

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6489376号
(P6489376)

(45) 発行日 平成31年3月27日 (2019. 3. 27)

(24) 登録日 平成31年3月8日 (2019. 3. 8)

(51) Int. Cl.

F I

FO2D 41/22 (2006.01)
FO2D 45/00 (2006.01)
FO2D 43/00 (2006.01)
FO2D 13/02 (2006.01)
FO2P 5/152 (2006.01)

FO2D 41/22 310B
 FO2D 45/00 345B
 FO2D 43/00 301B
 FO2D 43/00 301K
 FO2D 45/00 364A

請求項の数 1 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-67441 (P2016-67441)
 (22) 出願日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)
 (65) 公開番号 特開2017-180247 (P2017-180247A)
 (43) 公開日 平成29年10月5日 (2017. 10. 5)
 審査請求日 平成29年3月23日 (2017. 3. 23)

(73) 特許権者 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100059959
 弁理士 中村 稔
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100168871
 弁理士 岩上 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

目標トルクを出力させるようにエンジンを制御するエンジンの制御装置であって、
 上記エンジンの点火装置による基準点火時期を、上記エンジンの運転状態に応じて設定する点火時期設定手段と、

ノッキングを抑制するために、上記基準点火時期を遅角側に補正する点火時期補正手段と、

上記運転状態に応じて予め設定されている最大許容遅角量と、上記点火時期補正手段による遅角量との差に基づき、上記目標トルクの減少量を決定するトルク減少量決定手段と、

ノックセンサから取得した信号に基づいてノッキングが発生しているか否かを判定するノッキング判定手段と、

ノッキングが発生していると上記ノッキング判定手段が判定した場合、上記目標トルクを、上記トルク減少量決定手段により決定された減少量だけ減少させ、上記目標トルクを減少させている場合においてノッキングが発生していないと上記ノッキング判定手段が判定した場合、上記目標トルクの減少を解除する目標トルク補正手段と、

上記目標トルクを上記エンジンに出力させるための目標空気量を、上記エンジンの運転状態に応じて設定する目標空気量設定手段とを有し、

さらに、上記エンジンの運転領域が、回転数が比較的低く、且つ、充填効率が比較的高いノック発生領域に含まれるか否かを判定する運転領域判定手段を有し、

i) 上記エンジンの運転領域が上記ノック発生領域に含まれていると上記運転領域判定手段が判定した場合において、

上記トルク減少量決定手段は、上記運転状態に応じて予め設定されている最大許容遅角量と、上記点火時期補正手段による遅角量との差が小さくなるほど、上記目標トルクの減少量を大きくするとともに、

上記目標トルク補正手段は、

上記目標トルクを減少させる場合、発生したノッキングの強度が大きいほど大きくなる第1の変化率により上記目標トルクを減少させ、

上記目標トルクの減少を解除する場合、上記第1の変化率よりも小さい第2の変化率により上記目標トルクを増大させ、

i i) 上記エンジンの運転領域が上記ノック発生領域に含まれていないと上記運転領域判定手段が判定した場合において、

上記トルク減少量決定手段は、上記目標トルクの減少量をゼロとすることを特徴とするエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの制御装置に係わり、特に、目標トルクを出力させるようにエンジンを制御するエンジンの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、火花点火式エンジンの運転領域が例えば相対的に低回転且つ高負荷領域である場合に、点火プラグを中心に広がる火炎が伝播する前に未燃焼の混合気（エンドガス）が自己着火して衝撃波を生じさせるいわゆるノッキングが発生し易いことが知られている。特に近年では、エンジンの性能向上を目的として、高圧縮比化や過給機による吸入空気の過給が行われるようになっており、ノッキングが一層発生し易くなっている。

【0003】

ノッキングは騒音の増大やエンジン損傷の原因となり得るので、ノッキングを抑制するために必要に応じて点火時期の遅角（点火リタード）が行われる。具体的には、エンジンに取り付けられたノックセンサによりノッキングが検出された場合、点火時期を遅角させることにより燃焼圧力のピークを低下させ、ノッキングを抑制する。ノッキングが検出されない場合には、点火時期を徐々に進角させる（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-64032号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、火花点火式のエンジンにおいては、点火時期を過度に遅角させると燃焼安定性が悪化し失火を招くので、予め点火時期の最大許容遅角量（リタード限界）が設定されている。したがって、点火時期がリタード限界の近傍まで遅角されている状況においてノッキングが発生した場合、リタード限界を超えて点火時期を遅角させることができないので、点火リタードだけではノッキングの発生を確実に抑制することができない。

