング  $t_{ds}$  で A/D 変換結果及び検出結果をクリアする。

#### 【0071】

これまで説明した第二実施形態でも、取得処理  $P_o$  及び演算処理  $P_c$  を一連の複合タスク  $T_{S2}$  で実行すれば、開閉弁の各タイミング  $t_{vo}$ 、 $t_{vc}$  は、適切に取得可能となる。故に、開閉検出部 52 がマイコン 250 の機能部であっても、第一実施形態と同様の効果が獲得される。尚、第二実施形態では、マイコン 250 が「処理部」に相当し、エンジン

10

20

30

40

50

制御装置 200 が「噴射制御装置」に相当する。

【0072】

（他の実施形態）

以上、本開示の複数の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

【0073】

上記実施形態での複合タスク TS2 では、取得処理 Po と演算処理 Pc とが連続して実行されていた。しかし、取得処理 Po と演算処理 Pc との間に、別の処理が実行されてもよい。即ち、複合タスク TS2 には、タスク生成処理 Pt、取得処理 Po 及び演算処理 Pc とは異なる処理が含まれていてもよい。

10

【0074】

上記実施形態における先行時間 Tpt の長さは、適宜変更可能である。上記実施形態のように、先行時間 Tpt は、仮設定された駆動開始タイミング tds よりも前に演算処理 Pc が完了するよう規定されてもよく、駆動期間中に演算処理 Pc が完了するように規定されてもよい。

【0075】

さらに、圧縮行程での初回の燃料噴射（図3 2回目噴射参照）での先行時間と、次の燃料噴射（図3 3回目噴射参照）での先行時間は、異なってもよい。例えば、点火直前の燃料噴射は、駆動開始タイミング tds の変更によって噴射時間が調整可能なように、初回等の燃料噴射よりも長い先行時間が設けられていてもよい。

20

【0076】

上記実施形態の吸気行程での燃料噴射では、駆動開始タイミング tds から演算タスク TS c が開始されていた。しかし、演算実行部は、上死点前 540°での取得タスク TS o を省略し、駆動開始タイミング tds の先行時間 Tpt 前に複合タスク TS2 を開始させてもよい。

【0077】

上記実施形態にて説明した燃料噴射パターンでは、吸気行程での噴射回数は、1回のみであった。しかし、吸気行程にて複数回の分割噴射が実施されてもよい。この場合、再演算に基づく噴射量の調整は、駆動開始タイミング tds 及び駆動終了タイミング tdf のいずれかの変更によって実現されてよい。さらに、圧縮行程での噴射回数も適宜変更されてよい。

30

【0078】

上記実施形態では、駆動開始タイミングのみを変更するケース（図3参照）と、駆動終了タイミングのみを変更するケース（図4参照）とを例示した。しかし、噴射量の調整は、駆動開始タイミング及び駆動終了タイミングの両方の調整によって実現されてもよい。

【0079】

上記実施形態のマイコンにおいて、駆動開始タイミング、演算開始タイミング、開閉弁のタイミング等は、クランクシャフトの角度への関連付けによって設定されていた。しかし、各タイミングは、マイコンにおいてカウントされている時間に関連付けて、設定されてもよい。

40

【0080】

上記実施形態の開閉検出部及び取得処理では、開弁タイミング及び閉弁タイミングの両方が取得されていた。しかし、開閉弁検出部及び取得処理では、開弁タイミング及び閉弁タイミングの少なくとも一方が取得されればよい。例えば、演算実行部は、取得処理にて開弁タイミングのみを取得してもよく、又は閉弁タイミングのみを取得してもよい。

【0081】

上記実施形態において、エンジン制御装置の制御回路によって提供されていた機能は、上述のものとは異なるハードウェア及びソフトウェア、或いはこれらの組み合わせによって提供可能である。例えばエンジン制御装置は、マイコンに相当する構成のみを備えてお

50

り、噴射弁駆動部に相当する機能を備えた駆動装置に、制御信号を出力する電子制御ユニットであってもよい。また、マイコンに組み込まれるRTOSは、OSEKには限定されず、適宜変更されてよい。

#### 【0082】

上記実施形態では、燃料噴射弁によるガソリン噴射を制御するエンジン制御装置に対し、本開示の噴射制御方法を適用した例を説明した。しかし、上記の噴射制御方法は、ガソリン以外の燃料、例えば軽油等を噴射する燃料噴射弁を制御するエンジン制御装置に対しても、適用可能である。

