

(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2015-14257

(P2015-14257A)

(43) 公開日 平成27年1月22日(2015.1.22)

(51) Int.Cl.

F02P 5/15 (2006.01)

F I

F02P 5/15

G

テーマコード (参考)

3G022

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-141790 (P2013-141790)
 (22) 出願日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(71) 出願人 000002082
 スズキ株式会社
 静岡県浜松市南区高塚町300番地
 (74) 代理人 110001520
 特許業務法人日誠国際特許事務所
 (72) 発明者 加藤 大貴
 静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズ
 キ株式会社内
 Fターム(参考) 3G022 AA10 FA06 GA05 GA06 GA07

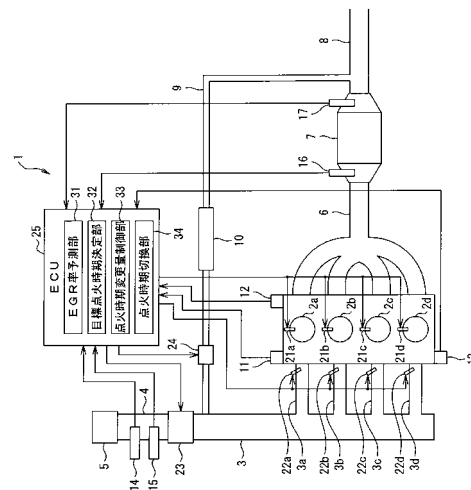
(54) 【発明の名称】 内燃機関の点火時期制御装置

(57) 【要約】

【課題】 EGRの切替わり時に点火時期を目標点火時期に補正するまでの時間を運転状態に応じて変更することにより、点火時期を好適なタイミングで目標点火時期に切り替えることができる内燃機関の点火時期制御装置を提供すること。

【解決手段】 エンジンECU25は、クランク角センサ11からのクランクパルス信号に基づきエンジン1の回転数を算出し、吸気量センサ14からの信号に基づきエンジン1の負荷を検出する。エンジンECU25は、EGRのオフ/オン切替わり時にエンジン回転数と負荷とに基づいて目標点火時期を求める。エンジンECU25は、インテークマニホールド3内のEGR率を予測して予測EGR率を求める。エンジンECU25は、目標点火時期に到達するまで、エンジン回転数、エンジン負荷、予測EGR率で決まる係数により点火時期の変更量を制御して点火時期を変更する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気側へ還流させる排気還流装置と、
前記内燃機関の運転状態に基づいて前記 E G R ガスの還流量を調整する E G R ガス還流量調整部と、を備える内燃機関の点火時期制御装置であって、

前記 E G R ガスの還流の開始時または停止時に、前記内燃機関の運転状態に応じて目標点火時期を設定し、前記内燃機関の点火時期を前記目標点火時期に変更するまでの間、前記内燃機関の運転状態に応じて前記点火時期の変更量を制御することを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項 2】

前記内燃機関の運転状態に基づいて前記点火時期の変更量を制御して点火時期を求める点火時期変更量制御部と、

前記点火時期変更量制御部が求めた点火時期に基づいて前記内燃機関の点火時期を切り換える点火時期切換部と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項 3】

前記内燃機関の運転状態に基づいて前記内燃機関の E G R 率を予測する E G R 率予測部を備え、

前記点火時期変更量制御部は、前記内燃機関の回転数と、前記内燃機関の吸入空気量と、前記 E G R 率予測部が予測した予測 E G R 率と、に基づいて前記点火時期の変更量を制御し、前記内燃機関の回転数が小さくなるほど、または前記内燃機関の吸入空気量が多くなるほど、または前記予測 E G R 率と前記目標点火時期の時の E G R 率との差が大きくなるほど、前記点火時期の時間に対する変更量を少なくすることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の点火時期制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、E G R (Exhaust Gas Recirculation) 装置を備えた内燃機関の点火時期を制御する点火時期制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

内燃機関において、排気ガスを E G R ガスとして吸気側に還流させる E G R 装置を備えることにより、排気ガスの N O_x 低減および燃費の改善を実現するシステムが知られている。

このシステムでは、内燃機関の運転状態に応じて E G R ガスの制御目標流量が設定され、この制御目標流量に基づいて生成された開度指令値に従って E G R バルブが制御される。

【0003】

特に小排気量内燃機関においては、燃費と出力性能を両立させるために、高負荷領域まで E G R ガスを大量に導入し、出力要求の全負荷 (最大吸気量) の領域では E G R をオフにする必要がある。