【0006】

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、点火時期がリタード限界近傍まで遅角されている場合においても、ノッキングの発生を確実に抑制することができる、エンジンの制御装置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】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明のエンジンの制御装置は、目標トルクを出力させるようにエンジンを制御するエンジンの制御装置であって、エンジンの点火装置による基準点火時期を、エンジンの運転状態に応じて設定する点火時期設定手段と、ノッキングを抑制するために、基準点火時期を遅角側に補正する点火時期補正手段と、運転状態に応じて予め設定されている最大許容遅角量と、点火時期補正手段による遅角量との差に基づき、目標トルクの減少量を決定するトルク減少量決定手段と、ノックセンサから取得した信号に基づいてノッキングが発生しているか否かを判定するノッキング判定手段と、ノッキングが発生しているとノッキング判定手段が判定した場合、目標トルクを、トルク減少量決定手段により決定された減少量だけ減少させ、目標トルクを減少させている場合においてノッキングが発生していないとノッキング判定手段が判定した場合、目標トルクの減少
10 を解除する目標トルク補正手段と、目標トルクをエンジンに出力させるための目標空気を、エンジンの運転状態に応じて設定する目標空気量設定手段とを有し、さらに、エンジンの運転領域が、回転数が比較的低く、且つ、充填効率が比較的高いノック発生領域に含まれるか否かを判定する運転領域判定手段を有し、i) エンジンの運転領域がノック発生領域に含まれていると運転領域判定手段が判定した場合において、トルク減少量決定手段は、運転状態に応じて予め設定されている最大許容遅角量と、点火時期補正手段による遅角量との差が小さくなるほど、目標トルクの減少量を大きくするとともに、目標トルク補正手段は、目標トルクを減少させる場合、発生したノッキングの強度が大きいほど大きく
20 なる第1の変化率により目標トルクを減少させ、目標トルクの減少を解除する場合、第1の変化率よりも小さい第2の変化率により目標トルクを増大させ、ii) エンジンの運転領域がノック発生領域に含まれていないと運転領域判定手段が判定した場合において、トルク減少量決定手段は、目標トルクの減少量をゼロとすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によるエンジンの制御装置によれば、点火時期がリタード限界近傍まで遅角されている場合においても、ノッキングの発生を確実に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態によるエンジン制御処理のフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置がトルクダウン量を決定するトルクダウン量決定処理のフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態によるトルクダウン量決定処理を実行した場合のタイムチャートの一例である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を説明する。

【0014】

＜システム構成＞

まず、図1及び図2により、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムについて説明する。図1は、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置が適用されたエンジンシステムの概略構成図であり、図2は、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【0015】

図1及び図2に示すように、エンジンシステム100は、主に、外部から導入された吸気（空気）が通過する吸気通路1と、この吸気通路1から供給された吸気と、後述する燃料噴射弁13から供給された燃料との混合気を燃焼させて車両の動力を発生するエンジン

10

20

30

40

50

１０（具体的にはガソリンエンジン）と、このエンジン１０内の燃焼により発生した排気ガスを排出する排気通路２５と、エンジンシステム１００に関する各種の状態を検出するセンサ４０～５４と、エンジンシステム１００全体を制御するＰＣＭ６０（エンジンの制御装置）とを有する。

【００１６】

吸気通路１には、上流側から順に、外部から導入された吸気を浄化するエアクリーナ３と、通過する吸気を昇圧させる、ターボ過給機４のコンプレッサ４ａと、外気や冷却水により吸気を冷却するインタークーラ５と、通過する吸気量（吸入空気量）を調整するスロットルバルブ６と、エンジン１０に供給する吸気を一時的に蓄えるサージタンク７と、が設けられている。

10

【００１７】

また、吸気通路１には、コンプレッサ４ａによって過給された吸気の一部を、コンプレッサ４ａの上流側に還流するためのエアバイパス通路８が設けられている。具体的には、エアバイパス通路８の一端は、コンプレッサ４ａの下流側で且つスロットルバルブ６の上流側の吸気通路１に接続され、エアバイパス通路８の他端は、エアクリーナ３の下流側で且つコンプレッサ４ａの上流側の吸気通路１に接続されている。

【００１８】

このエアバイパス通路８には、エアバイパス通路８を流れる吸気の流量を開閉動作により調節するエアバイパスバルブ９が設けられている。エアバイパスバルブ９は、エアバイパス通路８を完全に閉じる閉状態と完全に開く開状態とに切り換え可能な、いわゆるオンオフバルブである。

20

【００１９】

エンジン１０は、主に、吸気通路１から供給された吸気を燃焼室１１内に導入する吸気バルブ１２と、燃焼室１１に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁１３と、燃焼室１１内に供給された吸気と燃料との混合気に点火する点火プラグ１４と、燃焼室１１内での混合気の燃焼により往復運動するピストン１５と、ピストン１５の往復運動により回転されるクランクシャフト１６と、燃焼室１１内での混合気の燃焼により発生した排気ガスを排気通路２５へ排出する排気バルブ１７と、を有する。

【００２０】

また、エンジン１０は、吸気バルブ１２及び排気バルブ１７のそれぞれの動作タイミング（バルブの開閉時期に相当する）を、可変バルブタイミング機構（Variable Valve Timing Mechanism）としての可変吸気バルブ機構１８及び可変排気バルブ機構１９によって可変に構成されている。可変吸気バルブ機構１８及び可変排気バルブ機構１９としては、公知の種々の形式を適用可能であるが、例えば電磁式又は油圧式に構成された機構を用いて、吸気バルブ１２及び排気バルブ１７の動作タイミングを変化させることができる。

30

【００２１】

排気通路２５には、上流側から順に、通過する排気ガスによって回転され、この回転によってコンプレッサ４ａを駆動する、ターボ過給機４のタービン４ｂと、例えばＮＯ_x触媒や三元触媒や酸化触媒などの、排気ガスの浄化機能を有する触媒装置３５ａ、３５ｂが設けられている。以下では、これらの触媒装置３５ａ、３５ｂを区別しないで用いる場合には、単に「触媒装置３５」と表記する。

40

【００２２】

また、排気通路２５上には、排気ガスの一部をＥＧＲガスとして吸気通路１に還流させるＥＧＲ装置２６が設けられている。ＥＧＲ装置２６は、一端がタービン４ｂの上流側の排気通路２５に接続され、他端がコンプレッサ４ａの下流側で且つスロットルバルブ１１の下流側の吸気通路１に接続されたＥＧＲ通路２７と、ＥＧＲガスを冷却するＥＧＲクーラ２８と、ＥＧＲ通路２７を流れるＥＧＲガス量（流量）を制御するＥＧＲバルブ２９と、を有する。このＥＧＲ装置２６は、いわゆる高圧ＥＧＲ装置（ＨＰＬ（High Pressure Loop）ＥＧＲ装置）に相当する。

