

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4241107号
(P4241107)

(45) 発行日 平成21年3月18日(2009.3.18)

(24) 登録日 平成21年1月9日(2009.1.9)

(51) Int.Cl.	F 1	
FO2D 43/00	(2006.01)	FO2D 43/00 3O1N
FO2B 37/00	(2006.01)	FO2D 43/00 3O1R
FO2B 37/10	(2006.01)	FO2D 43/00 3O1Z
FO2D 13/02	(2006.01)	FO2B 37/00 3O2A
FO2D 21/08	(2006.01)	FO2B 37/00 3O2F
請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-68093 (P2003-68093)
 (22) 出願日 平成15年3月13日(2003.3.13)
 (65) 公開番号 特開2004-278348 (P2004-278348A)
 (43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)
 審査請求日 平成17年12月19日(2005.12.19)

前置審査

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100099645
 弁理士 山本 晃司
 (72) 発明者 宮下 茂樹
 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 後藤 信朗

(56) 参考文献 特開2001-152879 (JP, A)
)
 特開2002-276444 (JP, A)
)

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】

排気流量と過給効果との対応関係を変化させる過給効果調整手段を含むターボチャージャーが設けられた内燃機関に適用される制御装置において、

前記ターボチャージャーとは別に設けられてEGR量を調整可能なEGR量調整手段と

、
 前記過給効果調整手段による過給効果の調整に伴って発生するEGR量の変化を相殺するように、過給効果の調整に伴う排気背圧の変化に応じて前記EGR量調整手段の動作を制御するEGR制御手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記EGR量調整手段として、前記内燃機関の排気通路と吸気通路とを結ぶEGR通路を経由して排気を前記吸気通路に戻す外部EGR調整装置が設けられ、前記EGR量制御手段は、前記EGR量の変化を相殺するように前記外部EGR調整装置によるEGR量を制御することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

前記EGR量調整手段として、前記内燃機関の吸気弁及び排気弁の少なくともいずれか一方の動弁特性を制御する可変動弁機構が設けられ、前記EGR量制御手段は、前記前記EGR量の変化を相殺するように前記可変動弁機構による動弁特性を制御することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項4】

前記 EGR 量制御手段は内燃機関のシリンダに取り込まれる全 EGR 量を特定し、その特定結果に基づいて前記 EGR 量調整手段の動作を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関における EGR 量や燃焼状態を制御する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

可変ノズル付きターボチャージャーを備えた内燃機関において、EGR弁が最大開度に操作されても EGR 量が不足するときにターボチャージャーの可変ノズルを絞り込んで排気の背圧を上昇させ、それにより EGR 量を増加させる制御装置が知られている（例えば特許文献 1 参照）。その他に、本発明に関連する従来技術として特許文献 2 がある。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2001-152879 号公報

【特許文献 2】

特表 2000-500544 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、EGR 量の調整を目的として可変ノズルの開度を変化させた場合はともかくとして、可変ノズルの本来の目的である過給効果の調整のためにノズル開度を変化させた場合、開度の調整に伴って排気背圧が変化し、その影響で内部 EGR 量、つまりシリンダ内に残留する燃焼ガスの量が変化する。このような内部 EGR 量の変化を考慮して内燃機関の運転状態を制御しないと燃焼温度や燃焼速度等が最適な状態からずれて燃焼状態が悪化し、排気エミッションや燃費の悪化を招く。電動機付きターボチャージャーにおいて、タービンロータの回転を電動機によって変化させた場合にも同様の問題が生じる。

【0005】

そこで、本発明はターボチャージャーに設けられた過給効果調整手段の影響を抑えて燃焼状態を良好に維持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。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の制御装置は、排気流量と過給効果との対応関係を変化させる過給効果調整手段を含むターボチャージャーが設けられた内燃機関に適用される。そして、前記ターボチャージャーとは別に設けられて EGR 量を調整可能な EGR 量調整手段と、前記過給効果調整手段による過給効果の調整に伴って発生する EGR 量の変化を相殺するように、過給効果の調整に伴う排気背圧の変化に応じて前記 EGR 量調整手段の動作を制御する EGR 制御手段とを備えることにより、上述した課題を解決する（請求項 1）。

【0007】

この発明によれば、過給効果調整手段の操作によって EGR 量が変わっても、その変化を相殺するように EGR 量調整手段が作動することにより、EGR 量の最適値（制御の目標値）からのずれが抑えられる。このため、燃焼状態が良好に維持され、排気エミッションや燃費の悪化が防止される。過給効果調整手段による過給効果の調整に伴って排気背圧が変化し、その結果として EGR 量が変わることから、排気背圧の変化を監視すれば EGR 量の変化を把握でき、EGR 量の変化が適切に相殺されるよう EGR 量調整手段を制御することができる。

【0008】

本発明の内燃機関の制御装置においては、前記 EGR 量調整手段として、前記内燃機関の排気通路と吸気通路とを結ぶ EGR 通路を経由して排気を前記吸気通路に戻す外部 EGR 調整装置が設けられ、前記 EGR 量制御手段は、前記 EGR 量の変化を相殺するように前