このような内燃機関において、出力要求によって E G R をオフにした状態から、大量に E G R ガスを導入する状態に運転状態が変化し、E G R オフ用の点火時期マップから E G R オン用の点火時期マップに切り替わった際に、ノッキングが発生する場合がある。

【0004】

このような場合には、ノックセンサー等でノッキングの発生を検知し、点火時期を遅角させてノッキングを回避することが行われている。

しかし、ノッキングの発生を検知して点火時期を遅角させる方法では、E G R のオフ / オンで要求点火時期の差が大きい場合、ノッキング発生を抑えるための制御が追いつかず (点火時期の遅角量が最大量で維持され続け) 内燃機関に過度の負荷を与える恐れがあっ

10

20

30

40

50

た。

【 0 0 0 5 】

このような問題に対応するため、特許文献 1 では、内燃機関の運転状態に応じた目標 E G R 率に基づき E G R パルプを開度制御する E G R 制御手段と、内燃機関の運転状態に基づいて内燃機関の E G R 率を推定する E G R 率推定手段と、を備え、推定 E G R 率と目標 E G R 率との比に基づいて点火時期のリタード量を設定し、このリタード量に基づき点火時期を遅角側に補正する技術が開示されている。これにより、E G R 率が変化する過渡状態での過進角によるノッキングの発生を防止することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 0 6 9 3 6 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 1 では、点火時期を目標 E G R 率に対応する目標点火時期に補正するまでの所要時間については考慮されておらず、目標点火時期に変化させるまでの時間を制御していない。

このため、点火時期を好適なタイミングで目標点火時期に切り替えることができず、E G R 率が変化する過渡状態でのノッキングの発生を解消できていない。

20

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、E G R の切替わり時に点火時期を目標点火時期に補正するまでの時間を運転状態に応じて変更することにより、点火時期を好適なタイミングで目標点火時期に切り替えることができる内燃機関の点火時期制御装置を提供することを目的としている。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

本発明の第 1 の態様は、内燃機関の排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気側へ還流させる排気還流装置と、前記内燃機関の運転状態に基づいて前記 E G R ガスの還流量を調整する E G R ガス還流量調整部と、を備える内燃機関の点火時期制御装置であって、前記 E G R ガスの還流の開始時または停止時に、前記内燃機関の運転状態に応じて目標点火時期を設定し、前記内燃機関の点火時期を前記目標点火時期に変更するまでの間、前記内燃機関の運転状態に応じて前記点火時期の変更量を制御することを特徴とするものである。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の第 2 の態様としては、前記内燃機関の運転状態に基づいて前記点火時期の変更量を制御して点火時期を求める点火時期変更量制御部と、前記点火時期変更量制御部が求めた点火時期に基づいて前記内燃機関の点火時期を切り換える点火時期切換部と、を備えるのが好ましい。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 3 の態様としては、前記内燃機関の運転状態に基づいて前記内燃機関の E G R 率を予測する E G R 率予測部を備え、前記点火時期変更量制御部は、前記内燃機関の回転数と、前記内燃機関の吸入空気量と、前記 E G R 率予測部が予測した予測 E G R 率と、に基づいて前記要求点火時期の変更量を制御し、前記内燃機関の回転数が小さくなるほど、または前記内燃機関の吸入空気量が多くなるほど、または前記予測 E G R 率と前記目標点火時期の時の E G R 率との差が大きくなるほど、前記点火時期の時間に対する変更量を少なくするのが好ましい。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

このように、上記の第 1 の態様によれば、E G R の開始または停止で内燃機関の点火時期に変更が必要になったとき、内燃機関の運転状態に応じて点火時期を変更する量が制御

50

されるため、点火時期と、目標点火時期に到達するまでの時間と、が内燃機関の運転状態により変化し、好適なタイミングで点火時期を目標点火時期に切り替えることができるとともに、好適な点火時期で内燃機関を稼働させることができる。

【 0 0 1 3 】

上記の第 2 の態様によれば、点火時期変更量制御部によって点火時期を変更する量が制御され、点火時期切換部によって点火時期が切り換えられるため、好適なタイミングで点火時期を目標点火時期に切り替えることができるとともに、好適な点火時期で内燃機関を稼働させることができる。