【００２３】

50

また、排気通路 25 には、排気ガスを、ターボ過給機 4 のタービン 4 b を通過させずに迂回させるタービンバイパス通路 30 が設けられている。このタービンバイパス通路 30 には、タービンバイパス通路 30 を流れる排気ガスの流量を制御するウェイストゲートバルブ（以下「WGバルブ」と称する）31 が設けられている。

【0024】

また、排気通路 25 においては、EGR 通路 27 の上流側の接続部分とタービンバイパス通路 30 の上流側の接続部分との間の通路が、第 1 通路 25 a と第 2 通路 25 b とに分岐されている。第 1 通路 25 a は第 2 通路 25 b よりも径が大きく、換言すると第 2 通路 25 b は第 1 通路 25 a よりも径が小さく、第 1 通路 25 a には開閉バルブ 25 c が設けられている。開閉バルブ 25 c が開いている場合には、排気ガスは基本的には第 1 通路 25 a に流れ、開閉バルブ 25 c が閉じている場合には、排気ガスは第 2 通路 25 b にのみ流れる。そのため、開閉バルブ 25 c が閉じている場合には、開閉バルブ 25 c が開いている場合よりも、排気ガスの流速が大きくなる。開閉バルブ 25 c は低回転数領域において閉じられ、流速が上昇された排気ガスをターボ過給機 4 のタービン 4 b に供給して、低回転域でもターボ過給機 4 による過給が行えるようになっている。

【0025】

エンジンシステム 100 には、当該エンジンシステム 100 に関する各種の状態を検出するセンサ 40～54 が設けられている。これらセンサ 40～54 は、具体的には以下の通りである。アクセル開度センサ 40 は、アクセルペダルの開度（ドライバがアクセルペダルを踏み込んだ量に相当する）であるアクセル開度を検出する。エアフローセンサ 41 は、エアクリーナ 3 とコンプレッサ 4 a との間の吸気通路 1 を通過する吸気の流量に相当する吸入空気量を検出する。温度センサ 42 は、エアクリーナ 3 とコンプレッサ 4 a との間の吸気通路 1 を通過する吸気の温度を検出する。圧力センサ 43 は、過給圧を検出する。スロットル開度センサ 44 は、スロットルバルブ 6 の開度であるスロットル開度を検出する。圧力センサ 45 は、エンジン 10 に供給される吸気の圧力に相当するインマニ圧（サージタンク 7 内の圧力）を検出する。クランク角センサ 46 は、クランクシャフト 16 におけるクランク角を検出する。吸気側カム角センサ 47 は、吸気カムシャフトのカム角を検出する。排気側カム角センサ 48 は、排気カムシャフトのカム角を検出する。温度センサ 49 は、エンジン 10 の冷却水の温度（水温）を検出する。WG 開度センサ 50 は、WG バルブ 31 の開度を検出する。O₂ センサ 51 は、触媒装置 35 a の上流側の排気ガス中の酸素濃度を検出し、O₂ センサ 52 は、触媒装置 35 a と触媒装置 35 b との間の排気ガス中の酸素濃度を検出する。車速センサ 53 は、車両の速度（車速）を検出する。ノックセンサ 54 は、例えばエンジン 10 のシリンダブロックに設けられ、エンジン 10 のノッキングによる振動を検出する。これらの各種センサ 40～54 は、それぞれ、検出したパラメータに対応する検出信号 S140～S154 を PCM 60 に出力する。

【0026】

PCM 60 は、上述した各種センサ 40～54 から入力された検出信号 S140～S154 に基づいて、エンジンシステム 100 内の構成要素に対する制御を行う。具体的には、図 2 に示すように、PCM 60 は、スロットルバルブ 6 に制御信号 S106 を供給して、スロットルバルブ 6 の開閉時期やスロットル開度を制御し、エアバイパスバルブ 9 に制御信号 S109 を供給して、エアバイパスバルブ 9 の開閉を制御し、WG バルブ 31 に制御信号 S131 を供給して、WG バルブ 31 の開度を制御し、燃料噴射弁 13 に制御信号 S113 を供給して、燃料噴射量や燃料噴射タイミングを制御し、点火プラグ 14 に制御信号 S114 を供給して、点火時期を制御し、可変吸気バルブ機構 18 及び可変排気バルブ機構 19 のそれぞれに制御信号 S118、S119 を供給して、吸気バルブ 12 及び排気バルブ 17 の動作タイミングを制御し、EGR バルブ 29 に制御信号 S129 を供給して、EGR バルブ 29 の開度を制御する。

【0027】

特に、本実施形態では、PCM 60 は、点火プラグ 14 による基準点火時期をエンジン 10 の運転状態に応じて設定すると共に、ノッキングを抑制するために基準点火時期を遅

10

20

30

40

50

角側に補正（点火リタード）する。そして、ノッキングが発生した場合には、点火リタード量と点火時期の最大許容遅角量（リタード限界）との差に応じて目標トルクを減少させることにより、目標トルクをエンジン１０に出力させるために必要な充填効率（吸入空気量を無次元化した値）を低下させ、ノッキングの発生を抑制する。PCM６０は、本発明における「エンジンの制御装置」に相当し、本発明における「点火時期設定手段」、「点火時期補正手段」、「トルク減少量決定手段」、「目標トルク補正手段」、及び「目標空気量設定手段」として機能する。

【００２８】

PCM６０の各構成要素は、CPU、当該CPU上で解釈実行される各種のプログラム（OSなどの基本制御プログラムや、OS上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む）、及びプログラムや各種のデータを記憶するためのROMやRAMの如き内部メモリを備えるコンピュータにより構成される。

