

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5708909号
(P5708909)

(45) 発行日 平成27年4月30日(2015.4.30)

(24) 登録日 平成27年3月13日(2015.3.13)

(51) Int.Cl.	F I
FO2D 9/02 (2006.01)	FO2D 9/02 Q
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 H
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 13/02 J
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1K
	FO2D 43/00 3O1Z
	請求項の数 3 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-195851 (P2010-195851)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成22年9月1日(2010.9.1)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-52472 (P2012-52472A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成24年3月15日(2012.3.15)	(74) 代理人	100059959
審査請求日	平成25年3月13日(2013.3.13)		弁理士 中村 稔
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜
		(74) 代理人	100088694
			弁理士 弟子丸 健
		(74) 代理人	100128428
			弁理士 田巻 文孝
			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】

吸気バルブをVVT遅角させ或いはVVT進角させてその開閉タイミングを可変にする可変バルブタイミング機構を備えたエンジンの制御装置であって、

上記可変バルブタイミング機構を、アイドル時にVVT進角させ、オフアイドル時に、そのVVT進角位置からVVT遅角させるVVT遅角制御手段と、

プリイグニッションが生じる有効圧縮比限界を演算すると共にこの有効圧縮比限界に基づいてVVT進角限界量を演算するVVT進角限界量演算手段と、

アイドル時からオフアイドル時への移行時における上記可変バルブタイミング機構の目標VVT進角量を設定する目標VVT進角量設定手段と、

アイドル時からオフアイドル時への移行時、上記目標VVT進角量が上記VVT進角限界量よりも大きいとき、上記目標VVT進角量をそのVVT進角限界量に制限するVVT進角限界量制御手段と、を有し、

アイドル時からオフアイドル時への移行時、上記VVT遅角制御手段は、上記目標VVT進角量設定手段により設定された目標VVT進角量、又は、上記VVT進角限界量制御手段により制限されたVVT進角限界量が得られるよう上記可変バルブタイミング機構を制御し、

上記エンジンの制御手段は、さらに、アイドル時からオフアイドル時への移行時、且つ、上記VVT遅角制御手段による可変バルブタイミング機構の制御により、実VVT進角量が上記目標VVT進角量となるまでの間、又は、実VVT進角量が上記制限されたVVT

T進角限界量となるまでの間、実VVT進角量が上記VVT進角限界量よりも大きいときには、その移行時のVVTの実位相に基づいて、ブレイグニッションが生じる限界空気を演算する第1限界空気量演算手段と、

この演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度を設定する第1スロットル弁開度設定手段と、を有することを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項2】

さらに、低回転時において、VVTの実位相に基づいて、ブレイグニッションが生じる限界空気を演算する第2限界空気量演算手段と、

この演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度を設定する第2スロットル弁開度設定手段と、を有する請求項1に記載のエンジンの制御装置。

10

【請求項3】

上記第1限界空気量演算手段及び/又は上記第2限界空気量演算手段によるブレイグニッションの限界空気量の演算は、先ず、実インマニ圧から所定の多項式モデルを使用してブレイグニッションが生じる有効圧縮比限界を演算し、次に、実有効圧縮比と等価関係にあるVVTの実位相から上記所定の多項式モデルの逆関数を使用して限界インマニ圧を演算し、さらに、この限界インマニ圧に相当する上記ブレイグニッションが生じる限界空気を演算する請求項1又は請求項2に記載のエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、エンジンの制御装置に係り、特に、アイドル時にVVTを進角し、オフアイドル時にVVTを遅角するエンジンの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

圧縮行程の上死点付近で過早着火する、いわゆる、ブレイグニッションは、主に、筒内温度や筒内圧力を減少させることで、その発生が抑制される。

ここで、吸気バルブタイミングの開閉タイミングを可変にする可変バルブタイミング機構（以下、VVT機構）が知られている。このVVTにより、VVT遅角、即ち、吸気バルブの閉じタイミングを遅くすることにより、筒内の有効圧縮比を下げ、その結果、断熱圧縮を生じにくくし、筒内圧力を減少させて、ブレイグニッションの発生を抑制することが出来ることが知られている。

30

【0003】

特許文献1には、低回転/高負荷時、吸気弁の開閉時期を遅角して有効圧縮比を低下させ、過早着火を抑制するエンジンの制御装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-076466号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

ここで、アイドル時から、ドライバーがスロットルペダルを踏み込み、オフアイドル時へと移行する状況は、筒内に比較的急激に空気が増大すると共に筒内圧力が上昇することなどに起因して、最もブレイグニッションが生じやすい状況である。このようなブレイグニッションは、エンジンの信頼性に影響を与えるので、このようなアイドル時からオフアイドル時への移行時に、VVT機構により吸気バルブをVVT遅角させ、ブレイグニッションの発生を抑制する必要がある。

【0006】

ここで、VVT機構には、主に、油圧式と、電動モータ式のものがある。電動モータ式のものは、油圧式に比べて応答速度が速く、正確にVVT遅角速度及び進角量を得ること

50

が出来るものとされている。

しかしながら、本発明者らは、実験、開発過程において、電動モータを使用したVVT機構においても、アイドル時からオフアイドル時への移行時、プリイグニッションを抑制するための目標とする所定のVVT遅角に対して、実際に得られるVVT遅角に応答遅れが生じることを見出した。この応答遅れは、吸気バルブの閉じタイミングが、目標とするタイミングより早いタイミングとなるものであり、その結果、筒内の有効圧縮比並びに筒内圧力などを十分に減少させることが出来ず、プリイグニッションの発生を抑制することが出来ないという問題を本発明者らは見出した。