【 0 0 1 4 】

上記の第 3 の態様によれば、内燃機関の運転状態に応じて E G R 率が予測され、内燃機関の回転数と、内燃機関の吸入空気量と、内燃機関の予測 E G R 率と、に基づいて点火時期の変更量が制御され、内燃機関の回転数が小さくなるほど、内燃機関の吸入空気量が多くなるほど、内燃機関の予測 E G R 率と目標点火時期の時の E G R 率との差が大きくなるほど、点火時期の時間に対する変更量が少なくなり、内燃機関の運転状態に応じて目標点火時期に到達するまでの所要時間を変更することができ、好適なタイミングで点火時期を変更できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る点火時期制御装置を示す図であり、その概念ブロック図である。

【 図 2 】 図 2 は、その処理手順を説明するフローチャートである。

【 図 3 】 図 3 は、その処理手順による E G R 率と点火時期の変化を示すタイムチャートである。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る点火時期制御装置を示す図であり、その処理手順を説明するフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。図 1 ~ 図 3 は本発明の第 1 実施形態に係る点火時期制御装置を示す図である。

【 0 0 1 7 】

(第 1 実施形態)

図 1 において、エンジン (内燃機関) 1 は、吸気管噴射型の直列 4 気筒ガソリンエンジンとして構成されており、不図示の車輪を回転して走行させる駆動源として車両に搭載されている。

エンジン 1 は、ピストンが気筒 2 a ~ 2 d 内を 2 往復する間に吸気行程、圧縮行程、膨張行程、および排気行程からなる一連の 4 行程を行うとともに、圧縮行程および膨張行程の間に点火を行う 4 サイクルのエンジンによって構成されている。

【 0 0 1 8 】

このエンジン 1 は、排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気側に還流させる E G R を行うことにより、排気ガスの NO_x 低減および燃費の改善を実現している。

ここで、エンジン 1 は、エンジン E C U (electronic control unit) 2 5 を備えており、エンジン E C U 2 5 がエンジン 1 の各部を統括制御して、エンジン 1 を効率よく駆動させるようになっている。

エンジン 1 は、4 つの気筒 2 a ~ 2 d を備えていて、各気筒 2 a ~ 2 d の頂部に形成される燃焼室には点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d が設けられている。

【 0 0 1 9 】

エンジン 1 の本体には、エンジン出力軸の回転角を検出するクランク角センサ 1 1、カム角を検出するカム角センサ 1 2 および冷却水温度を検知する水温センサ 1 3 が設けられている。

各気筒 2 a ~ 2 d の吸気側は、インテークマニホールド 3 のブランチ 3 a ~ 3 d が接続

10

20

30

40

50

されている。各気筒 2 a ~ 2 d の吸気側は、インテークマニホールド 3 を介して共通の吸気通路 4 に連結されている。

【 0 0 2 0 】

吸気通路 4 の最上流には吸気を浄化するエアクリナー 5 が設けられている。吸気通路 4 の下流には吸気量を検出する吸気量センサ 1 4、および吸気圧を検出する吸気圧センサ 1 5 が設けられている。吸気通路 4 の最下流には吸気量を調節するスロットルバルブ 2 3 が設けられている。

また、インテークマニホールド 3 の各ブランチ 3 a ~ 3 d には燃料を噴射するインジェクタ 2 2 a ~ 2 2 d が設けられている。

【 0 0 2 1 】

一方、各気筒 2 a ~ 2 d の排気側は、排気通路 6 が接続されている。排気通路 6 の下流には、排気を浄化する触媒 7、および排気管 8 が設けられている。なお触媒 7 の上流側および下流側には排気中の酸素濃度を検出する触媒前排気センサ 1 6、触媒後排気センサ 1 7 が設けられている。

このエンジン 1 は、インテークマニホールド 3 と排気管 8 を連通する排気還流管 9 を備え、排気ガスの一部を E G R ガスとして吸気側に還流させることにより、E G R を行うようになっている。すなわち、排気還流管 9 が排気還流装置を構成する。

【 0 0 2 2 】

この排気還流管 9 には、排気管 8 から流れる E G R ガスの量を調整する排気還流弁 2 4 が設けられ、排気還流弁 2 4 よりも排気管 8 側に E G R ガスの温度を低下させる冷却装置 1 0 が設けられている。すなわち、排気還流弁 2 4 が E G R ガス還流量調整部を構成する。