10

【００２９】

<エンジン制御処理>

次に、図３を参照して、本発明の実施形態において行われるエンジン１０の基本制御について説明する。図３は、本発明の実施形態によるエンジン制御処理のフローチャートである。このエンジン制御処理は、車両のイグニッションがオンにされ、PCM６０に電源が投入された場合に起動され、繰り返し実行される。

【００３０】

エンジン制御処理が開始されると、図３に示すように、ステップＳ１において、PCM６０は車両の運転状態に関する各種情報を取得する。具体的には、PCM６０は、アクセル開度センサ４０が検出したアクセル開度、エアフローセンサ４１が検出した吸入空気量、車速センサ５３が検出した車速、ノックセンサ５４が検出したノッキングの有無、車両の変速機に現在設定されているギヤ段等を取得する。

20

【００３１】

次に、ステップＳ２において、PCM６０は、ステップＳ１において取得された車両の運転状態に基づき、目標加速度を設定する。具体的には、PCM６０は、種々の車速及び種々のギヤ段について規定された加速度特性マップ（予め作成されてメモリなどに記憶されている）の中から、現在の車速及びギヤ段に対応する加速度特性マップを選択し、選択した加速度特性マップを参照して、アクセル開度センサ４０によって検出されたアクセル開度に対応する目標加速度を決定する。

30

【００３２】

次に、ステップＳ３において、PCM６０は、ステップＳ２において決定した目標加速度を実現するためのエンジン１０の目標トルクを決定する。この場合、PCM６０は、現在の車速、ギヤ段、路面勾配、路面μなどに基づき、エンジン１０が出力可能なトルクの範囲内で、目標トルクを決定する。

【００３３】

また、ステップＳ２～Ｓ３の処理と並行して、ステップＳ４において、PCM６０は、ステップＳ１においてノックセンサ５４から取得した検出信号に基づき、ノッキングが検出されたか否かを判定する。

40

その結果、ノッキングが検出された場合、ステップＳ５に進み、PCM６０は、ノッキングを抑制するために点火時期を遅角側に補正するときの補正量（点火リタード量）を増大させる。一方、ノッキングが検出されなかった場合、ステップＳ６に進み、PCM６０は、点火リタード量を減少させる。これにより、ノックセンサ５４によりノッキングが検出される度に点火時期は徐々に遅角側に補正され、ノッキングが検出されない場合、点火時期は進角側に戻される。ただし、点火リタード量は、燃焼効率の著しい悪化や失火を考慮した燃焼安定性の観点から予め実験により定められたリタード限界を超えないように設定される。

【００３４】

ステップＳ３、及び、ステップＳ５又はＳ６の後、ステップＳ７に進み、PCM６０は

50

、ステップ S 1 において取得した現在のエンジン回転数及びステップ S 3 において決定した目標トルクを含むエンジン 10 の運転状態に応じて、点火プラグ 14 による基準点火時期を設定する。具体的には、PCM 60 は、目標トルクにフリクションロスやポンピングロスによる損失トルクを加味した目標図示トルクを算出し、種々の充填効率及び種々のエンジン回転数について点火時期と図示トルクとの関係を規定した点火進角マップ（予め作成されてメモリなどに記憶されている）の中から、現在のエンジン回転数に対応し且つノッキングが発生しない範囲（各点火進角マップにおいて予め設定されたノック限界点火時期よりも遅角側の範囲）で可能な限り M B T に近い点火時期の場合に目標図示トルクが得られる点火進角マップを選択し、選択した点火進角マップを参照して、目標図示トルクに対応する点火時期を基準点火時期として設定する。そして、PCM 60 は、設定した基準

10

【0035】

次に、ステップ S 8 において、PCM 60 は、ノッキングの抑制を目的とした目標トルクの減少量（トルクダウン量）を決定するためのトルクダウン量決定処理を実行する。このトルクダウン量決定処理について、図 4 を参照して説明する。

【0036】

図 4 に示すように、トルクダウン量決定処理が開始されると、ステップ S 2 1 において、PCM 60 は、クランク角センサ 46 やエアフローセンサ 41 から入力された検出信号に基づき、現時点のエンジン回転数及び充填効率を取得する。

20

【0037】

次に、ステップ S 2 2 において、PCM 60 は、ステップ S 2 1 において取得したエンジン回転数及び充填効率に対応するエンジン 10 の運転領域が、ノッキングが発生し易い運転領域（ノック発生領域）に含まれるか否かを判定する。ノック発生領域は、例えば、相対的にエンジン回転数が低く且つ充填効率が高い運転領域に設定されている。

【0038】

その結果、エンジン 10 の運転領域がノック発生領域に含まれていない場合、ステップ S 2 3 に進み、PCM 60 は、トルクダウン量を 0 に設定する。すなわち、エンジン 10 の運転領域がノック発生領域に含まれておらず、ノッキングの抑制を考慮する必要がない場合には、トルクダウンを行わない。

30

【0039】

一方、ステップ S 2 2 において、エンジン 10 の運転領域がノック発生領域に含まれている場合、ステップ S 2 4 に進み、PCM 60 は、エンジン回転数や充填効率を含むエンジン 10 の運転状態に応じて予め設定されているリタード限界と、図 3 のエンジン制御処理のステップ S 5 又は S 6 において設定した点火リタード量との差（点火マージン）を算出する。

【0040】

次に、ステップ S 2 5 において、PCM 60 は、ステップ S 2 4 において算出した点火マージンと現時点のエンジン回転数とに基づき、トルクダウン量を算出する。具体的には、PCM 60 は、点火マージン及びエンジン回転数とトルクダウン量との関係が規定されたトルクダウン量マップ（予め作成されてメモリなどに記憶されている）を参照して、ステップ S 2 4 において算出した点火マージンと現時点のエンジン回転数とに対応するトルクダウン量を算出する。例えば、トルクダウン量は、点火マージンが所定の閾値以上である場合は 0 に設定され、点火マージンが所定の閾値未満の場合には点火マージンが小さくなるほどトルクダウン量が大きくなるように設定されている。