【0007】

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、実VVT遅角の応答遅れが生じてもプリイグニッションの発生を抑制することが出来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】

【0008】

上記の目的を達成するために本発明は、吸気バルブをVVT遅角させ或いはVVT進角させてその開閉タイミングを可変にする可変バルブタイミング機構を備えたエンジンの制御装置であって、可変バルブタイミング機構を、アイドル時にVVT進角させ、オフアイドル時に、そのVVT進角位置からVVT遅角させるVVT遅角制御手段と、プリイグニッションが生じる有効圧縮比限界を演算すると共にこの有効圧縮比限界に基づいてVVT進角限界量を演算するVVT進角限界量演算手段と、アイドル時からオフアイドル時への移行時における可変バルブタイミング機構の目標VVT進角量を設定する目標VVT進角量設定手段と、アイドル時からオフアイドル時への移行時、目標VVT進角量がVVT進角限界量よりも大きいとき、目標VVT進角量をそのVVT進角限界量に制限するVVT進角限界量制御手段と、を有し、アイドル時からオフアイドル時への移行時、VVT遅角制御手段は、目標VVT進角量設定手段により設定された目標VVT進角量、又は、VVT進角限界量制御手段により制限されたVVT進角限界量が得られるよう可変バルブタイミング機構を制御し、エンジンの制御手段は、さらに、アイドル時からオフアイドル時への移行時、且つ、VVT遅角制御手段による可変バルブタイミング機構の制御により、実VVT進角量が目標VVT進角量となるまでの間、又は、実VVT進角量が制限されたVVT進角限界量となるまでの間、実VVT進角量がVVT進角限界量よりも大きいときには、その移行時のVVTの実位相に基づいて、プリイグニッションが生じる限界空気を演算する第1限界空気量演算手段と、この演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度を設定する第1スロットル弁開度設定手段と、を有することを特徴としている。

このように構成された本発明においては、アイドル時からオフアイドル時への移行時、VVTの実位相に基づいて、プリイグニッションが生じる限界空気を演算し、その演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度(変化)を設定するので、プリイグニッションの発生を抑制することが出来る。また、演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度(変化)を設定するので、一律にスロットル開度になましをかけることなく、プリイグニッションの発生を抑制しつつ可及的速やかにスロットル弁を開いて、車両の発進性を確保することが出来る。即ち、一律にスロットル開度になましをかけると、プリイグニッションの発生に余裕があるような空気量でもスロットル弁が閉じ気味となり、発進性が犠牲になるが、本発明においては、限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度(変化)を設定するので、このようなことを防止することが出来る。

【0009】

本発明において、好ましくは、さらに、低回転時において、VVTの実位相に基づいて、プリイグニッションの限界空気を演算する第2限界空気量演算手段と、この演算された限界空気量以上に実空気が増加しないようにスロットル弁開度を設定する第2スロットル弁開度設定手段と、を有する。

10

20

30

40

50

このように構成された本発明においては、低回転時、プリイグニッション限界空気量以上にならないようにスロットル弁の（最大）開度が設定されるので、アイドル時からオフアイドル時への移行し、車両が発進した後の低回転時にも、プリイグニッションの発生を抑制することが出来る。

【 0 0 1 0 】

本発明において、好ましくは、第 1 限界空気量演算手段及び / 又は第 2 限界空気量演算手段によるプリイグニッションの限界空気量の演算は、先ず、実インマニ圧から所定の多項式モデルを使用してプリイグニッションが生じる有効圧縮比限界を演算し、次に、実有効圧縮比と等価関係にある V V T の実位相から所定の多項式モデルの逆関数を使用して限界インマニ圧を演算し、さらに、この限界インマニ圧に相当するプリイグニッションが生じる限界空気量を演算する。

10

このように構成された本発明においては、所定の多項式モデルを用いて、実インマニ圧からプリイグニッションが生じる有効圧縮比限界を演算し、さらに、所定の多項式モデルの逆関数を用いて、V V T の実位相からプリイグニッションが生じる限界空気量を演算するので、実 V V T 遅角の応答が目標 V V T 遅角より遅れても、効果的に、プリイグニッションが生じる限界空気量を求めることが出来る。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によるエンジンの制御装置によれば、実 V V T 遅角の応答遅れが生じてもプリイグニッションの発生を抑制することが出来る。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を備えたエンジン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を備えたエンジンの可変バルブタイミング機構の構成を示す一部断面側面図である。

【図 3】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を備えたエンジンの可変バルブタイミング機構の構成を示す正面図である。

【図 4】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を示すブロック図である。

【図 5】本発明の実施形態によるエンジンの制御装置により実行される制御の制御フローを示すフローチャートである。

30

【図 6】図 5 の制御フロー内で実行される演算内容を説明するための図である。

【図 7】インマニ圧 / 限界空気量と有効圧縮比 / V V T 実位相とに対する有効圧縮比限界 / V V T 進角限界を示す線図である。

【図 8】アイドル時からオフアイドル時の移行時における実 V V T 遅角の応答遅れを説明するための実 V V T 進角量と目標 V V T 進角量とを示す線図である。