#### 【0083】

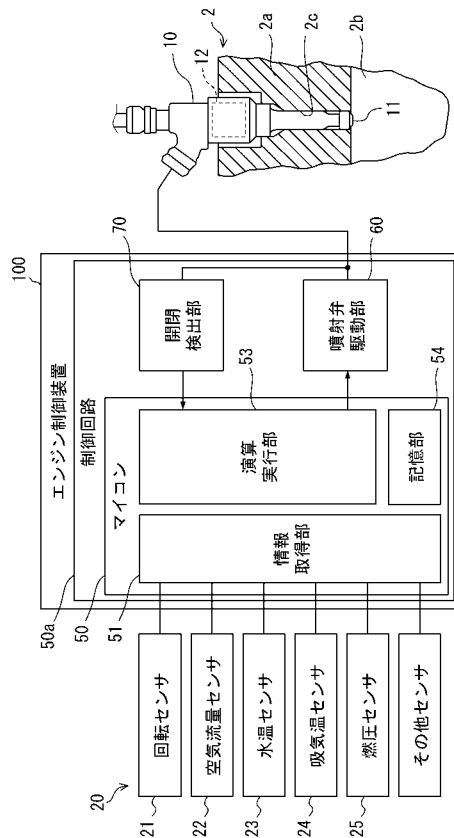
上記実施形態のエンジン制御装置は、車載されたエンジンを制御する燃料噴射制御システムに用いられていた。しかし、エンジン制御装置の制御対象とされる機関は、車載された動力用のエンジンに限定されず、各種輸送機器に搭載される機関及び各種民生用機器に用いられる機関であってよい。

#### 【符号の説明】

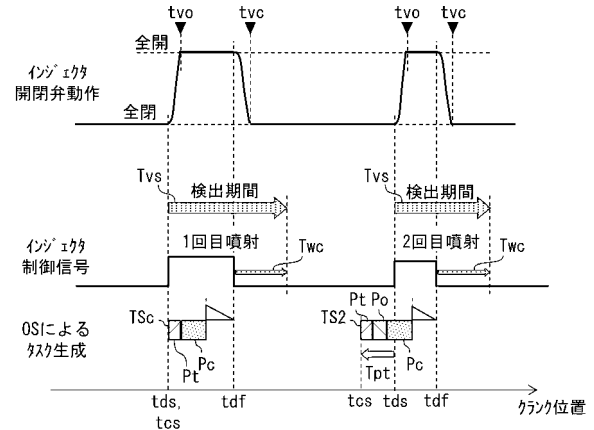
#### 【0084】

2 エンジン（内燃機関）、10 インジェクタ（燃料噴射弁）、50、250 マイコン（処理部）、51 情報取得部、52、70 開閉検出部、53 演算実行部、54 記憶部、100、200 エンジン制御装置、Pc 演算処理、Po 取得処理、TSO 取得タスク、TSc 演算タスク、TS2 複合タスク（タスク）、Tpt 先行時間（所定時間）、tcs 演算開始タイミング（開始タイミング）、tds 駆動開始タイミング、tdf 駆動終了タイミング、tvc 閉弁タイミング、tvo 開弁タイミング