エンジン E C U 2 5 は、予め格納されている制御プログラムを実行して、各種センサ類からの検出情報に基づいて、燃料噴射量、E G R 率、点火時期等の目標値を設定し、この目標値に基づいて点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d、インジェクタ 2 2 a ~ 2 2 d、スロットルバルブ 2 3、排気還流弁 2 4 を制御してエンジン 1 を効率よく駆動させるようになっている。

【 0 0 2 3 】

エンジン E C U 2 5 の入力側には、クランク角センサ 1 1、カム角センサ 1 2、水温センサ 1 3、吸気量センサ 1 4、吸気圧センサ 1 5、排気センサ 1 6、1 7 等の各種センサ類が接続されている。

また、エンジン E C U 2 5 の出力側には、点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d、インジェクタ 2 2 a ~ 2 2 d、スロットルバルブ 2 3、排気還流弁 2 4 等の各種デバイスが接続されている。

【 0 0 2 4 】

このようなエンジン 1 において、エアクリナー 5 を経て吸気通路 4 内に導入された吸気は、スロットルバルブ 2 3 の開度に応じて流量調整された後にインテークマニホールド 3 の各ブランチ 3 a ~ 3 d 内を通過して、インジェクタ 2 2 a ~ 2 2 d から燃料を噴射された後、図示しない吸気弁の開弁に伴って各気筒 2 a ~ 2 d の筒内に導入される。

筒内に導入された噴射燃料は、各気筒 2 a ~ 2 d の点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d により点火され燃焼する。

【 0 0 2 5 】

燃焼後の排気ガスは、図示しない排気弁の開弁に伴って筒内から排出され、排気通路 6、触媒 7、排気管 8 を経て排出される。

排気ガスの一部は、E G R ガスとして排気還流弁 2 4 の開度に応じて排気還流管 9 からインテークマニホールド 3 内に還流される。

エンジン E C U 2 5 は、エンジン 1 の運転状態（例えば、回転数と負荷）から E G R の実行可否を判断するようになっている。例えば、エンジン E C U 2 5 は、回転数と負荷とのマップにより E G R をオンにするかオフにするかを判断する。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

具体的には、エンジン ECU 25 は、クランク角センサ 11 からのクランクパルス信号に基づきエンジン 1 の回転数を算出する。

またエンジン ECU 25 は、吸気量センサ 14 からの信号に基づき単位時間当たりの吸入空気の量（吸入空気量）を算出し、この吸入空気量によりエンジン 1 の負荷を検出する。

【0027】

エンジン 1 の回転数と負荷とのマップは、EGR をオンにする EGR オン領域と、EGR をオフにする EGR オフ領域とに分けられていて、回転数と負荷とによってどちらの領域に入るかが決まるようになっている。

エンジン ECU 25 は、エンジン 1 の回転数と負荷との値がマップの EGR オン領域であるとき、EGR を実行すべきと判断し、排気還流弁 24 を開弁する。すると、EGR ガスが排気還流管 9 を通してインテークマニホールド 3 に還流される。

【0028】

このとき、エンジン ECU 25 は、例えば、エンジン 1 の回転数と負荷との状態に最適な EGR 率が設定されたマップにより、目標 EGR 率を求め、インテークマニホールド 3 に導入される EGR 率が目標 EGR 率になるように排気還流弁 24 の開度を制御する。

また、エンジン ECU 25 は、例えば、インテークマニホールド 3 の EGR 率に最適な点火時期が設定されたマップにより、目標 EGR 率から目標点火時期を求め、点火時期を目標点火時期に変化させる。

【0029】

他方、エンジン 1 の回転数と負荷との値がマップの EGR オフ領域であるとき、エンジン ECU 25 は、EGR を実行すべきでないと判断し、排気還流弁 24 を全閉とする。

また、エンジン ECU 25 は、EGR 率予測部 31 と、目標点火時期決定部 32 と、点火時期変更量制御部 33 と、点火時期切換部 34 と、を備える点火時期制御装置として機能することにより、EGR がオフからオンになったときの点火時期の変更制御を実行するようになっている。

【0030】

EGR 率予測部 31 は、EGR がオフからオンになったとき、インテークマニホールド 3 内の EGR 率を予測するようになっている。

なお、以下に述べる EGR 率の予測処理は、予め設定されたサンプリング周期に従って繰り返し実行されるようになっており、処理実行時に算出した予測 EGR 率などを記憶しておき、次回実行時に利用するようになっている。