【図 9】アイドル時からオフアイドル時の移行時におけるスロットル開度とインマニ圧との関係を示す線図である。

【図 10】図 5 の制御フローで実行される演算結果の一例を説明するための目標空気量を示す線図である。

40

【図 11】図 5 の制御フローで実行される制御結果の一例を説明するためのインマニ圧及びスロットル開度を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

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。

先ず、図 1 により、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を備えたエンジンの概略構成を説明する。図 1 は本発明の実施形態によるエンジンの制御装置を備えたエンジンの概略構成図である。

【 0 0 1 4 】

先ず、図 1 に示すように、エンジン 1 は、燃焼室 2 a を形成するシリンダ 2 と、このシ

50

リンダ 2 内で往復運動するピストン 4 と、このピストン 4 に一端が連結されたコネクティングロッド 6 と、このコネクティングロッド 6 の他端が連結されたクランクシャフト 8 と、燃焼室 2 a に燃料を供給する燃料供給装置 10 とを有する。

【0015】

また、エンジン 1 の燃焼室 2 a に空気を供給する吸気系統には、吸気を浄化するエアクリーナ 12 と、このエアクリーナ 12 から吸気ポート 20 まで延びる吸気通路 13 とが設けられ、吸気通路 13 には、エアクリーナ 12 を介して吸入された空気の温度及び流量を検出する吸気温 / 流量センサ 14 と、吸入空気量を変化させる電子制御スロットルバルブ 16 と、このスロットルバルブ 16 の開度を検出するスロットルバルブ開度センサ 18 とが設けられている。これらの吸気系統を介して吸入された空気は、燃焼室 2 a の吸気開口に連通した吸気ポート 20 及びその吸気開口を開閉する吸気バルブ 22 を介して、燃焼室 2 a 内に流入する。また、エンジン 1 は、燃焼室 2 a 内に流入した空気に燃料を噴射することによって得られる混合気を燃焼させる点火プラグ 23 を有する。

10

【0016】

燃焼室 2 a 内で燃焼された排気ガスは、燃焼室 2 a の排気開口に連通した排気ポート 24 及び排気開口を開閉する排気弁 26 を介して、エンジン 1 の排気系統に排出される。エンジン 1 の排気ガスを排気する排気系統には、リニア O₂ センサ 28 と、第 1 触媒 30 と、ラムダ O₂ センサ 32 と、第 2 触媒 34 とが設けられている。

【0017】

また、エンジン 1 は、クランクシャフト 8 の回転角を検出するクランク角センサ 36 と、エンジンのシリンダブロックのウォータージャケットを流れるエンジン冷却水の温度を検出するエンジン水温センサ 38 とを有する。

20

【0018】

次に、図 1 に示すように、燃料供給装置 10 は、燃料を貯留する燃料タンク 40 と、この燃料タンク 40 内の燃料を圧送する低圧燃料ポンプ 42 と、この低圧燃料ポンプ 42 によって圧送された燃料を濾過する燃料フィルタ 44 と、低圧燃料ポンプによる加圧圧力を一定にする圧力レギュレータ 46 と、低圧燃料ポンプ 42 から圧送された燃料を加圧する高圧燃料ポンプ 48 と、高圧燃料ポンプ 48 によって加圧された燃料の圧力を検出する燃料圧力センサ 50 と、高圧燃料ポンプ 48 によって加圧された燃料を燃焼室 2 a 内に噴射する燃料噴射弁であるインジェクタ 52 と、このインジェクタ 52 に供給される圧力が所定の圧力以上になったとき、加圧された燃料を高圧燃料ポンプ 48 の上流側に戻す第 2 燃料圧力調整手段であるリリーフ弁 54 とを有する。

30

【0019】

次に、図 1 に示すように、エンジン 1 は、そのシリンダヘッドの上部に、吸気側カムシャフト 60 と、排気側カムシャフト 62 を有する。これらの吸気側カムシャフト 60 及び排気側カムシャフト 62 には、カムシャフト 60、62 の回転に伴って回転し、吸気バルブ 22 及び排気弁 26 を作動させ、その作動により吸気ポート 20 の吸気開口を所定のタイミングで開閉し、また、排気ポート 24 の排気開口を所定のタイミングで開閉するように構成された吸気カム 64 及び排気カム 66 が設けられている。

【0020】

また、エンジン 1 は、カムシャフト 60 の回転位相を検出する吸気カム角センサ 68 を有する。吸気カム角センサ 68 は、エンコーダであり、カムシャフト 60 が所定単位角度回転する毎に 1 パルスづつタイミングパルスを出力するよう構成されている。

40

【0021】

また、エンジン 1 は、吸気バルブ 22 の開閉タイミングの位相を変化させる可変バルブタイミング機構 70 を有する。この可変バルブタイミング機構 70 を図 2 及び図 3 により説明する。図 2 は本発明の実施形態による制御装置を備えたエンジンの可変バルブタイミング機構の構成を示す一部断面側面図であり、図 3 は本発明の実施形態による制御装置を備えたエンジンの可変バルブタイミング機構の構成を示す正面図である。

