

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333172号
(P5333172)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22	301B
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	345B
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 45/00	368A
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/22	320
	FO2D 41/22	335B
請求項の数 3 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2009-266807 (P2009-266807)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成21年11月24日(2009.11.24)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2011-111921 (P2011-111921A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成23年6月9日(2011.6.9)	(74) 代理人	100087480
審査請求日	平成24年10月19日(2012.10.19)		弁理士 片山 修平
		(74) 代理人	100134511
			弁理士 八田 俊之
		(74) 代理人	100128565
			弁理士 ▲高▼林 芳孝
		(72) 発明者	荒木 進
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	吉村 俊厚
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の各気筒の吸気弁および排気弁のバルブタイミングを所望するタイミングに変更する可変動弁手段と、前記内燃機関の燃焼室へ燃料を噴射供給する第1燃料噴射手段と、前記内燃機関の吸気ポートへ燃料を噴射供給する第2燃料噴射手段と、を備える内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の各気筒のノッキング発生を検出するノッキング検出手段と、

前記ノッキング検出手段の検出結果に基づいて、前記内燃機関の各気筒の点火タイミングを遅角側へ制御する点火時期制御手段と、

前記ノッキング検出手段の検出結果に基づいて、前記可変動弁手段によって前記吸気弁の開弁タイミングを遅角側へ制御する可変動弁制御手段と、

前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第1燃料噴射手段の燃料噴射タイミングを遅角側へ制御する燃料噴射時期制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記内燃機関の運転状態に基づいて、前記第1燃料噴射手段に供給する燃料の圧力を調整する燃圧調整手段を備え、

前記燃圧調整手段は、前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第1燃料噴

10

20

射手段に供給する燃料の圧力を増圧側へ調整することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記内燃機関の運転状態に基づいて、前記第 1 燃料噴射手段が噴射供給する燃料量と前記第 2 燃料噴射手段が噴射供給する燃料量との噴き分け比率を制御する噴き分け比率制御手段を備え、

前記噴き分け比率制御手段は、前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第 1 燃料噴射手段が噴射供給する燃料量と前記第 2 燃料噴射手段が噴射供給する燃料量との噴き分け比率を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関は、燃焼室内の混合気が自己着火する異常燃焼、いわゆるノッキングが発生することが広く知られている。一般的に、ノッキングが発生した場合には、火花点火式内燃機関の点火時期を遅角させることでノッキングを抑制する制御が行われている。このような点火時期の遅角によるノッキングの抑制は、燃焼開始が適切な時期から遅れることによる燃費の悪化や、排気温度の上昇による浄化触媒等の耐久性の悪化を引き起こすことが知られている。

20

【0003】

このような問題に対して、ノッキングを検出したときに、点火時期を速やかに遅角させてノッキングを抑制すると共に、吸気弁の作動角および中心位相のそれぞれを可変制御してノッキング回避へと置き換えていくことにより、内燃機関のノッキング回避制御に伴う燃費の悪化を抑制する技術が特許文献 1 に開示されている。

【0004】

30

また、吸気ポート内に燃料を噴射することで均質燃焼を実現可能なポート噴射用インジェクタに加えて、燃焼室内に燃料を噴射する筒内噴射用インジェクタを備えた内燃機関が広く知られている。このような内燃機関は、機関の運転状態に応じて各インジェクタからの燃料噴射量の噴き分け比率を制御することで、広い運転領域においてエンジンの高出力・低燃費を達成することができる。

特に、筒内噴射用インジェクタは、内燃機関の圧縮行程に燃料を燃焼室内へ噴射し、点火時期において点火プラグ近傍だけに着火性の良好な混合気を形成させることで、燃焼室全体としては希薄な混合気の燃焼、いわゆる成層燃焼を実現することができる。

【0005】

このような内燃機関は、ノッキング抑制のために点火時期を遅角させると、筒内噴射用インジェクタから噴射された燃料が点火プラグの近傍を流動するタイミングに対して点火時期がずれる場合がある。その結果、内燃機関の失火や排気エミッションの悪化を招く場合がある。

40

【0006】

このような問題に対して、成層燃焼モード運転中にノッキングを検出したときに、ノッキングの検出レベルに応じて点火時期を遅角補正すると共に、点火時期の遅角補正量に基づいて筒内噴射用インジェクタの噴射時期を遅角補正することにより、ノッキング回避制御に伴う失火や排気エミッションの悪化を抑制する技術が特許文献 2 に開示されている。

【0007】

また、ノッキング抑制による点火時期の遅角補正に合わせて筒内噴射用インジェクタの

50

噴射時期の遅角補正を実行し、噴射時期の遅角補正量に基づいて筒内噴射用インジェクタに供給する燃料圧力を増大させることで、ノッキングを抑制しつつ、気筒内圧の上昇に伴う筒内噴射用インジェクタの実噴射量の不足を解消する技術が特許文献3に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2001-336446号公報

【特許文献2】特開2004-003429号公報

【特許文献3】特開2002-339788号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

このようなノッキング回避制御によると、筒内噴射用インジェクタおよびポート噴射用インジェクタを備えることで成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関では、点火時期およびバルブタイミングが遅角されることで、各インジェクタの燃料噴射時期、燃料圧力や噴き分け比率等の燃料噴射制御の要求値が変化する。しかしながら、特許文献1の技術では、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時に各インジェクタの燃料噴射制御を適切に実行するための手段をなんら備えていない。そのため、ノッキング抑制の際に、内燃機関の燃費や排気エミッションの悪化等による運転性能の低下が生じてしまう、といった問題点がある。