40

【0041】

次に、ステップ S 2 6 において、PCM 60 は、ノックセンサ 54 から取得した検出信号に基づき、ノッキングが発生しているか否かを判定する。PCM 60 は、例えば、ノックセンサ 54 によりノッキングが検出されたときから所定時間が経過するまでの間、ノッキングが発生していると判定する。

50

その結果、ノッキングが発生している場合、ステップS 2 7に進み、PCM 6 0は、検出されたノッキングの強度（ノック強度）が予め定められた閾値Kより大きいかな否かを判定する。

【0042】

その結果、ノック強度が閾値Kより大きい場合、ステップS 2 8に進み、PCM 6 0は、トルクダウンを実行するときの目標トルクの変化率を第1変化率 r_1 に設定し、この第1変化率 r_1 により、ステップS 2 5において算出したトルクダウン量だけ目標トルクを減少させる。第1変化率 r_1 は、トルク変動に伴う過度のショックを車両に発生させない範囲において目標トルクを速やかに低下させ、強いノッキングを迅速に抑制できるように設定されており、予めメモリなどに記憶されている。

10

【0043】

一方、ステップS 2 7において、ノック強度が閾値K以下である場合、ステップS 2 9に進み、PCM 6 0は、トルクダウンを実行するときの目標トルクの変化率を第1変化率 r_1 より小さい第2変化率 r_2 に設定し、この第2変化率 r_2 により、ステップS 2 5において算出したトルクダウン量だけ目標トルクを減少させる。第2変化率 r_2 は、トルク変動に伴うショックを抑えながら目標トルクを低下させ、ノッキングを抑制できるように設定されており、予めメモリなどに記憶されている。

【0044】

また、ステップS 2 6において、ノッキングが発生していない場合（例えば、ノッキングが検出された後、ノッキングが検出されない状態が所定時間継続した場合）、ステップS 3 0に進み、PCM 6 0は、トルクダウンを実行中か否かを判定する。その結果、トルクダウンを実行中ではない（すなわちノッキング抑制のために目標トルクを低下させていない）場合、ステップS 2 3に進み、PCM 6 0は、トルクダウン量を0に設定する。すなわち、エンジン10の運転領域がノック発生領域に含まれているものの、ノッキングは発生しておらず、トルクダウンを実行していない場合には、そのままトルクダウンを実行しない状態を維持する。

20

【0045】

一方、ステップS 3 0において、トルクダウンを実行中である場合（すなわちノッキング抑制のために目標トルクを低下させている）場合、ステップS 3 1に進み、PCM 6 0は、トルクダウンを解除して目標トルクを増大させるときに目標トルクの変化率を第1変化率 r_1 及び第2変化率 r_2 より小さい第3変化率 r_3 に設定し、この第3変化率 r_3 により、トルクダウン量が0となるまで目標トルクを増大させる。第3変化率 r_3 は、トルク変動に伴うショックを抑えながら目標トルクのトルクダウンを解除できるように設定されており、予めメモリなどに記憶されている。

30

【0046】

ステップS 2 3、S 2 8、S 2 9又はS 3 1の後、PCM 6 0はトルクダウン量決定処理を終了し、メインルーチンに戻る。

【0047】

図3に戻り、ステップS 8のトルクダウン量決定処理を実行した後、ステップS 9に進み、PCM 6 0は、ステップS 3及びS 8により決定された目標トルクをエンジン10に出力させるための目標充填効率を設定する。具体的には、PCM 6 0は、目標図示トルクを出力するために必要な熱量（要求熱量）を求め、この要求熱量を発生させるために必要な目標充填効率を求める。PCM 6 0は、ステップS 7において基準点火時期をステップS 5又はS 6において設定した点火リタード量だけ遅角させる場合には、この点火リタード量に応じて目標充填効率を増大させ、目標トルクがエンジン10から適切に出力されるようにする。

40

【0048】

次に、ステップS 10において、PCM 6 0は、ステップS 9において設定した目標充填効率に相当する空気がエンジン10に導入されるように、エアフローセンサ31が検出した空気量を考慮して、スロットルバルブ6の開度と、可変吸気バルブ機構18を介した

50

吸気バルブ１２の開閉時期とを決定する。

【００４９】

次に、ステップＳ１１において、ＰＣＭ６０は、ステップＳ１０において決定したスロットル開度及び吸気バルブ１２の開閉時期に基づき、スロットルバルブ６及び可変吸気バルブ機構１８を制御するとともに、エンジン１０の運転状態等に応じて決定された目標当量比と、エアフローセンサ４１の検出信号Ｓ１４１等に基づき推定した実空気量とに基づき、燃料噴射弁１３を制御する。

【００５０】

また、ステップＳ１０～Ｓ１１の処理と並行して、ステップＳ１２において、ＰＣＭ６０は、ターボ過給機４による目標過給圧を取得する。例えば、種々のエンジン回転数について目標トルクと目標過給圧との関係を示すマップが予めメモリ等に記憶されており、ＰＣＭ６０は、そのマップを参照し、現時点でのエンジン回転数及びステップＳ３及びＳ８において決定した目標トルクに対応する目標過給圧を取得する。

10

【００５１】

次に、ステップＳ１３において、ＰＣＭ６０は、ステップＳ１２において取得した目標過給圧を実現するための、ＷＧバルブ３１の開度を決定する。

【００５２】

次に、ステップＳ１４において、ＰＣＭ６０は、ステップＳ１３において設定した開度に基づき、ＷＧバルブ３１のアクチュエータを制御する。この場合、ＰＣＭ１０は、ステップＳ１３において設定した開度に応じてＷＧバルブ３１のアクチュエータを制御すると共に、圧力センサ４３により検出される過給圧を、ステップＳ１２において取得した目標過給圧に近づけるようにアクチュエータをフィードバック制御する。