【0022】

50

図 2 に示すように、可変バルブタイミング機構 70 は、吸気側カムシャフト 60 の一側端部に設けられている。

この可変バルブタイミング機構 70 は、回転自在なケース 72 と、吸気側カムシャフト 60 の一側端部にボルト等により締結固定された回転体 74 と、ケース 72 に固定された電動モータ 76 と、吸気バルブ 22 が所定のバルブタイミング量進角し或いは遅角する（以下、「VV T 進角（量）」、「VV T 遅角（量）」という）よう、電動モータ 76 の所定の回転量を回転体 74 に伝達する動力伝達機構（図示せず）等から構成されている。

動力伝達機構は、外歯歯車のサンギアと、サンギアに対して同心円上に配置された内歯歯車のリングギアと、これらのサンギアとリングギアとに噛合するピニオンギアを自転且つ公転自在に保持するキャリアとを回転要素とする歯車機構である。

【0023】

図 3 に示すように、ケース 72 の外周面には、クランクシャフト 8 により駆動されるタイミングチェーン 78 に係合可能な歯が形成された環状のスプロケット 80 が設けられ、クランクシャフト 8 の回転動力は、ケース 72、電動モータ 76、動力伝達機構、回転体 74 を介して吸気側カムシャフト 60 に伝達されるよう構成されている。

【0024】

次に、ケース 72 の内周面には、吸気側カムシャフト 60 の軸心方向に突出する突出部 72 a 及び突出部 72 b が設けられている。突出部 72 a は吸気側カムシャフト 60 に対して進角側に設けられ、突出部 72 b は吸気側カムシャフト 60 に対して遅角側に設けられている。一方、回転体 74 の外周側には、放射方向へ突出する突部 82 が設けられている。

【0025】

回転体 74 は、電動モータ 76 の作動により動力伝達機構を介して、ケース 72 に対して相対的に回転可能に形成され、吸気バルブ 22 が開閉するバルブタイミングを変更可能に構成されている。即ち、例えば、図 3 の矢印 A に示すように、回転体 74 がケース 72 に対して相対的に遅角側に回転するよう電動モータ 76 を作動させると、吸気側カムシャフト 60 の回転のクランクシャフト 8 の回転に対する位相を遅らせて、吸気バルブ 22 を遅角させることが出来る。突部 82 と突出部 72 b が当接する位置が、最遅角位置である。

【0026】

次に、図 4 により、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。図 4 は、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の概略構成を示すブロック図である。

図 4 に示すように、本実施形態によるエンジン 1 は、各センサの検出信号に基づいてエンジン 1 を制御するエンジン制御ユニット（ECU）90 を有する。エンジン制御ユニット 90 は、具体的には、マイクロプロセッサ、メモリ及びそれらを作動させるプログラム等（以上、図示せず）から構成され、所定の条件下で吸気バルブ 22 が開閉するバルブタイミングを制御するために、可変バルブタイミング機構 70 の電動モータ 76 を制御する VV T 進角 / 遅角制御手段 92、及び、所定の条件下で電子制御スロットルバルブ 16 の開度を制御するスロットルバルブ開度制御手段 94 を有する。

【0027】

エンジン制御ユニット 90 には、吸気温 / 流量センサ 14 により検出された吸気通路 13 内の空気温度及び空気量の各値、スロットルバルブ開度センサ 18 により検出されたスロットル開度の値、クランク角センサ 36 により検出されたクランクシャフト 8 の回転数の値、エンジン水温センサ 38 により検出されたエンジン水温の値、吸気カム角センサ 68 により検出された吸気バルブ 22 のバルブタイミング進角量或いは遅角量の値がそれぞれ入力される。エンジン制御ユニット 90 は、これらの値に基づいて、VV T 進角 / 遅角制御手段 92、及び、スロットルバルブ開度制御手段 92 により、電動モータ 76、電子制御スロットルバルブ 16 を制御するよう構成されている。

【0028】

次に、図 5 乃至図 11 により、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の制御内容

10

20

30

40

50

を説明する。図5は本発明の実施形態によるエンジンの制御装置により実行される制御の制御フローを示すフローチャートであり、図6は図5の制御フロー内で実行される演算内容を説明するための図であり、図7は、インマニ圧/限界空気量と有効圧縮比/VVT実位相とに対する有効圧縮比限界/VVT進角限界を示す線図であり、図8はアイドル時からオフアイドル時の移行時における実VVT遅角の応答遅れを説明するための実VVT進角量と目標VVT進角量とを示す線図であり、図9はアイドル時からオフアイドル時の移行時におけるスロットル開度とインマニ圧との関係を示す線図であり、図10は図5の制御フローで実行される演算結果の一例を説明するための目標空気量を示す線図であり、図11は図5の制御フローで実行される制御結果の一例を説明するためのインマニ圧を示す線図である。図5においてSは各ステップを示す。

10

【0029】

以下では、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の制御を、車両停止時からドライバーがアクセルを踏み込み、エンジン回転数が、アイドル状態から上昇し始める場合(アイドル時からオフアイドル時へと移行する場合)に適用した例を説明する。

【0030】

まず、図5に示すように、S1において、アイドル時からオフアイドル時、VVT遅角させる。即ち、本実施形態では、ドライバーによるスロットル操作により、スロットル開度が立ち上がる場合、プリイグニッションを抑制するために、VVT進角量(以下、本実施形態では、「VVT進角量」とは「最遅角位置に対する進角量」を表すものとする)を図6に示すように遅角するように目標を設定(図6の破線で示す目標VVT進角)し、そのような目標VVT進角が得られるよう、可変バルブタイミング機構70の電動モータ76を制御する。目標VVT進角量は、現時点でのエンジン運転状態での目標トルクなどから決定される。