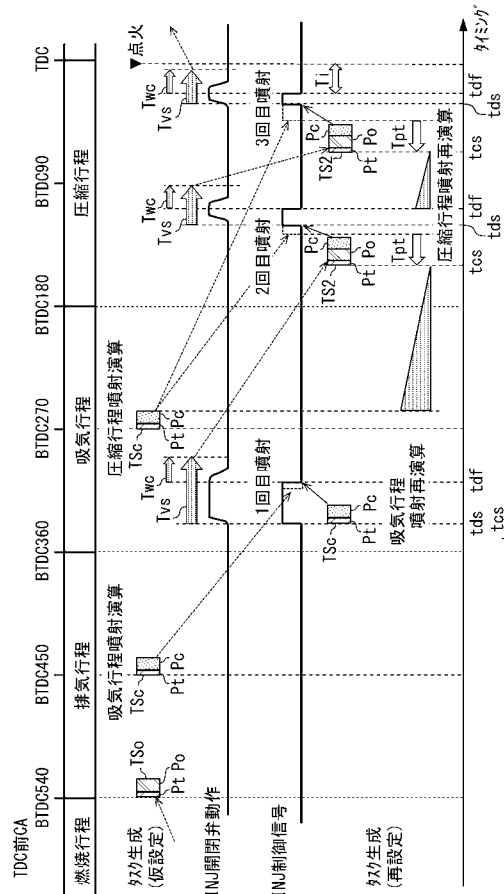
【図1】



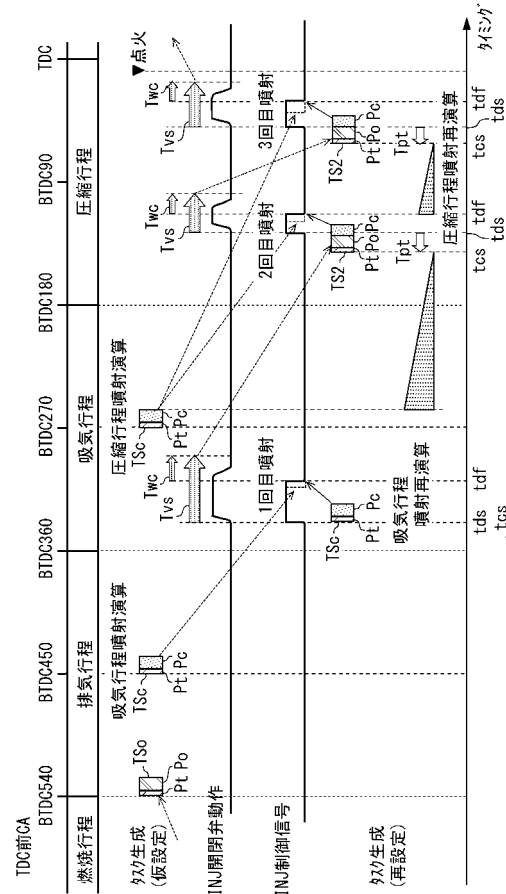
【図2】



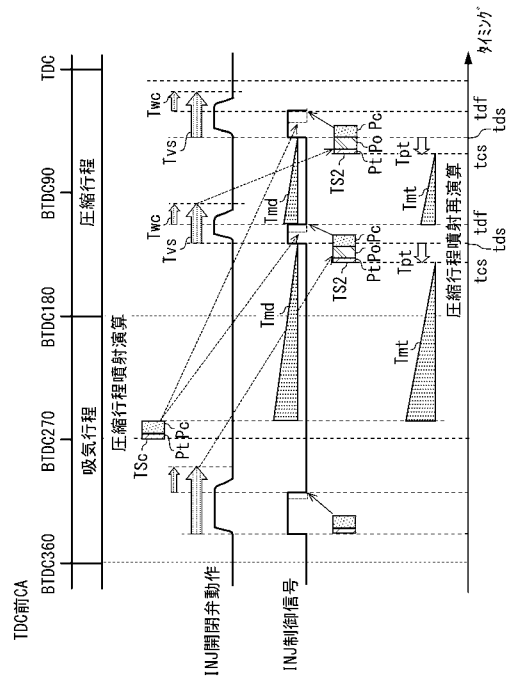
【図 3】



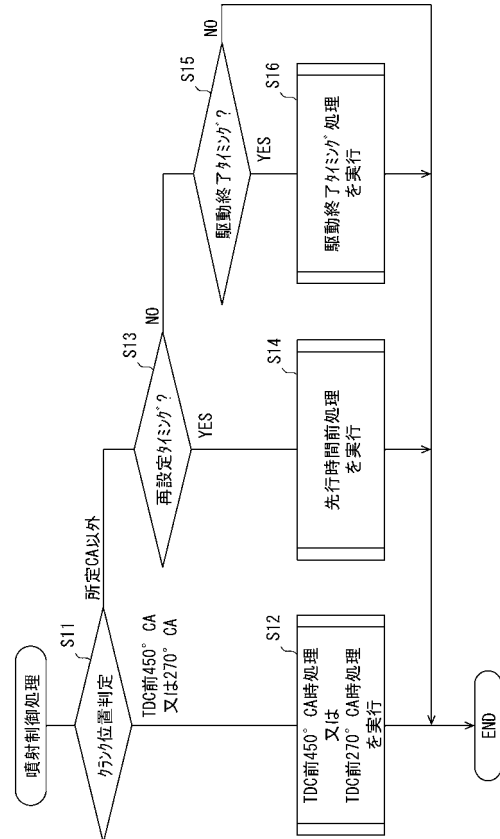
【図 4】



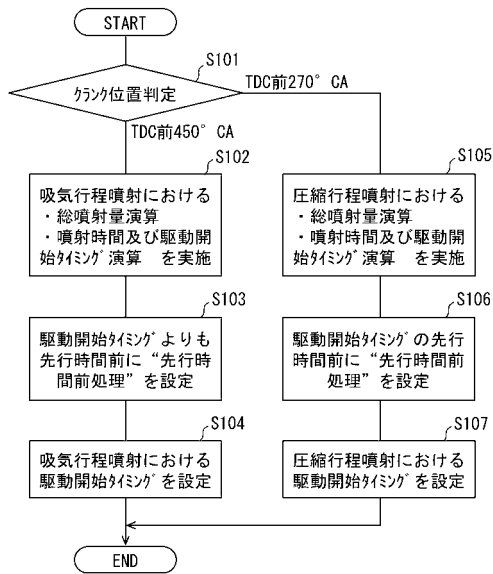
【図 5】



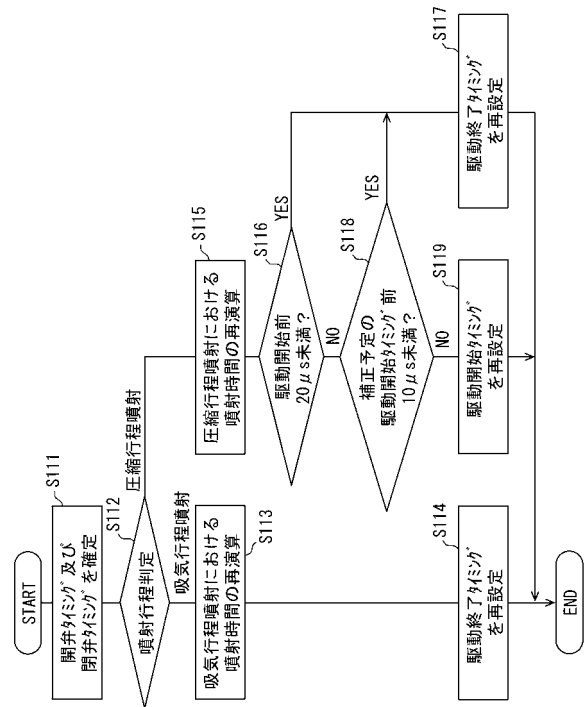
【図 6】