20

【００５３】

また、ステップＳ１０～Ｓ１１及びステップＳ１２～Ｓ１４の処理と並行して、ステップＳ１５において、ＰＣＭ６０は、ステップＳ７において設定した点火時期に点火が行われるように、点火プラグ１４を制御する。

ステップＳ１１、Ｓ１４及びＳ１５の後、ＰＣＭ６０は、エンジン制御処理を終了する。

【００５４】

＜エンジンの動作＞

30

次に、図５を参照して、本発明の実施形態によるトルクダウン量決定処理を実行した場合のエンジンの動作を説明する。図５は、本発明の実施形態によるトルクダウン量決定処理を実行した場合のタイムチャートの一例である。具体的には、図５では、上から順に、アクセル開度、エンジン回転数、充填効率、ノック領域判定、点火時期閾値、点火リタード量、点火マージン、ノック強度、トルクダウン量を示している。なお、この図５は、アクセル開度が最大となるまでアクセルペダルを踏み込んだときの、エンジン１０の動作を例示している。また、充填効率のタイムチャートにおいて、実線はトルクダウンを行った場合の充填効率を示し、点線はトルクダウンを行わない場合の充填効率を示している。また、点火時期閾値のタイムチャートにおいて、実線は実際の点火時期、点線はノック限界点火時期、一点鎖線はリタード限界まで遅角した点火時期を示している。

40

【００５５】

まず、時刻ｔ０において、アクセル開度が最大となるまでアクセルペダルが踏み込まれると、このアクセル開度を含む車両の運転状態に応じて設定された目標トルクをエンジン１０に出力させるように、スロットルバルブ６、可変吸気バルブ機構１８、ＷＧバルブ３１などが制御され、充填効率が増大する。また、充填効率の増大に応じて、ノック限界点火時期及びリタード限界の点火時期が遅角され、これらのノック限界点火時期とリタード限界の点火時期との間において点火が行われるように点火時期が制御される。

【００５６】

さらに充填効率が増大し、時刻ｔ１において、エンジン１０の運転領域がノック判定領域内に入ると、トルクダウン量の算出が行われる。ただし、時刻ｔ１においてはノッキン

50

グが発生しておらず点火リタードが実行されていないので、十分な点火マージンが確保されており、トルクダウン量は0のままである（すなわちトルクダウンは実行されない）。

【0057】

さらに充填効率が増大し、時刻 t_2 においてノッキングが検出されると、PCM60は点火リタードを実行する。これにより、点火時期は基準点火時期から所定の点火リタード量だけ遅角され、それに応じて点火マージンが低下する。この時刻 t_2 においても、必要な点火マージンが確保されているので、トルクダウン量は0に維持されている。時刻 t_2 の後、ノッキングが発生しない間は、PCM60は点火リタード量を徐々に減少させる。

【0058】

その後、充填効率がさらに増大し、時刻 t_3 において強いノッキングが検出されると、PCM60は点火リタード量を増大させる。図5においては、時刻 t_3 において点火リタード量がリタード限界に達し、点火マージンが0になる。このとき、PCM60は、時刻 t_3 において検出されたノック強度に応じて、トルクダウン時の目標トルクの変化率を第1変化率 r_1 又は第2変化率 r_2 に設定し、点火マージン及びエンジン回転数に基づき算出したトルクダウン量だけ目標トルクを迅速に減少させる。これにより、時刻 t_3 の後、目標トルクの減少に応じて充填効率の増大が制限されるので、ノッキングの発生が抑制される。

【0059】

時刻 t_3 の後、ノッキングが検出されない間、PCM60は点火リタード量を徐々に減少させる。これにより、点火マージンは徐々に増大する。また、ノッキングが発生していない場合（例えば、ノッキングが検出された時刻 t_3 の後、ノッキングが検出されない状態が所定時間継続した場合）、PCM60はトルクダウンを解除し、第1変化率 r_1 及び第2変化率 r_2 より小さい第3変化率 r_3 で目標トルクが緩やかに上昇するように、トルクダウン量を減少させる。

図5の例では、点火リタード量がある程度減少したときにノッキングが再び発生しているので、その後ノッキングが発生しなくなるまで、各時点における点火マージン及びエンジン回転数に応じたトルクダウン量が維持され、トルクダウンを実行しない場合（ノッキングが発生しなかった場合）と比較して充填効率が低減されている。

【0060】

その後、アクセル開度が0まで低下したことに伴い充填効率が低下すると、時刻 t_4 においてエンジン10の運転領域がノック判定領域外となり、トルクダウン量が0に設定される（すなわちトルクダウンが解除される）。これにより、PCM60は、第3変化率 r_3 で目標トルクが緩やかに上昇するように、トルクダウン量を減少させる。

【0061】

次に、本発明の実施形態のさらなる変形例を説明する。

上述した実施形態では、PCM60は、ノッキングが発生していない場合にトルクダウンを解除すると説明したが、他の条件に基づきトルクダウンを解除するようにしてもよい。例えば、エンジン10の運転状態がノック発生領域外となった場合や、点火マージンが所定の閾値以上となった場合にトルクダウンを解除するようにしてもよい。

【0062】

また、上述した実施形態では、ターボ過給機4を備えたエンジン10を例示したが、ターボ過給機を備えない自然吸気型のガソリンエンジンにおいても本発明を適用することができる。