20

【0031】

ここで、S1の制御を行った場合における、本実施形態の可変バルブタイミング機構70の特性を図6により説明すると共に、比較例として、本実施形態におけるエンジンの制御装置による制御(図5)を実行しない場合にプリイグニッションが発生し易いことを図7により説明する。

上述したように、S1では、VVT進角量を図6に示すように遅角するように目標を設定し、そのような目標VVT進角が得られるよう電動モータ76を制御するが、実際には、図6の破線で示す実VVT進角で示すように、VVT遅角に遅れが生じ、吸気バルブ22の閉じタイミングが、目標とするタイミングより早くなる。このような遅れに伴い、図7に示すように、スロットルバルブ16の開度の上昇に対して吸気通路13の吸気圧力(以下、「インマニ圧」という)の上昇の応答が早くなり、図6及び図7のAで示すような時期範囲でプリイグニッションが発生し、或いは、発生し易くなってしまふ。なお、図7に示すスロットル開度の線図は、ドライバーのアクセル要求に対応したスロットル開度である。本実施形態によるエンジンの制御装置による制御(図5)では、このような時期範囲Aのプリイグニッションを抑制するよう、以下のようにS2以降の処理を実行する。

30

【0032】

本実施形態によるエンジンの制御装置の制御内容の説明に戻る。

S1において、VVT遅角させた後、S2において、現時点でのエンジン運転状態、より詳細には、現時点でのクランク角における、有効圧縮比限界を演算する。本実施形態における有効圧縮比限界とは、プリイグニッションが生じない有効圧縮比の限界である。

図8(a)に示すように、有効圧縮比限界(y)は、インマニ圧(x)を変数とし、有効圧縮比限界多項式モデルを使用して演算される。

40

【0033】

この演算内容を具体的に説明する。

まず、有効圧縮比限界多項式モデルとは、最も簡単に表すと「有効圧縮比(y) = a x² + b x + c」のような2次式で表されるモデル(y = f(x))であり、このモデルに

50

において、変数 x はインマニ圧、 a 、 b 、 c は定数である。実際に使用される 2 次式のモデルは、有効圧縮比限界をより正確に予測するために、より複雑な式となる。定数には、図 8 (a) に示すように、燃料噴射時期、エンジン回転数、吸気バルブを閉じた時点での筒内温度、燃料のオクタン価が代入される。

【 0 0 3 4 】

燃料噴射時期は、S 2 の処理時点でのエンジン運転状態に応じた燃料噴射時期の値がエンジン制御ユニット 9 0 から出力され、上記モデルの定数として代入される。

エンジン回転数は、S 2 の処理時点においてクランク角センサ 3 6 により検出された値が、上記モデルの定数として代入される。

筒内温度は、S 2 の処理時点において、吸気温 / 流量センサ 1 4 により検出された吸気通路 1 3 内の空気温度、及び、エンジン水温センサ 3 8 により検出されたエンジン水温の値より推定され、上記モデルの定数として代入される。なお、吸気バルブを閉じた時点は、吸気カム角センサ 6 8 により検出される。

燃料のオクタン価は、エンジン制御ユニット 9 0 のメモリに学習されたオクタン価が、上記モデルの定数として代入される。

【 0 0 3 5 】

S 2 による演算結果は、図 9 のように、インマニ圧 (x) と、有効圧縮比 (y) との関係として得られる。

【 0 0 3 6 】

次に、S 3 に進み、V V T 進角限界を演算する。本実施形態における V V T 進角限界とは、プリイグニッションが生じない V V T 進角量の限界である。

この S 3 では、S 2 により演算され得られた限界有効圧縮比を基に、可変バルブタイミング機構 7 0 の V V T 進角限界を演算する。即ち、可変バルブタイミング機構 7 0 の V V T 進角量の増大による吸気バルブ 2 2 の閉じタイミングの早期化と、それに伴う有効圧縮比の増大との関係から、V V T 進角限界を演算する。この S 3 で演算された V V T 進角限界も、図 9 に示すように、S 2 で演算された限界有効圧縮比限界と同様の 2 次曲線となる。

【 0 0 3 7 】

次に、S 4 に進み、上述した目標 V V T 進角量が、S 3 で演算された V V T 進角限界より大きいかなかを判定する。目標 V V T 進角量が、S 3 で演算された V V T 進角限界より大きいと判定された場合には、S 5 に進み、S 1 で設定した目標 V V T 進角量を、S 3 で演算された V V T 進角限界に制限する。即ち、S 5 では、V V T 進角量が、プリイグニッションが生じるような V V T 進角量とならないよう目標 V V T 進角量を設定し、そのような V V T 進角量が得られるよう、可変バルブタイミング機構 7 0 の電動モータ 7 6 を制御する。

【 0 0 3 8 】

次に、S 5 の処理がなされた後、或いは、S 4 において、目標 V V T 進角量が S 3 で演算された V V T 進角限界以下であると判定された場合、S 6 に進み、現時点での V V T 進角量が、S 3 で演算された V V T 進角限界より大きいかなかを判定する。この S 6 において、現時点での V V T 進角量が、S 3 で演算された V V T 進角限界より大きいと判定された場合には、S 7 に進み、限界インマニ圧を演算する。