20

また、特許文献2および3の技術では、ノッキング回避制御時の筒内噴射用インジェクタの燃料噴射制御において、それぞれ点火時期の遅角補正量、燃料噴射時期の遅角補正量を考慮しているが、バルブタイミングの遅角補正量は考慮していない。そのため、ノッキング抑制時に各インジェクタの燃料噴射制御を適切に実行するための手段としては、更なる改善の余地がある。

【0010】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明の内燃機関の制御装置は、内燃機関の各気筒の吸気弁および排気弁のバルブタイミングを所望するタイミングに変更する可変動弁手段と、前記内燃機関の燃焼室へ燃料を噴射供給する第1燃料噴射手段と、前記内燃機関の吸気ポートへ燃料を噴射供給する第2燃料噴射手段と、を備える内燃機関の制御装置であって、前記内燃機関の各気筒のノッキング発生を検出するノッキング検出手段と、前記ノッキング検出手段の検出結果に基づいて、前記内燃機関の各気筒の点火タイミングを遅角側へ制御する点火時期制御手段と、前記ノッキング検出手段の検出結果に基づいて、前記可変動弁手段によって前記吸気弁の開弁タイミングを遅角側へ制御する可変動弁制御手段と、前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第1燃料噴射手段の燃料噴射タイミングを遅角側へ制御する燃料噴射時期制御手段と、を備えることを特徴とする。

40

上記の構成により、ノッキングの発生が検出された際に、点火タイミングの遅角量および吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、第1燃料噴射手段の燃料噴射タイミングを適切に遅角側へ制御することができる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

【0012】

特に、本発明の内燃機関の制御装置は、前記内燃機関の運転状態に基づいて、前記第1燃料噴射手段に供給する燃料の圧力を調整する燃圧調整手段を備え、前記燃圧調整手段が

50

、前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第1燃料噴射手段に供給する燃料の圧力を増圧側へ調整する構成とすることができる。

上記の構成により、ノッキングの発生が検出された際に、点火タイミングの遅角量および吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、第1燃料噴射手段に供給する燃料圧力を適切に増圧側へ調整できる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

【0013】

また、本発明の内燃機関の制御装置は、前記内燃機関の運転状態に基づいて、前記第1燃料噴射手段が噴射供給する燃料量と前記第2燃料噴射手段が噴射供給する燃料量との噴き分け比率を制御する噴き分け比率制御手段を備え、前記噴き分け比率制御手段が、前記点火時期制御手段による点火タイミングの遅角量、および前記可変動弁制御手段による吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、前記第1燃料噴射手段が噴射供給する燃料量と前記第2燃料噴射手段が噴射供給する燃料量との噴き分け比率を制御する構成とすることができる。

10

上記の構成により、ノッキングの発生が検出された際に、点火タイミングの遅角量および吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、第1燃料噴射手段と第2燃料噴射手段との燃料の噴き分け比率を適切な比率に制御することができる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

20

【発明の効果】

【0014】

本発明の内燃機関の制御装置によれば、内燃機関のノッキング抑制時に、筒内噴射用インジェクタおよびポート噴射用インジェクタの燃料噴射制御を適切に実行することができる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例のエンジンシステムの一構成例を示した図である。

【図2】燃焼室近傍の概略構成を示した構成図である。

30

【図3】エンジンECUが実行するノッキング回避制御の一例を示している。

【図4】実施例のエンジンECUが行う制御のフローを示している。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を実施するための形態を図面と共に詳細に説明する。

【実施例】

【0017】

本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の内燃機関の制御装置を搭載したエンジンシステム1の一構成例を示した図である。なお、図1にはエンジンの一部の構成のみを示している。

40

【0018】

図1に示すエンジンシステム1は、動力源であるエンジン100を備えており、エンジン100の運転動作を総括的に制御するエンジンECU(Electronic Control Unit)10を備えている。また、エンジンシステム1は、燃焼室11aおよび吸気ポート13にそれぞれ筒内インジェクタ25およびポートインジェクタ26を備えている。そして、エンジンシステム1は、吸気弁18および排気弁19のバルブタイミングを変更する電動VVT機構22および油圧VVT機構23を備えている。更に、エンジンシステム1は、エンジン100のノッキング発生を検出するノッキングセンサ42を備えている。

【0019】

50

エンジン 100 は、車両に搭載される多気筒エンジンであって、各気筒は燃焼室 11 a を構成するピストン 11 を備えている。各燃焼室のピストン 11 はそれぞれコネクティングロッドを介して出力軸であるクランクシャフト 12 の軸に連結されており、ピストン 11 の往復運動がコネクティングロッドによってクランクシャフト 12 の回転へと変換される。