【0063】

<作用効果>

次に、上述した本発明の実施形態及び本発明の実施形態の変形例によるエンジンの制御装置の作用効果を説明する。

【0064】

まず、PCM60は、ノッキングが発生した場合、目標トルクを、第1変化率 r_1 又は第2変化率 r_2 により、点火マージンに基づき決定した減少量だけ減少させ、目標トルク

10

20

30

40

50

を減少させている場合においてノッキングが発生していない場合、目標トルクの減少を解除し、第1変化率 r_1 及び第2変化率 r_2 よりも小さい第3変化率 r_3 により目標トルクを増大させるので、ノッキングが発生したときに点火時期がリタード限界近傍まで遅角されている場合には、目標トルクを減少させて充填効率を減少させることによりノッキングの発生を抑制することができ、これにより、点火時期がリタード限界近傍まで遅角されている場合においても、ノッキングの発生を確実に抑制することができる。

【0065】

また、PCM60は、発生したノッキングの強度が大きいほど目標トルクを減少させる時の変化率を大きくするので、点火時期がリタード限界近傍まで遅角されている場合において、ノッキングの強度が大きいほど目標トルクの減少に応じて充填効率を迅速に低下させることができ、これにより、再び強いノッキングが発生することを確実に抑制することができる。

10

【0066】

また、PCM60は、点火マージンが小さくなるほど、目標トルクの減少量を大きくするので、ノッキングが発生した場合において、点火マージンが小さいために点火リタードによるノッキングの抑制が難しくなるほど、目標トルクの減少量を大きくして充填効率の減少量を増大させることによりノッキングの発生を確実に抑制することができる。また、点火マージンが大きい場合には目標トルクの減少量を小さくして充填効率の減少を抑えることにより、点火リタードも利用してノッキングの発生を確実に抑制しつつ、不要なトルク低下を回避することができる。

20

【0067】

また、PCM60は、目標トルクをエンジン10に出力させるための目標充填効率を、基準点火時期又は点火時期補正手段により遅角側に補正された点火時期に応じて設定するので、ノッキング抑制のために点火リタードが行われている場合においても、点火リタードされた点火時期に対応する目標充填効率を得られるようにスロットル開度や吸気バルブ12の開閉時期を制御して目標トルクをエンジン10に出力させることができ、これにより、トルクダウンを行う必要がない状況では、ノッキング抑制のための点火リタードに伴うトルク低下を抑制できる。

【符号の説明】

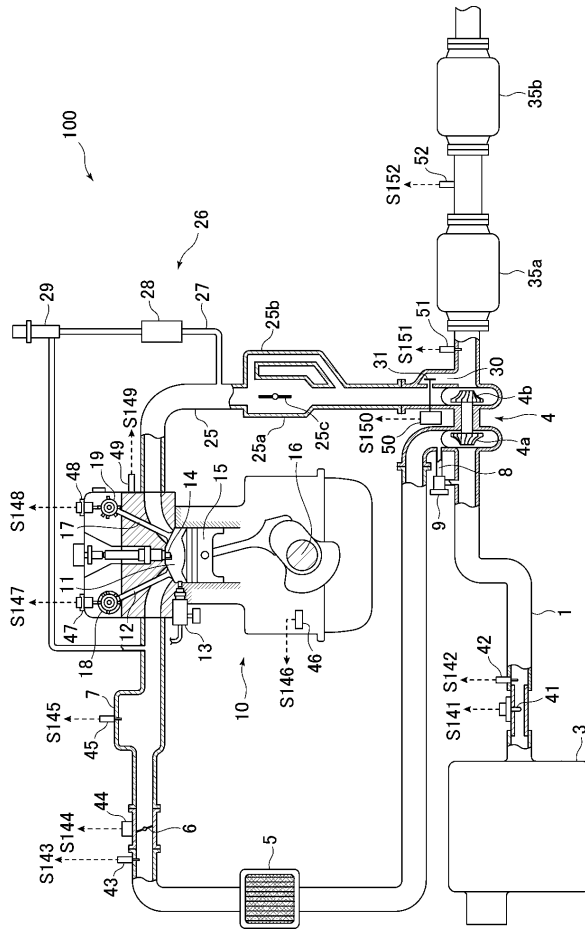
【0068】

30

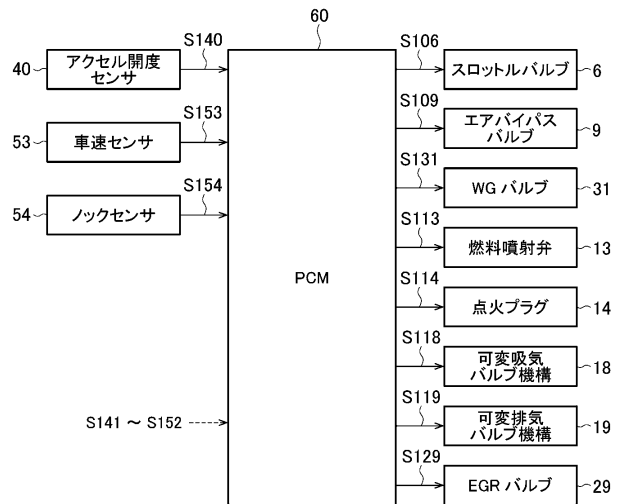
- 1 吸気通路
- 4 ターボ過給機
- 4a コンプレッサ
- 4b タービン
- 6 スロットルバルブ
- 10 エンジン
- 13 燃料噴射弁
- 14 点火プラグ
- 18 可変吸気バルブ機構
- 25 排気通路
- 31 WGバルブ
- 40 アクセル開度センサ
- 53 車速センサ
- 54 ノックセンサ
- 60 PCM
- 100 エンジンシステム