【 0 0 3 9 】

この S 7 における限界インマニ圧の演算について、図 8 (b) 及び図 9 により、具体的に説明する。

S 7 において、現時点での V V T 進角量を、吸気カム角センサ 6 8 により検出された吸気バルブ 2 2 のバルブ閉じタイミングを基に演算し、それを変数 y とする。そして、S 2 で使用した有効圧縮比限界多項式モデル (2 次式) の逆関数「 $x = g (y)$ 」により、インマニ圧 x を求める。なお、現時点での有効圧縮比を変数 y として、限界インマニ圧を演算しても良い。ここで、現時点での V V T 進角量 y から、有効圧縮比限界多項式モデルの逆関数を使用してインマニ圧を演算しているので、その演算されたインマニ圧 x は、現時

10

20

30

40

50

点での、ブレイグニッションが生じない限界インマニ圧である。

【0040】

このS7の処理を図9により説明する。上述したようにS2及びS3において、有効圧縮比限界多項式モデルを使用して、図9に示すような有効圧縮比限界/VVT進角限界の2次曲線を既に得ているので、S7では、図9の破線で示すように、VVT進角限界の2次曲線に対し、現時点でのVVT進角量 y から限界のインマニ圧を演算する。

【0041】

ここで、有効圧縮比限界多項式モデルの逆関数($x = g(y)$)は、上述した最も簡単な2次式に対応して説明すると、「 $ax^2 + bx + (c - y) = 0$ 」で表され、この式に、有効圧縮比 y の値を代入として、インマニ圧 x ($x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$) が得られる。上述したように、実際に使用される2次式のモデルは、有効圧縮比限界をより正確に予測するためにより複雑な式を使用するため、これは最も簡単な例である。定数 a 、 b 、 c に代入される値は、S2で説明したものと同様である。

10

【0042】

S7で限界インマニ圧が演算された後、S8に進み、S7で演算された限界インマニ圧に相当する限界空気充填効率(吸気負圧) C_e を演算する。ここで、VVT進角量が同じ条件下では、吸気負圧 C_e (空気量をエンジン回転数で割った1回転当たりの空気充填率)は、インマニ圧と比例関係にあり、このS8では、そのような比例関係を利用すると共に、現時点でのVVT進角量に応じて限界空気充填効率を演算する。

【0043】

S8で限界空気充填効率が演算された後、S9に進み、そのような限界空気充填効率と同等の空気充填効率となるように、電子制御スロットルバルブ16の開度を制限する。

20

【0044】

そして、S1～S9の処理を繰り返す。

S1～S9の処理の繰り返しにより、S8においては、図10に示すように、クランク角に応じた限界空気充填効率が演算され、このような図10のような限界空気充填効率に従って、S9でスロットル開度が調整され、図11に示すように電子制御スロットルバルブ16の開度が制御され、それに応じて、図11に示すような、インマニ圧の応答が得られる。

【0045】

即ち、S1～S9の処理の繰り返しにより、VVT遅角の応答が上述したように遅れる場合、且つ、ドライバーのアクセル要求がブレイグニッションを生じるようなものである場合、例えば、アイドル時からオフアイドル時の発進時や低速走行時に、アクセルを短時間で大きく踏み込むような場合、電子制御スロットルバルブ16の開度により得られる空気充填効率が、限界空気充填効率となるように、電子制御スロットルバルブ16を徐々に開くように制御される。即ち、一律にスロットル開度になましをかけることなく、エンジン1の運転状態及び可変バルブタイミング機構70のVVT遅角状態に応じて、エンジンクランク角が回転する時点で常に、限界有効圧縮比を求めるなどのS1～S9の処理を繰り返し実行して、スロットル開度を調整し、インマニ圧を得るようにしている。そして、図11に示すように、ブレイグニッションが生じる領域Aにおいてインマニ圧の応答が抑制されるように、電子制御スロットルバルブ16の開度が制御される。

30

40

【0046】

また、本実施形態では、基本的に、VVTの応答遅れがなくなる時点(目標VVTに追いつく時点)までS1～S9の処理を繰り返すことにより、図9の実線の矢印で示すように、ブレイグニッションが発生する領域に入らないようにして、有効圧縮比を下げる、即ち、VVT遅角を行うようにしている。一方、図9の二点鎖線の矢印で示すように、従来技術、或いは、本実施形態による制御を行わない場合には、図7において説明したように、スロットル開度に対してインマニ圧の応答が早く、ブレイグニッション発生領域に入る。

【0047】

50

なお、上述した制御内容は、主に、発進時にアイドル時からオフアイドル時にVVT遅角させる場合について説明したが、本実施形態によるエンジンの制御装置は、発進後、エンジン回転数が低回転数となり、ドライバーがアクセルを踏むような場合にVVT遅角させる場合にも適用可能である。

【0048】

次に、本発明の実施形態によるエンジンの制御装置の主な作用効果を説明する。

本実施形態によれば、アイドル時からオフアイドル時への移行時、検出されるVVT進角量(VVTの実位相)に基づいて、プリイグニッションが生じる限界空気を演算し、その演算された限界空気量以上に実空気量が増加しないようにスロットルバルブ16の開度を制限するので、VVTの応答遅れに伴う期間Aでのプリイグニッションの発生を抑制することが出来る(図6、図7、図11参照)。