【0031】

具体的に、EGR 率予測部 31 は、インテークマニホールド 3 中の空気が全て入れ替わるのに掛かる時間を表わす時定数 τ_1 を以下の式 (1) により算出する。

時定数 $\tau_1[s] = \text{インテークマニホールド容積}[L] \div \text{体積効率} \div \{(排気量[L] \div 2) \times (\text{エンジン回転数}[rpm] \div 60[s])\} \dots (1)$

ここで、インテークマニホールド容積および排気量はエンジン 1 の諸元値等により一意に決まる値である。体積効率は、吸気量センサ 14 からの信号に基づき算出される吸入空気量を排気量で割ったものである。

【0032】

EGR 率予測部 31 は、時定数 τ_1 から予測 EGR 率を算出するための係数 k_2 を以下の式 (2) により算出する。

係数 $k_2 = \text{サンプリング周期}[s] \div \text{時定数} \tau_1[s] \dots (2)$

ここで、サンプリング周期とは、この EGR 率予測処理を実行する時間間隔のことである。

この係数 k_2 は、1 サンプリング周期の間に入れ替わる空気のインテークマニホールド容積に対する比率である。

【0033】

EGR 率予測部 31 は、この係数 k_2 を使い、予測 EGR 率を以下の式 (3) で算出する

、

$$\text{予測 EGR 率}(i) = \text{予測 EGR 率}(i-1) + k_2 \times (\text{目標 EGR 率} - \text{予測 EGR 率}(i-1)) \dots (3)$$
)

ここで、予測 EGR 率($i-1$)は前回実行時に算出した予測 EGR 率の値である。なお、EGR がオンに切り替わった直後の実行時には、前回の予測 EGR 率は記憶されていないので、EGR オフ時の EGR 率として例えばエンジン回転数と負荷とのマップにより求めるようになっている。ここでは EGR オフからオンへの切り替わり時のため、EGR オフ時に対応した EGR 率をマップにより求めている。

【0034】

また、目標 EGR 率は、上述したように、例えばエンジン回転数と負荷とのマップにより求めるようになっている。なお、目標 EGR 率は、EGR 導入時に求め、その値を記憶しておいて使用してもよい。

EGR 率予測部 31 は、式 (3) により、1 サンプリング周期の間に入れ替わった空気の EGR 率により EGR 率を予測している。

【0035】

目標点火時期決定部 32 は、上述したようにして求めた目標 EGR 率を使い、EGR 率に最適な点火時期が設定されたマップにより、目標 EGR 率から目標点火時期を決定するようになっている。なお、目標点火時期は、EGR 導入時に求め、その値を記憶しておいて使用してもよい。

点火時期変更量制御部 33 は、EGR 率予測部 31 が予測した予測 EGR 率と、エンジン 1 の回転数と、エンジン 1 の負荷とに基づいて、エンジン 1 の点火時期の変更量を制御し、変更後の点火時期である要求点火時期を算出するようになっている。

【0036】

なお、以下に述べる要求点火時期の算出処理は、上述の EGR 率予測部 31 の EGR 率予測処理に続いて実行するようになっている。すなわち、上述の EGR 率予測処理と同じサンプリング周期に従って繰り返し実行されるようになっており、処理実行時に算出した要求点火時期などを記憶しておき、次回実行時に利用するようになっている。

具体的に、点火時期変更量制御部 33 は、要求点火時期を算出するための係数 k_3 を、EGR 率予測部 31 が算出した係数 k_2 を使って以下の式 (4) で算出する。

$$\text{係数 } k_3 = \text{係数 } k_2 \times \dots (4)$$

【0037】

ここで、 k_2 は、点火時期の徐変感度である。 k_2 は、エンジン 1 の回転数と負荷とにより値を変えるようになっており、例えば、エンジン回転数と負荷とにより決まるマップにより値を決めるようになっている。

k_3 は、EGR 率予測部 31 が予測した予測 EGR 率により値を変えるようになっており、例えば、予測 EGR 率により決まるテーブル (マップ) により、予測 EGR 率に対応して値が決まるようになっている。

【0038】

点火時期の変化量に対するノッキングの感度は、エンジン回転数、エンジン負荷および導入する EGR 率によって異なるため、上述のように、 k_2 の値を変えるようになっている。

k_3 はエンジン回転数が低いほど小さい値をとり、エンジン負荷 (吸入空気量) が高いほど小さい値をとるようにする。 k_3 は予測 EGR 率と目標点火時期の時の EGR 率との差が大きいほど小さい値をとるようにする。