40

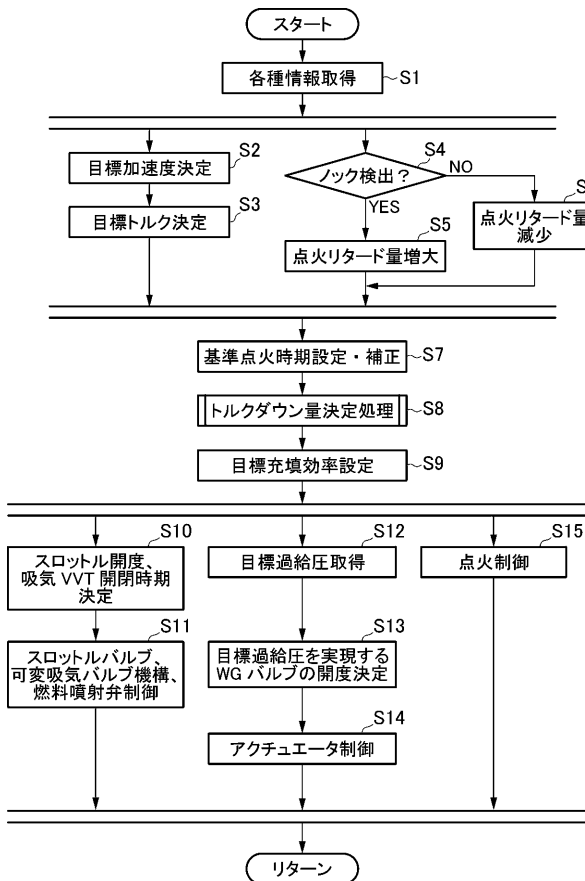
【図 1】



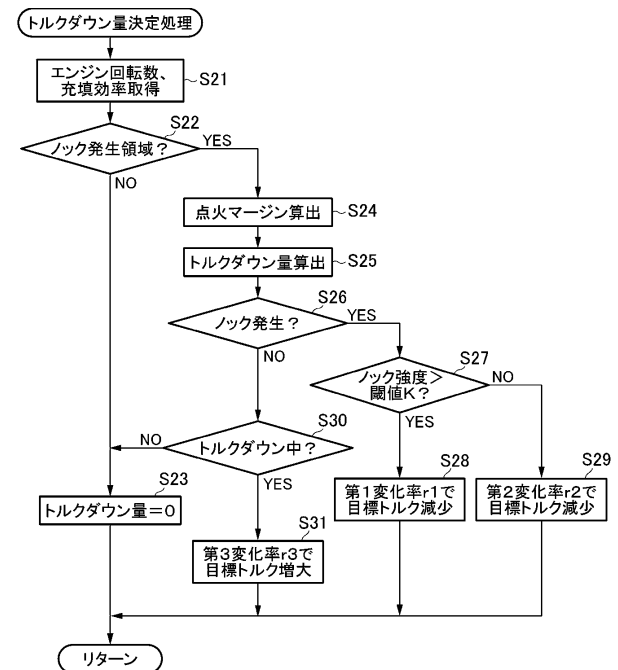
【図 2】



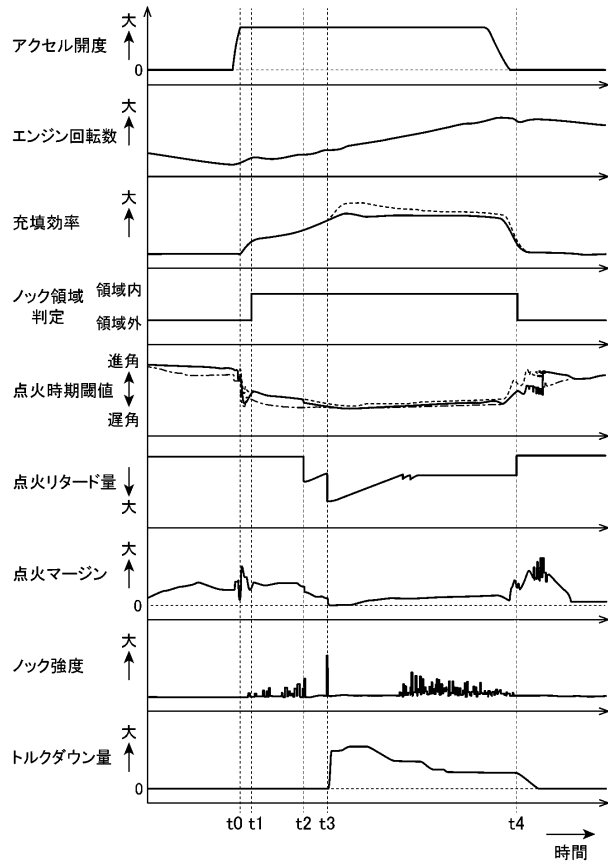
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 13/02 J
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
F 0 2 P 5/152

(72)発明者 赤星 尚幸
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 大久 千華子
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 森本 博貴
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 横山 信彦
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 西森 洋生
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 逆瀬川 勇斗
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
(72)発明者 藤山 智彰
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

審査官 戸田 耕太郎

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 3 4 8 0 1 (J P, A)
特開 2 0 1 1 - 0 8 5 0 9 8 (J P, A)
特開 2 0 0 5 - 1 5 5 5 1 2 (J P, A)
特開 2 0 1 6 - 0 1 1 6 5 2 (J P, A)
実開昭 5 6 - 0 9 9 0 3 3 (J P, U)
特開昭 5 8 - 0 7 2 6 4 4 (J P, A)
特開 2 0 1 3 - 0 9 2 1 5 4 (J P, A)
特開 2 0 1 4 - 0 4 7 7 3 6 (J P, A)
特開 2 0 0 8 - 6 4 0 3 2 (J P, A)
特開 2 0 0 6 - 1 7 7 1 7 6 (J P, A)

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