【0020】

各気筒の燃焼室 11 a はそれぞれ点火プラグ 27 を備えており、点火プラグ 27 の点火タイミングはイグナイタ 28 によって調整される。吸気ポート 13 から流入された吸入空気および混合ガスは気筒内で筒内インジェクタ 25 から噴射された燃料と混合し、ピストン 11 の上昇運動により燃焼室 11 a 内で圧縮される。エンジン ECU 10 は、クランク角センサ 31 からのピストン 11 の位置、および吸気カム角センサ 32 からのカム軸回転位相の情報に基づき、点火タイミングを決定しイグナイタ 28 に信号を送る。イグナイタ 28 はエンジン ECU 10 の信号に従って、指示された点火タイミングでバッテリーからの電力を点火プラグ 27 に通電する。点火プラグ 27 はバッテリーからの電力により点火し、圧縮混合ガスを着火させて、燃焼室 11 a 内を膨張させピストン 11 を下降させる。この下降運動がコネクティングロッドを介してクランクシャフト 12 の軸回転に変更されることにより、エンジン 100 は動力を得る。

【0021】

燃焼室 11 a には、それぞれ燃焼室 11 a と連通する吸気ポート 13 と、吸気ポート 13 に連結し、吸入空気を吸気ポート 13 から燃焼室 11 a へと導く吸気通路 14 とが接続されている。更に、燃焼室 11 a の各気筒には、それぞれ燃焼室 11 a と連通する排気ポート 15 と、燃焼室 11 a で発生した排気ガスをエンジン外へと導く排気通路 16 が接続されている。また、各気筒に接続された排気通路 16 は、下流側で合流して一本の合流排気通路 17 となる。

【0022】

燃焼後の排気ガスは、排気弁 19 が開いた際に排気ポート 15、排気通路 16 を通って合流排気通路 17 で合流し、浄化触媒 29 を通過してエンジン 100 の外部へと排出される。浄化触媒 29 は、エンジン 100 の排ガスを浄化するために用いられるもので、例えば三元触媒や NOx 吸蔵還元型触媒などが適用される。浄化触媒 29 は、エンジン 100 の排気量、使用地域等の違いによって複数個組み合わせられて用いられる場合もある。

合流排気通路 17 には排気温度センサ 36、A/F センサ 37、O₂ センサ 38 が設けられており、燃焼室 11 a から排出される排気ガスの温度、空燃比を検出し、その結果をエンジン ECU 10 へと送信する。また、浄化触媒 29 には触媒温度センサ 40 が設けられており、浄化触媒 29 の温度を検出し、その結果をエンジン ECU 10 へと送信する。

【0023】

ピストン 11 は、その頂面にキャビティを有する。キャビティは、筒内インジェクタ 25 の方向から点火プラグ 27 の方向へと連続するなだらかな曲面によってその壁面が形成されており、筒内インジェクタ 25 から噴射された燃料を壁面形状に沿って点火プラグ 27 近傍へと導く（図 2 参照）。この場合、ピストン 11 は、その頂面の中央部分に円環状にキャビティが形成されるリエントラント型燃焼室など、エンジン 100 の仕様に応じて任意の位置・形状でキャビティを形成することができる。

【0024】

クランクシャフト 12 の軸の近傍には、クランク角センサ 31 が設けられている。クランク角センサ 31 は、クランクシャフト 12 軸の回転角度を検出するように構成されており、検出結果をエンジン ECU 10 に送信する。それにより、エンジン ECU 10 は、運転時のエンジン回転数や回転角速度など、クランク角に関する情報を取得する。

【0025】

各気筒の燃焼室 11 a の吸気通路、排気通路に対応して複数の吸気弁、排気弁が設けられている。図 1 には吸気通路、排気通路と吸気弁、排気弁をそれぞれ 1 つずつ示している。燃焼室 11 a の各吸気ポート 13 には、それぞれ吸気弁 18 が配置されており、吸気弁

10

20

30

40

50

18を開閉駆動させるための吸気カムシャフト20が配置されている。更に、燃焼室11aの各排気ポート15には、それぞれ排気弁19が配置されており、排気弁19を開閉駆動させるための排気カムシャフト21が配置されている。

【0026】

吸気弁18および排気弁19はクランクシャフト12の回転が連結機構（例えばタイミングベルト、タイミングチェーンなど）により伝達された吸気カムシャフト20および排気カムシャフト21の回転により開閉され、吸気ポート13および排気ポート15と燃焼室11aとを連通・遮断する。なお、吸気弁18、および排気弁19の位相は、クランク角を基準にして表される。

【0027】

吸気カムシャフト20は可変動弁機構（以下、VVT機構という）である電動VVT機構22を有している。この電動VVT機構22はエンジンECU10の指示により電動モータで吸気カムシャフト20を回転させる。それにより吸気カムシャフト20のクランクシャフト12に対する回転位相が変更されることから、吸気弁18のバルブタイミングが変更される。この場合、吸気カムシャフト20の回転位相は、吸気カム角センサ32にて検出され、エンジンECU10へと出力される。それにより、エンジンECU10は、吸気カムシャフト20の位相を取得することができるとともに、吸気弁18の位相を取得することができる。また、吸気カムシャフト20の位相は、クランク角を基準にして表される。