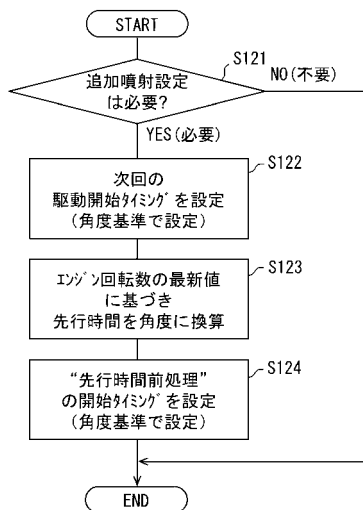
【図 7】



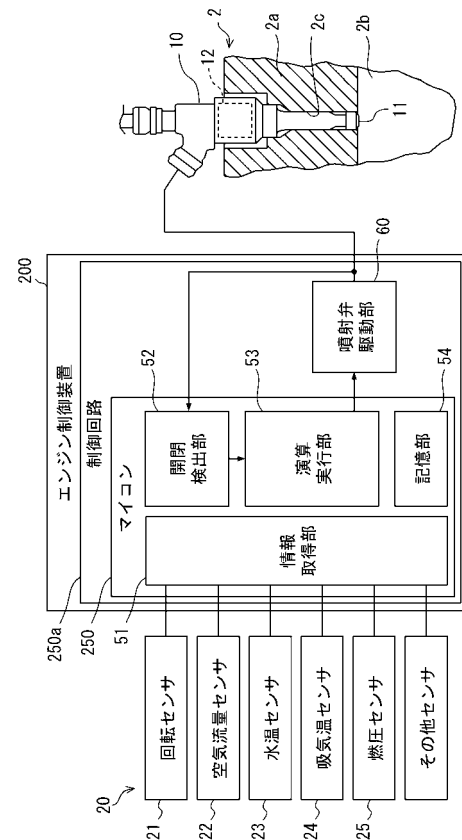
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 JA18 LB01 LC01 MA11 MA18 MA26 MA27 NB20 NE01  
NE06 PA01Z PA10Z PB03Z PB05Z PB08Z PE08Z  
3G384 AA01 BA04 BA13 BA18 EB01 EB02 ED07 FA01Z FA14Z FA15Z  
FA16Z FA58Z FA86Z