【0039】

点火時期変更量制御部 33 は、上記係数 k_3 と目標点火時期決定部 32 が決定した目標点火時期を使い、要求点火時期を以下の式 (5) で算出する。

$$\text{要求点火時期}(i) = \text{要求点火時期}(i-1) + k_3 \times (\text{目標点火時期} - \text{要求点火時期}(i-1)) \dots (5)$$

ここで、要求点火時期($i-1$)は前回実行時に算出した要求点火時期の値である。なお、

EGRがオンに切り替わった直後の実行時には、前回の要求点火時期は記憶されていないので、EGRオフ時の要求点火時期として例えばエンジン回転数と負荷とのマップにより求めるようになっている。ここではEGRオフからオンへの切り替わり時のため、EGRオフ時に対応した要求点火時期をマップにより求めている。

【0040】

点火時期変更量制御部33は、式(5)により、前回の要求点火時期に、徐変係数、により変更量を制御して要求点火時期を算出している。

式(5)で算出する要求点火時期は、係数 k_3 が大きいほど変更量が多く(感度が高く)なり、目標点火時期に到達するまでの所要時間が短くなる。すなわち、エンジン回転数が低いほど、エンジン負荷が高いほど、予測EGR率と目標点火時期の時のEGR率との差が大きいほど、時間に対する変更量が小さくなり、目標点火時期に到達するまでの所要時間が長くなるようになっている。

【0041】

点火時期切換部34は、点火時期変更量制御部33が算出した要求点火時期に従って点火プラグ21a~21dを制御して、好適な点火時期でエンジン1を稼働させる。

このような構成を備えて、エンジンECU25は、上記制御プログラムを実行することにより、EGRがオフからオンになったときの点火時期の変更制御を実現するようになっている。具体的には、図2のフローチャートに示す制御処理(制御方法)を実行する。

【0042】

なお、図2のフローチャートの処理は、その処理内で予め設定されたサンプリング周期に従って繰り返されるようになっており、サンプリング周期で処理を繰り返すために、1回の処理実行後にサンプリング周期に対応した時間だけ処理の実行を待機し、設定された時間経過後、処理を再開するようになっている。

図2のフローチャートに示すように、エンジンECU25は、まず、EGRオフ領域であることを確認してから、EGRオフからオンに変わったことを検出する(ステップS11、S12)。

【0043】

なお、エンジンECU25は、ステップS11においてEGRオフ領域であることが確認できなければ確認できるまで処理を繰り返す。また、エンジンECU25は、ステップS12においてEGRオフからオンに変わったことを検出できなければ検出できるまで処理を繰り返す。

ステップS11、S12において、EGRオフからオンに変わったことを検出した場合、EGR率予測部31は、インテークマニホールド3内のEGR率を予測するための時定数 τ_1 を算出する(ステップS13)。

【0044】

次いで、EGR率予測部31は、時定数 τ_1 から予測EGR率を算出するための係数 k_2 を算出し、この係数 k_2 を使って予測EGR率を算出する(ステップS14)。

次いで、点火時期変更量制御部33は、係数 k_2 から要求点火時期を算出するための係数 k_3 を算出する。

そして、点火時期変更量制御部33は、この係数 k_3 を使って要求点火時期を算出する(ステップS15)。

【0045】

点火時期切換部34は、その要求点火時期を点火時期として点火プラグ21a~21dを制御してエンジン1を稼働させる。

次いで、エンジンECU25は、算出した要求点火時期が目標点火時期と同じになったか否かを判定し(ステップS16)、同じになっていないと判定した場合、サンプリング周期に応じた時間だけ処理を待機した後、ステップS14に戻って処理を繰り返す。

【0046】

ステップS16において、要求点火時期が目標点火時期と同じになっていると判定した場合、エンジンECU25は、点火時期の変更制御処理が終了したと判断し、処理結果と

10

20

30

40

50

して記憶している値を初期化して（ステップ S 1 7）、サンプリング周期に応じた時間だけ処理を待機した後、ステップ S 1 1 に戻って E G R の切り替わりの検出から処理を繰り返す。

以上のように説明した本実施形態の作用について、図 3 を参照して説明する。

図 3 の上のグラフは、E G R がオフからオンに切り替わってからの E G R 率予測部 3 1 によるインテークマニホールド 3 内の予測 E G R 率の変化を示したグラフである。