なお、電動VVT機構22は、本発明の可変動弁手段の一構成例である。

【0028】

排気カムシャフト21は油圧VVT機構23を有している。この油圧VVT機構23はエンジンECU10の指示によりオイルコントロールバルブ（以下、OCVという）で排気カムシャフト21を回転させる。それにより排気カムシャフト21のクランクシャフト12に対する回転位相が変更されることから、排気弁19のバルブタイミングが変更される。この場合、排気カムシャフト21の回転位相は、排気カム角センサ33にて検出され、エンジンECU10へと出力される。それにより、エンジンECU10は、排気カムシャフト21の位相を取得することができるとともに、排気弁19の位相を取得することができる。また、排気カムシャフト21の位相は、クランク角を基準にして表される。

なお、油圧VVT機構23は、本発明の可変動弁手段の一構成例である。

【0029】

エンジン100の吸気通路14にはエアフロメータ34、スロットルバルブ24およびスロットルポジションセンサ35が設置されている。エアフロメータ34およびスロットルポジションセンサ35は、それぞれ吸気通路14を通過する吸入空気量、およびスロットルバルブ24の開度を検出し、検出結果をエンジンECU10に送信する。エンジンECU10は、送信された検出結果に基づいて吸気ポート13および燃焼室11aへ導入される吸入空気量を認識し、スロットルバルブ24の開度を調整することでエンジン100の運転に必要な吸入空気を燃焼室11aへ取り込む。

スロットルバルブ24は、ステップモータを用いたスロットルワイヤ方式を適用することが好ましいが、例えばステップモータの代わりにワイヤなどを介してアクセルペダル（図示しない）と連動し、スロットルバルブ24の開度が変更されるような機械式スロットル機構を適用することもできる。

【0030】

燃焼室11aおよび吸気ポート13には、筒内インジェクタ25およびポートインジェクタ26が装着されている（図2参照）。高圧燃料ポンプ30より燃料配管を通じて供給された燃料は、エンジンECU10の指示により筒内インジェクタ25にてエンジン気筒内の燃焼室11aに噴射供給される。また、低圧燃料ポンプ（図示しない）より燃料配管を通じて供給された燃料は、エンジンECU10の指示によりポートインジェクタ26にて吸気ポート13に噴射供給される。エンジンECU10は、エアフロメータ34およびスロットルポジションセンサ35からの吸入空気量、および吸気カム角センサ32からの

10

20

30

40

50

カム軸回転位相の情報に基づき、燃料噴射量と噴射タイミングを決定し筒内インジェクタ 25、ポートインジェクタ 26 に信号を送る。筒内インジェクタ 25、ポートインジェクタ 26 はエンジン ECU 10 の信号に従って、指示された燃料噴射量・噴射タイミングにて燃焼室 11a、吸気ポート 13 へ燃料を高圧噴射する。筒内インジェクタ 25 およびポートインジェクタ 26 のリーク燃料は、リリース配管を通じて燃料タンク（図示しない）へと戻される。この場合、高圧燃料ポンプ 30 と筒内インジェクタ 25 との間に蓄圧室を設けることで、筒内インジェクタ 25 へ高圧の燃料を供給する構成としてもよい。また、同じ燃料ポンプから筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 に燃料を供給する構成としてもよい。

【0031】

高圧燃料ポンプ 30 は、その内部にシリンダと、シリンダ内を往復運動するプランジャとを備えている。高圧燃料ポンプ 30 は、エンジン 100 の回転と同期した吸気カムシャフト 20 と駆動連結され、吸気カムシャフト 20 の回転駆動によって内部のプランジャが往復運動することで高圧の燃料を吐出する。高圧燃料ポンプ 30 は、エンジン ECU 10 の指示に基づいて燃料の吐出圧力を調整することで、筒内インジェクタ 25 へ供給される燃料の圧力を所望する圧力に調整する。この場合、筒内インジェクタ 25 と連通するリリース配管の途中に、ソレノイド式等の既知の圧力調整弁（リリース弁）を設けることで、筒内インジェクタ 25 へ供給される燃料の圧力を調整する構成としてもよい。

なお、高圧燃料ポンプ 30 は、本発明の燃圧調整手段の一構成例である。

【0032】

筒内インジェクタ 25 は、吸気ポート 13 下部の燃焼室 11a に斜め方向に装着されている。筒内インジェクタ 25 は、エンジン ECU 10 の指示に基づいて、エンジン 100 の圧縮行程の所定タイミングに燃料を燃焼室 11a へ噴射する。高圧噴射された燃料は霧化してピストン 11 のキャビティ内へ進入し、キャビティの形状に沿って点火プラグ 27 近傍へと導かれる。そして、飛行中に吸気弁 18 の開弁時に供給された吸入空気と混合され、点火タイミングにおいて点火プラグ 27 近傍だけにエンジン 100 の燃焼に適した混合ガスが形成されることで、燃焼室全体としては希薄な混合気の燃焼、いわゆる成層燃焼を実現させる（図 2 参照）。この場合、筒内インジェクタ 25 は、吸気ポート 13 下部に限られず、成層燃焼を実現できる任意の位置に装着することができる。

なお、筒内インジェクタ 25 は、本発明の第 1 燃料噴射手段の一構成例である。

【0033】

筒内インジェクタ 25 の燃料配管には燃圧センサ 41 が設けられている。燃圧センサ 41 は、筒内インジェクタ 25 に供給される燃料の圧力を検出し、検出結果をエンジン ECU 10 に送信する。エンジン ECU 10 は、送信された検出結果に基づいて筒内インジェクタ 25 に供給される燃料の圧力を認識する。燃圧センサ 41 は、燃料配管に関わらず、筒内インジェクタ 25 に供給される燃料の圧力を検出できる任意の部位に設けることができる。