10

【0049】

また、本実施形態によれば、演算された限界空気量以上に実空気量が増加しないようにスロットルバルブ16の開度を制限するので、一律にスロットル開度になましをかけることなく、プリイグニッションの発生を抑制しつつ可及的速やかにスロットル弁を開いて、車両の発進性を確保することが出来る。即ち、一律にスロットル開度になましをかけると、プリイグニッションの発生に余裕があるような空気量でもスロットル弁が閉じ気味となり、発進性が犠牲になるが、本実施形態においては、エンジン運転状態に応じて、その都度、演算処理を繰り返し、その運転状態に応じた限界空気量以上に実空気量が増加しないようにスロットルバルブ16の開度を制限するので、このようなことを防止することが出来る。

20

【0050】

また、本実施形態によれば、エンジン低回転時にも、プリイグニッションが発生する限界空気量以上にならないようにスロットルバルブ16の開度が設定されるので、アイドル時からオフアイドル時への移行し、車両が発進した後の低回転時にも、プリイグニッションの発生を抑制することが出来る。

【0051】

また、本実施形態によれば、有効圧縮比多項式モデルを用いて、検出されるインマニ圧(実インマニ圧)からプリイグニッションが生じる限界有効圧縮比限界を演算し、さらに、有効圧縮比多項式モデルの逆関数を用いて、検出されるVVT進角量(VVTの実位相)からプリイグニッションが生じる限界空気を演算するので、実VVT遅角の応答が目標VVT遅角より遅れても(VVT遅角をさせようとする場合、電動モータ76で制御される実際のVVT進角量(最遅角位置に対する進角量)に、目標とするVVT進角量に対する応答遅れが生じてても)、効果的に、プリイグニッションが生じる限界空気を求めることが出来る。

30

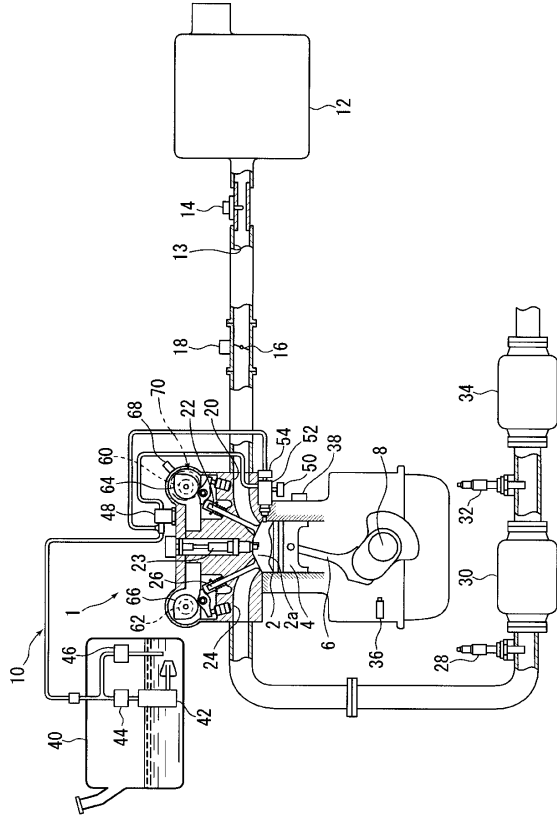
【符号の説明】

【0052】

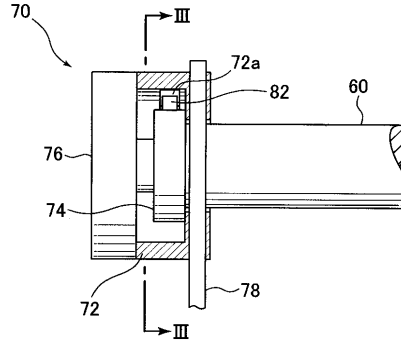
- 1 多気筒直噴式エンジン
- 14 吸気温/流量センサ
- 16 電子制御スロットルバルブ
- 18 スロットルバルブ開度センサ
- 36 クランク角センサ
- 38 エンジン水温センサ
- 68 吸気カム角センサ
- 70 可変バルブタイミング機構
- 76 可変バルブタイミング機構のVVT進角用或いはVVT遅角用の電動モータ
- 90 エンジン制御ユニット
- 92 VVT進角/遅角制御手段
- 94 スロットルバルブ開度制御手段