【0047】

図 3 の下のグラフは、E G R がオフからオンに切り替わってからの点火時期変更量制御部 3 3 による要求点火時期の変化を示したグラフである。

時刻 T1 において、E G R がオフからオンに切り替わると、点火時期は直ぐに目標点火時期に向かって変更が始まり、予測 E G R 率が目標 E G R 率になるとともに点火時期が目標点火時期になる T2 まで、徐々に目標点火時期まで変化している。

【0048】

本実施形態においては、E G R の切り替わり直後から点火時期が好適な値に変更される。また、点火時期が目標点火時期になる T2 までの時間も好適な値に制御される。

したがって、点火時期を目標点火時期に変更させるとき、エンジン回転数、エンジン負荷、E G R 率で決まる係数 k_3 により点火時期を変えているため、好適な点火時期でエンジン 1 を稼働させることができる。

【0049】

また、エンジン回転数、エンジン負荷、E G R 率で決まる係数 k_3 により変更量（変更感度）を変えているため、E G R がオフからオンに切り替わった時点から、点火時期が目標点火時期になるまでの時間を、その間のエンジン 1 の運転状態に応じて変えることができる、点火時期を好適なタイミングで目標点火時期に切り替えることができる。

なお、本実施形態においては、吸気管噴射型の直列 4 気筒ガソリンエンジン用の点火時期制御装置について示したが、エンジンの形式等はこれに限ることはなく、例えば筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射型ガソリンエンジンに適用したり、V 型エンジン等へ適用したりしてもよい。

【0050】

（第 2 実施形態）

次に、図 4 は本発明の第 2 実施形態に係る点火時期制御装置を示す図である。ここで、本実施形態は上述実施形態と略同様に構成されているので、図面を流用して同様な構成には同一の符号を付して特徴部分を説明する。

図 1 においてエンジン E C U 2 5 は、図 4 のフローチャートに示す処理を実行して、E G R がオンからオフになったとき（E G R 停止時）、インテークマニホールド 3 内の E G R 率を予測し、予測結果により点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d の点火時期を制御するようになっている。

【0051】

なお、図 4 のフローチャートの処理は、その処理内で予め設定されたサンプリング周期に従って繰り返されるようになっており、処理実行時に算出した予測 E G R 率や要求点火時期などを記憶しておき、次回実行時に利用するようになっている。

具体的には、図 4 のフローチャートに示すように、エンジン E C U 2 5 は、まず、E G R オン領域であることを確認してから、E G R オンからオフに変わったことを検出する（ステップ S 2 1、S 2 2）。

【0052】

なお、エンジン E C U 2 5 は、ステップ S 2 1 において E G R オン領域であることが確認できなければ確認できるまで処理を繰り返す。また、エンジン E C U 2 5 は、ステップ S 2 2 において E G R オンからオフに変わったことを検出できなければ検出できるまで処理を繰り返す。

ステップ S 2 1、S 2 2 において、E G R オンからオフに変わったことを検出した場合、E G R 率予測部 3 1 は、インテークマニホールド 3 内の E G R 率を予測するための時定

10

20

30

40

50

数 γ_1 を算出する（ステップ S 1 3）。

【 0 0 5 3 】

次いで、E G R 率予測部 3 1 は、予測 E G R 率を算出する（ステップ S 2 3）。なお、E G R がオフに切り替わった直後の実行時には、前回の予測 E G R 率は記憶されていないので、E G R オン時の E G R 率として例えばエンジン回転数と負荷とのマップにより求めるようになっている。ここでは E G R オンからオフへの切り替わり時のため、E G R オン時に対応した E G R 率をマップにより求めている。

【 0 0 5 4 】

次いで、点火時期変更量制御部 3 3 は、係数 k_3 を使って、要求点火時期を算出する（ステップ S 2 4）。なお、E G R がオフに切り替わった直後の実行時には、前回の要求点火時期は記憶されていないので、E G R オン時の要求点火時期として例えばエンジン回転数と負荷とのマップにより求めるようになっている。ここでは E G R オンからオフへの切り替わり時のため、E G R オン時に対応した要求点火時期をマップにより求めている。

点火時期切換部 3 4 は、その要求点火時期を点火時期として点火プラグ 2 1 a ~ 2 1 d を制御してエンジン 1 を稼働させる。

【 0 0 5 5 】

次いで、エンジン E C U 2 5 は、上述の実施形態と同様に、算出した要求点火時期が目標点火時期と同じになったか否かを判定し（ステップ S 1 6）、同じになっていないと判定した場合、サンプリング周期に応じた時間だけ処理を待機した後、ステップ S 1 4 に戻って処理を繰り返す。