【0034】

ポートインジェクタ 26 は、エンジン ECU 10 の指示に基づいて、エンジン 100 の吸気行程の所定タイミングに燃料を吸気ポート 13 へ噴射する。高圧噴射された燃料は霧化して吸入空気と混合され、エンジン 100 の燃焼に適した混合ガスとなる。そして、混合ガスを吸気弁 18 の開弁時に燃焼室 11a へ供給することで、燃焼室全体を同程度の空燃比として燃焼させる、いわゆる均質燃焼を実現させる（図 2 参照）。

なお、ポートインジェクタ 26 は、本発明の第 2 燃料噴射手段の一構成例である。

【0035】

エンジン 100 の各気筒にはノッキングセンサ 42 が設けられている。ノッキングセンサ 42 は、燃焼室内の圧力変化やノッキングの振動周波数に感応して起電力を発生し、その信号をエンジン ECU 10 へと送信する。エンジン ECU 10 は、ノッキングセンサ 42 からの信号に基づいて、エンジン 100 にノッキングが発生したか否かを判断する。この場合、振動型の角速度センサ等の振動センサを設けることで、エンジン 100 のノッキ

10

20

30

40

50

ング発生を検出する構成としてもよい。

なお、ノッキングセンサ42は、本発明のノッキング検出手段の一構成例である。

【0036】

エンジンECU10は、演算処理を行うCPU(Central Processing Unit)と、プログラム等を記憶するROM(Read Only Memory)と、データ等を記憶するRAM(Random Access Memory)やNVRAM(Non Volatile RAM)と、を備えるコンピュータである。エンジンECU10は、クランク角センサ31、吸気カム角センサ32、エアフロメータ34、スロットルポジションセンサ35、排気温センサ36、水温センサ39等の検出結果を読み込み、スロットルバルブ24の動作、吸気弁18、排気弁19の動作、筒内インジェクタ25およびポートインジェクタ26の動作、点火プラグ27の点火時期など、エンジン100の運転動作を統合的に制御する。

10

【0037】

また、エンジンECU10は、エンジン100の運転状態に基づいて筒内インジェクタ25が噴射供給する燃料量とポートインジェクタ26が噴射供給する燃料量との噴き分け比率を制御し、筒内インジェクタ25へ供給される燃料の圧力を調整する。

エンジンECU10は、例えば、エンジン100が低回転・低負荷運転の時に、筒内インジェクタ25に燃料噴射を指示して燃焼室11a内に燃料を直接噴射させて成層燃焼を実行する。また、エンジンECU10は、例えば、エンジン回転数が所定値を超えた場合に、ポートインジェクタ26に燃料噴射を指示して吸気ポート13内に燃料を噴射させて均質燃焼を実行するか、または直噴とポート噴射とを併用する弱成層燃焼を実行する。筒内インジェクタ25とポートインジェクタ26との噴き分け比率は、台上試験等によって求められた適切な値に設定され、エンジンECU10のROMに予め記憶される。

20

この場合、エンジンECU10は、エンジン100の運転状態および燃圧センサ41からの信号に基づいて、高圧燃料ポンプ30に指示し、筒内インジェクタ25に供給する燃料圧力を目標燃圧へと調整する。

【0038】

そして、エンジンECU10は、エンジン100のノッキング抑制の際に、ノッキング回避制御に基づいて筒内インジェクタ25の燃料噴射タイミングを適切な噴射タイミングに制御し、筒内インジェクタ25に供給する燃料圧力を適切な圧力に調整する。更に、エンジンECU10は、筒内インジェクタ25とポートインジェクタ26との燃料の噴き分け比率を適切な比率に制御する。

30

【0039】

エンジンECU10は、ノッキングセンサ42の検出結果に基づき、エンジン100にノッキングが発生していると判断するとノッキング回避制御を実行する。具体的には、エンジンECU10は、ノッキングセンサ42の信号から、エンジン100のノッキングの検出レベルを認識する。そして、エンジンECU10は、認識したノッキングの検出レベルに基づき(1)点火時期の遅角量(図3(a)参照)、および(2)吸気弁18の開弁タイミングの遅角量(図3(b)参照)、を算出する。エンジンECU10は、算出した(1)および(2)に基づき、イグナイタ28、および電動VVT機構22に指示して、点火プラグ27の点火時期、および吸気弁18の開弁タイミングを遅角させる。この場合、(1)(2)のノッキング回避制御としては、従来の内燃機関のノッキング回避制御方法と同等の技術を適用することができる。

40

【0040】

エンジンECU10は、ノッキング回避制御の開始に伴い、算出した(1)点火時期の遅角量、および(2)吸気弁18の開弁タイミングの遅角量に基づいて、以下の(3)式から筒内インジェクタ25の燃料噴射タイミングの遅角量を算出する。

$$a_{inj d} = SA + inVVT \cdots (3)$$

($a_{inj d}$: 燃料噴射タイミングの遅角量, SA : 点火時期の遅角量, $inVVT$: 吸気弁の開弁タイミングの遅角量)