40

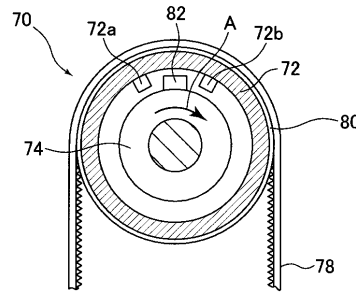
【図1】



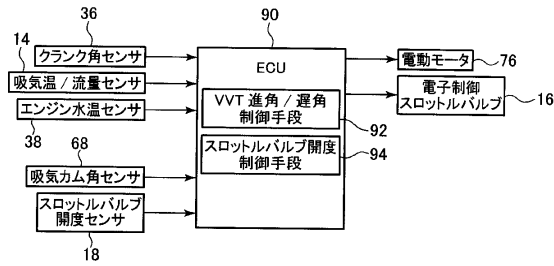
【図2】



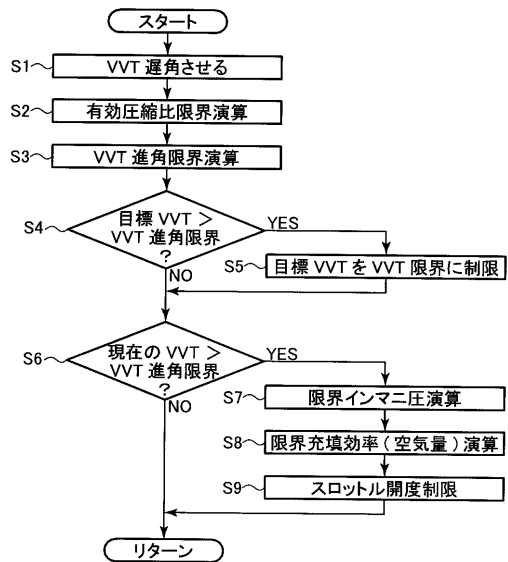
【図3】



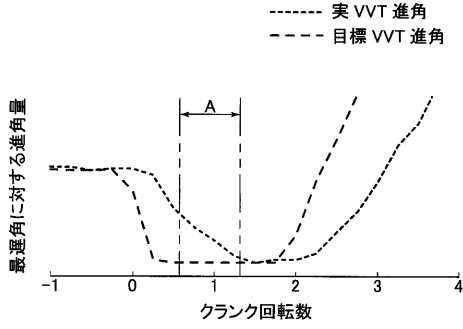
【図4】



【図5】

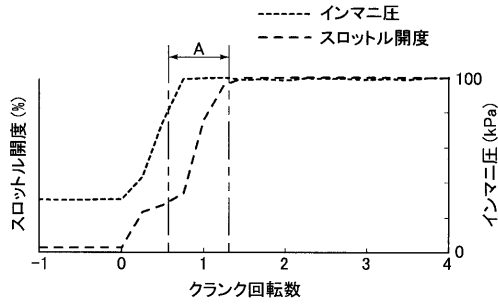


【図 6】

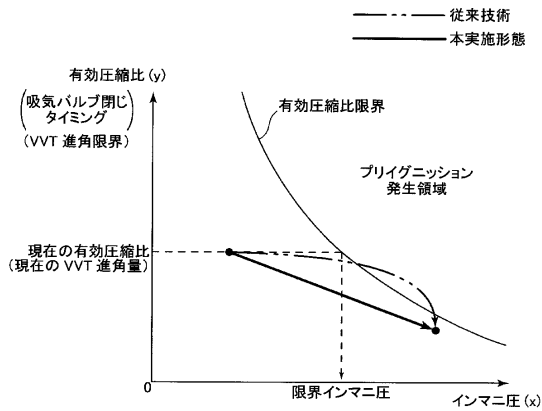


【図 7】

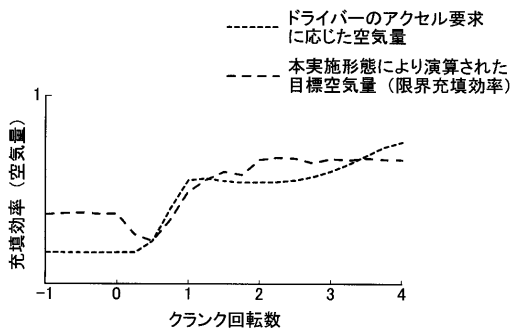
(本実施形態による制御を実行しない場合)



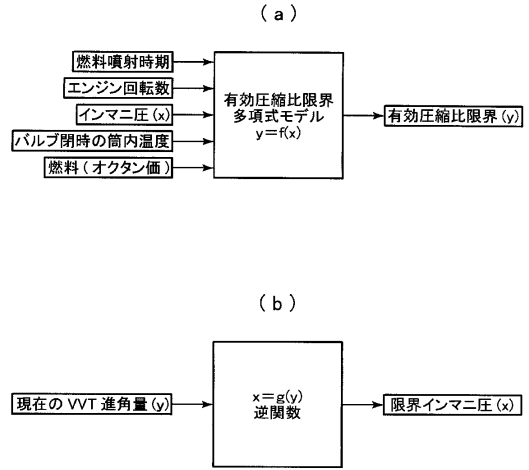
【図 9】



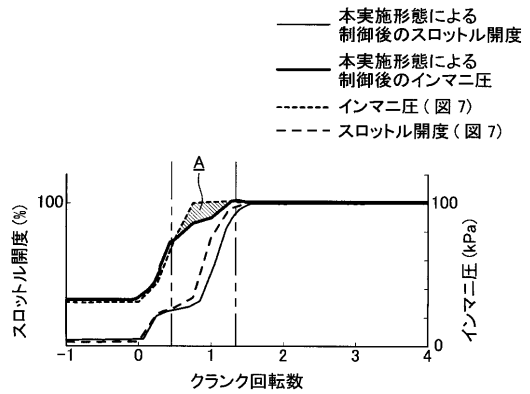
【図 10】



【図 8】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 9/02 3 0 1 Z
F 0 2 D 41/04 3 1 0 G
F 0 2 D 41/04 3 2 0

(72)発明者 志々目 宏二
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 楠 友邦
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 江角 圭太郎
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 有賀 信

(56)参考文献 国際公開第2010/001711(WO, A1)
特開2010-190193(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 4 1 / 0 0 4 5 / 0 0
F 0 2 D 1 3 / 0 0 2 8 / 0 0
F 0 2 D 9 / 0 0 1 1 / 1 0