ステップ S 1 6 において、要求点火時期が目標点火時期と同じになっていると判定した場合、エンジン E C U 2 5 は、点火時期の変更制御処理が終了したと判断し、処理結果として記憶している値を初期化して（ステップ S 1 7）、サンプリング周期に応じた時間だけ処理を待機した後、ステップ S 1 1 に戻って E G R の切り替わりの検出から処理を繰り返す。

【 0 0 5 6 】

したがって、点火時期を目標点火時期に変更させるとき、エンジン回転数、エンジン負荷、E G R 率で決まる係数 k_3 により変更量を変えているため、点火時期が目標点火時期になるまでの時間を、その間のエンジン 1 の運転状態に応じて変えることができ、点火時期を好適なタイミングで目標点火時期に切り替えることができる。

また、例えば、E G R がオンからオフになった直後は、インテークマニホールド 3 内に E G R ガスが残留している場合があり、E G R が残留している間は目標点火時期に比べて点火時期を進角することができるため、燃費向上を図ることができる。

【 0 0 5 7 】

本発明の実施形態を開示したが、当業者によっては本発明の範囲を逸脱することなく変更が加えられうることは明白である。すべてのこのような修正及び等価物が次の請求項に含まれることが意図されている。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

- 1 エンジン
- 3 インテークマニホールド
- 3 a ~ 3 d ブランチ
- 9 排気還流管
- 1 0 冷却装置
- 1 1 クランク角センサ
- 1 4 吸気量センサ
- 2 1 a ~ 2 1 d 点火プラグ
- 2 4 排気還流弁
- 2 5 エンジン E C U
- 3 1 E G R 率予測部

10

20

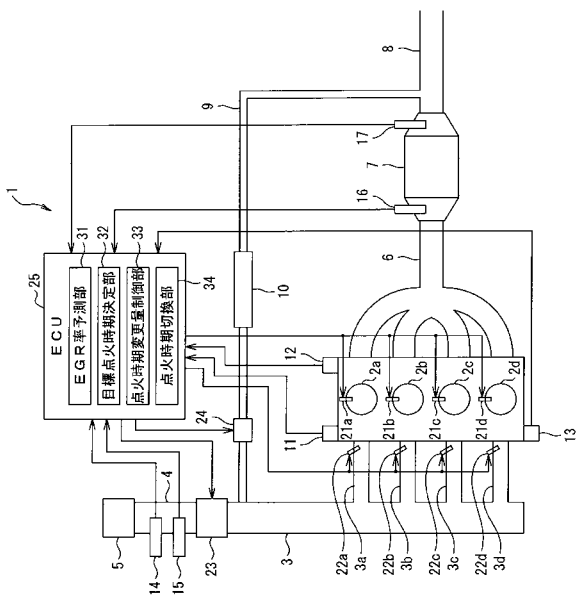
30

40

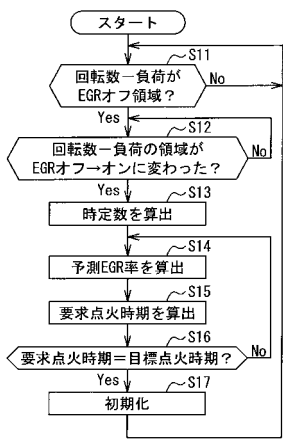
50

- 3 2 目標点火時期決定部
- 3 3 点火時期変更量制御部
- 3 4 点火時期切換部

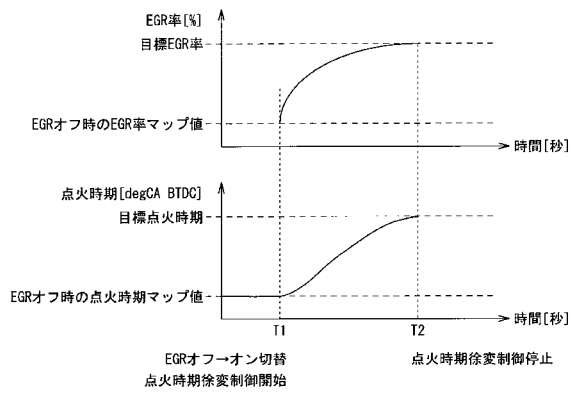
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



【図4】