50

つづいて、エンジン ECU 10 は、以下の (4) 式に基づいて筒内インジェクタ 25 の目標噴射タイミングを算出し、筒内インジェクタ 25 に指示して燃料噴射タイミングを目標噴射タイミングへ制御する。

$$a_{inj d'} = a_{inj d} + a_{inj d} \cdot \dots (4)$$

($a_{inj d'}$: 目標噴射タイミング, $a_{inj d}$: 制御前の燃料噴射タイミング)

【0041】

ノッキング回避制御に伴って点火時期、および吸気弁の開弁タイミングを遅角させると、筒内インジェクタは、燃焼室内へ噴射する燃料を適切に燃焼させるために、より圧縮行程の後期に燃料を噴射することが要求される。すなわち、目標とする燃焼室内への燃料噴射タイミングが遅角側へ変化することになる。そのため、ノッキング抑制時に、筒内インジェクタの燃料噴射タイミングが目標噴射タイミングと異なることで、内燃機関の運転性能の低下が生じてしまう場合がある。そこで、上記の制御を実行することにより、ノッキング抑制時の点火時期および吸気弁の開弁タイミングの遅角量から目標噴射タイミングを算出し、算出した目標噴射タイミングに基づいて筒内インジェクタ 25 の燃料噴射タイミングを適切に制御することができる。よって、ノッキング抑制時に内燃機関の運転性能の低下が生じることを抑制することができる。

10

【0042】

また、エンジン ECU 10 は、ノッキング回避制御の開始に伴い、算出した (1) 点火時期の遅角量、および (2) 吸気弁 18 の開弁タイミングの遅角量に基づいて、以下の (5) 式から筒内インジェクタ 25 の燃料圧力の調整量を算出する。

20

$$e_{pr} = (SA + inVVT) \times Ke_{pr} \cdot \dots (5)$$

(e_{pr} : 燃料圧力の調整量, SA : 点火時期の遅角量, $inVVT$: 吸気弁の開弁タイミングの遅角量, Ke_{pr} : 燃料圧力への変換係数)

ここで、燃料圧力への変換係数 (Ke_{pr}) は、エンジン 100 の型式等で決定される係数であり、台上試験等によって求められた適切な値に設定され、エンジン ECU 10 の ROM に予め記憶される。

つづいて、エンジン ECU 10 は、以下の (6) 式に基づいて筒内インジェクタ 25 に供給する燃料の目標燃圧を算出し、高圧燃料ポンプ 30 に指示して燃料圧力を目標燃圧へ調整する。

$$e_{pr'} = e_{pr} + e_{pr} \cdot \dots (6)$$

($e_{pr'}$: 目標燃圧, e_{pr} : 調整前の燃料圧力)

30

【0043】

ノッキング回避制御に伴って点火時期、および吸気弁の開弁タイミングを遅角させると、筒内インジェクタは、より圧縮行程の後期に燃焼室内へ燃料を噴射することが要求される。すなわち、より高い筒内圧に抗して燃焼室内へ燃料噴射を行うことになり、筒内インジェクタに供給される燃圧と筒内圧との差圧がより縮小することになる。そのため、ノッキング抑制時に、筒内インジェクタに供給される燃料の圧力が充分でないために、筒内インジェクタの単位時間当たりの燃料噴射量が減少することで内燃機関の運転性能の低下が生じてしまう場合がある。そこで、上記の制御を実行することにより、ノッキング抑制時の点火時期および吸気弁の開弁タイミングの遅角量から筒内圧を認識し、認識した筒内圧に基づいて筒内インジェクタ 25 に供給する燃料の圧力を適切な燃圧に増圧調整することができる。よって、ノッキング抑制時に内燃機関の運転性能の低下が生じることを抑制することができる。

40

【0044】

更に、エンジン ECU 10 は、ノッキング回避制御の開始に伴い、算出した (1) 点火時期の遅角量、および (2) 吸気弁 18 の開弁タイミングの遅角量に基づいて、以下の (7) 式から筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との燃料の噴き分け比率の調整量を算出する。

$$k_{pfi} = (SA + inVVT) \times K_{k_{pfi}} \cdot \dots (7)$$

(k_{pfi} : 噴き分け比率の調整量, SA : 点火時期の遅角量, $inVVT$: 吸

50

気弁の開弁タイミングの遅角量， K_{kpf_i} ：噴き分け比率への変換係数)

ここで、噴き分け比率への変換係数 (K_{kpf_i}) は、エンジン 100 の型式等で決定される係数であり、台上試験等によって求められた適切な値に設定され、エンジン ECU 10 の ROM に予め記憶される。

つづいて、エンジン ECU 10 は、以下の (8) 式に基づいて筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との燃料の目標噴き分け比率を算出し、筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 に指示して噴き分け比率を目標比率へ制御する。

$$k_{kpf_i'} = k_{kpf_i} + k_{kpf_i} \cdot \dots \quad (8)$$

($k_{kpf_i'}$ ：目標噴き分け比率， k_{kpf_i} ：制御前の噴き分け比率)

【0045】

ノッキング回避制御に伴って点火時期、および吸気弁の開弁タイミングを遅角させると、筒内インジェクタおよびポートインジェクタは、より圧縮行程の後期に燃料を噴射することが要求される。すなわち、燃焼室内および吸気ポート内への燃料噴射タイミングが変化するために、それに伴って目標とするインジェクタの燃料の噴き分け比率も変化することになる。そのため、ノッキング抑制時に、筒内インジェクタおよびポートインジェクタの燃料の噴き分け比率が目標比率と異なることで、内燃機関の燃費や排気エミッションの悪化等による運転性能の低下が生じてしまう場合がある。そこで、上記の制御を実行することにより、ノッキング抑制時の点火時期および吸気弁の開弁タイミングの遅角量から燃料の目標噴き分け比率を算出し、算出した目標比率に基づいて筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との噴き分け比率を適切に制御することができる。よって、ノッキング抑制時に内燃機関の運転性能の低下が生じることを抑制することができる。

【0046】

この場合、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の運転状態に基づいて、筒内インジェクタ 25 の燃料噴射タイミングの制御、筒内インジェクタ 25 の燃料圧力の調整、筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との噴き分け比率の制御、の少なくとも 1 つを実行することもできる。また、エンジン ECU 10 は、(1) 点火時期の遅角量、に代えて (3) 式から算出する筒内インジェクタ 25 の燃料噴射時期の遅角量、を用いて筒内インジェクタ 25 の燃料圧力の調整量、および筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との噴き分け比率の調整量を算出する構成としてもよい。

なお、エンジン ECU 10 は、本発明の燃圧調整手段および噴き分け比率制御手段の一構成例である。

【0047】

つづいて、エンジン ECU 10 の制御の流れに沿って、エンジンシステム 1 の動作を説明する。図 4 はエンジン ECU 10 の処理の一例を示すフローチャートである。本実施例のエンジンシステム 1 は、可変動弁手段と、第 1 燃料噴射手段と、第 2 燃料噴射手段と、ノッキング検出手段と、燃圧調整手段と、噴き分け比率制御手段とを備えることで、エンジン 100 のノッキング抑制時に、筒内インジェクタ 25 の燃料噴射タイミングの制御、筒内インジェクタ 25 の燃料圧力の調整および筒内インジェクタ 25 とポートインジェクタ 26 との噴き分け比率の制御を実行する。

【0048】

エンジン ECU 10 の制御は、エンジン 100 の始動要求がされると、すなわちイグニッションスイッチが ON にされると開始し、エンジン 100 の停止要求がされるまで以下の制御を繰り返す。まず、エンジン ECU 10 はステップ S1 で、ノッキングセンサ 42 の検出結果に基づき、エンジン 100 にノッキングが発生しているか否かを判断する。ノッキングが発生していない場合 (ステップ S1 / NO)、エンジン ECU 10 は制御の処理を終了する。ノッキングが発生している場合 (ステップ S1 / YES) は、エンジン ECU 10 は次のステップ S2 へ進む。

【0049】

ステップ S2 で、エンジン ECU 10 は、ステップ S1 で検出されたノッキングセンサ 42 の信号からエンジン 100 のノッキングの検出レベルを認識する。そして、エンジン

10

20

30

40

50

ＥＣＵ１０は、認識したノッキングの検出レベルに基づき点火時期の遅角量（図３（ａ）参照）、および吸気弁１８の開弁タイミングの遅角量（図３（ｂ）参照）、を算出する。エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ２の処理を終えると、次のステップＳ３へ進む。

【００５０】

ステップＳ３で、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出したそれぞれの遅角量に基づいて、（３）（４）式より筒内インジェクタ２５の目標噴射タイミングを算出する。また、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出したそれぞれの遅角量に基づいて、（５）（６）式より筒内インジェクタ２５の目標燃圧を算出する。更に、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出したそれぞれの遅角量に基づいて、（７）（８）式より筒内インジェクタ２５とポートインジェクタ２６との燃料の目標噴き分け比率を算出する。エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３の処理を終えると、次のステップＳ４へ進む。

10

【００５１】

ステップＳ４で、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出した目標噴射タイミングに基づいて、筒内インジェクタ２５に指示して燃料噴射タイミングを目標噴射タイミングへ制御する。また、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出した目標燃圧に基づいて、高圧燃料ポンプ３０に指示して燃料圧力を目標燃圧へ調整する。更に、エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ３で算出した燃料の目標噴き分け比率に基づいて、筒内インジェクタ２５とポートインジェクタ２６に指示して噴き分け比率を目標比率へ制御する。

この制御を実行することにより、エンジン１００のノッキング抑制時に筒内インジェクタ２５とポートインジェクタ２６の燃料噴射制御を適切に実行することができる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

20

エンジンＥＣＵ１０は、ステップＳ４の処理を終えると、制御の処理を終了する。

【００５２】

以上のように、本実施例のエンジンシステムは、エンジンのノッキング抑制時に、点火タイミングの遅角量および吸気弁の開弁タイミングの遅角量に基づいて、筒内インジェクタの燃料噴射タイミングを遅角側へ制御し、筒内インジェクタに供給する燃料の圧力を増圧側へ調整し、筒内インジェクタとポートインジェクタとの噴き分け比率を適切に制御することで、内燃機関のノッキング抑制時に、筒内インジェクタおよびポートインジェクタの燃料噴射制御を適切に実行することができる。よって、成層燃焼および均質燃焼を実現可能な内燃機関におけるノッキング抑制時の運転性能の低下を抑制することができる。

30

【００５３】

上記実施例は本発明を実施するための一例にすぎない。よって本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

【００５４】

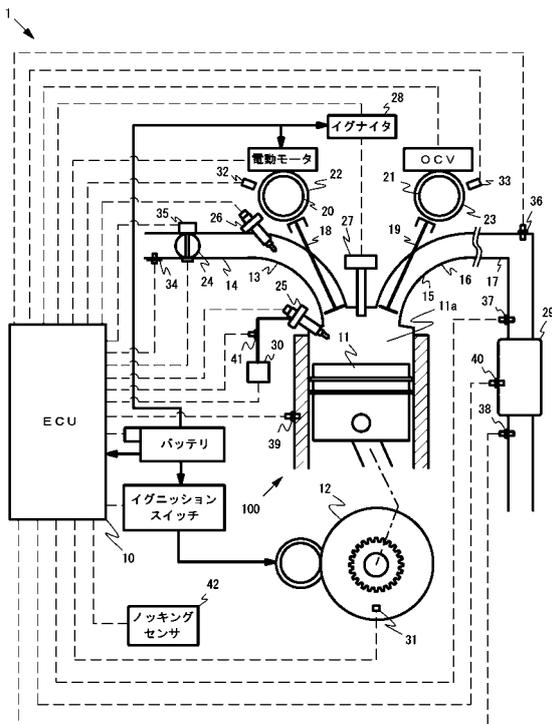
- １ エンジンシステム
- １０ エンジンＥＣＵ（燃圧調整手段，噴き分け比率制御手段）
- １１ ピストン
- １１ａ 燃焼室
- １３ 吸気ポート
- １８ 吸気弁
- ２２ 電動ＶＶＴ機構（可変動弁手段）
- ２３ 油圧ＶＶＴ機構（可変動弁手段）
- ２５ 筒内インジェクタ（第１燃料噴射手段）
- ２６ ポートインジェクタ（第２燃料噴射手段）
- ２７ 点火プラグ
- ３０ 高圧燃料ポンプ（燃圧調整手段）
- ４１ 燃圧センサ

40

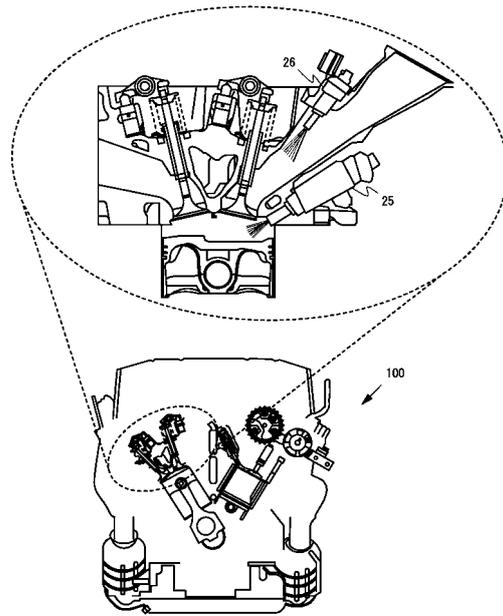
50

4 2 ノッキングセンサ (ノッキング検出手段)
1 0 0 エンジン

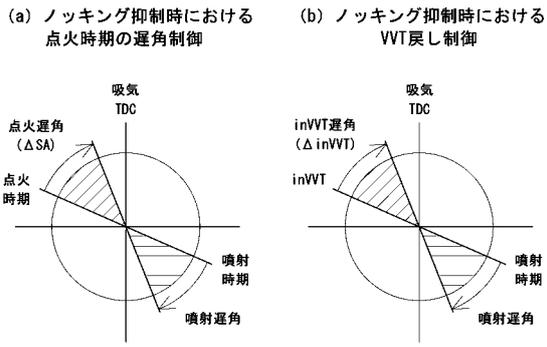
【図1】



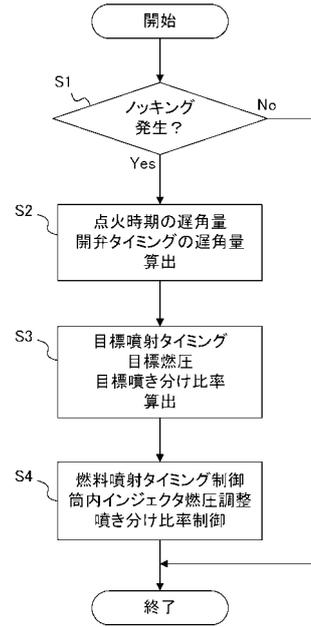
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 43/00 3 0 1 B
F 0 2 D 43/00 3 0 1 J
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
F 0 2 D 41/22 3 2 5 B
F 0 2 D 41/34 C
F 0 2 D 41/34 L

(56)参考文献 特開2006-046084(JP,A)
特開2003-328757(JP,A)
特開2004-003429(JP,A)
特開2002-339788(JP,A)
特開2001-336446(JP,A)
特開2006-188973(JP,A)
特開2006-057626(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 1 / 2 2
F 0 2 D 4 1 / 3 4
F 0 2 D 4 3 / 0 0
F 0 2 D 4 5 / 0 0