10

20

30

40

50

記外部 EGR 調整装置による EGR 量を制御してもよい（請求項 2）。あるいは、前記 EGR 量調整手段として、前記内燃機関の吸気弁及び排気弁の少なくともいずれか一方の動弁特性を制御する可変動弁機構が設けられ、前記 EGR 量制御手段は、前記 EGR 量の変化を相殺するように前記可変動弁機構による動弁特性を制御してもよい（請求項 3）。これらの態様によれば、ターボチャージャーの過給効果が調整されると、その調整に伴う EGR 量の変化を相殺するように外部 EGR 調整装置による EGR 量や可変動弁機構による動弁特性が調整される。なお、可変動弁機構は動弁特性として例えば開閉タイミング又は作用角を変更するものを含む。吸気弁と排気弁のそれぞれの開弁期間のオーバーラップ量や吸気弁又は排気弁の作用角を変更することにより内部 EGR 量を調整することができる。

【0010】

前記 EGR 量制御手段は内燃機関のシリンダに取り込まれる全 EGR 量を特定し、その特定結果に基づいて前記 EGR 量調整手段の動作を制御してもよい（請求項 4）。全 EGR 量は内部 EGR 量と外部 EGR 量との和として与えられるものであり、これを特定して EGR 量調整手段の動作を制御すれば EGR 量をより正確に最適値に制御することができる。

【0013】

本発明において、EGR 量の特定やその制御の概念は、EGR 量そのものが対象となる場合に限らず、EGR 率のように EGR 量に換算可能な物理量によって EGR に関する目標値や変化量が特定されて EGR 量が制御される場合も含む。本発明において、「相殺」の概念は、EGR 量の変化又はその変化が燃焼に与える影響を完全に打ち消す場合に限らず、EGR 量の変化又はその変化が燃焼に与える影響を部分的に、又は不完全に打ち消す場合も含む。

【0014】

【発明の実施の形態】

（第 1 の実施形態）

図 1 は本発明の制御装置が適用された内燃機関の一実施形態を示している。この内燃機関 1 は、吸気通路 2 からシリンダ 3 内に空気を取り込むとともに燃料噴射弁 4 からシリンダ 3 内に燃料を直接噴射してシリンダ 3 内で燃料混合気を形成する筒内噴射式ガソリンエンジンとして構成されている。シリンダ 3 内で形成された燃料混合気は点火プラグ 5 で着火されて燃焼し、その燃焼エネルギーでピストン 6 が往復駆動される。なお、内燃機関 1 には複数のシリンダ 3 が設けられているが、図 1 では単一のシリンダ 3 のみが代表して示されている。吸気通路 2 及び排気通路 7 はそれぞれ吸気弁 8 及び排気弁 9 によってシリンダ 3 に対して開閉される。内燃機関 1 は燃料噴射弁 4 から吸気通路 2 に燃料を噴射するいわゆるポート噴射式のガソリンエンジンであってもよいし、軽油を燃料としたディーゼルエンジンであってもよい。

【0015】

吸気通路 2 と排気通路 7 との間にはターボチャージャー 10 が設けられている。ターボチャージャー 10 は、排気通路 7 に収容されるタービンロータ 10 a と、吸気通路 2 に収容されるコンプレッサロータ 10 b と、両ロータ 10 a、10 b を同軸に連結するスピンドル 10 c とを備え、排気通路 7 の排気エネルギーを利用してタービンロータ 10 a、スピンドル 10 c 及びコンプレッサロータ 10 b を一体的に回転させて吸気通路 2 の吸気をシリンダ 3 に過給する周知の過給装置である。但し、本実施形態のターボチャージャー 10 は、スピンドル 10 c を駆動する電動機 10 d を備えた電動機付きターボチャージャーとして構成されている。電動機 10 d は例えばスピンドル 10 c にロータを取り付け、かつスピンドル 10 c の周囲にステータを配置することによって構成することができる。

【0016】

電動機 10 d はバッテリー 12 からインバータ 11 を介して供給される電力によりスピンドル 10 c を正逆両方向に回転駆動できるとともに、スピンドル 10 c によって駆動されることにより発電を行うこともできる。電動機 10 d が生成した電力はインバータ 11 を介してバッテリー 12 に充電される。このように電動機 10 d にてスピンドル 10 c の回転を

10

20

30

40

50

変化させ、又は電動機 10 d にて発電を行うことにより、タービンロータ 10 a に導かれる排気流量とコンプレッサロータ 10 b による吸気の過給効果との対応関係が変化する。従って、電動機 10 d は過給効果調整手段として機能する。なお、電動機 10 d の正転は、ターボチャージャー 10 のタービンロータ 10 a が排気によって回される際の回転方向に相当する。ターボチャージャー 10 のタービン 10 a 側には、過給効果調整手段として電動機 10 d の他に可変ノズルが設けられてもよい。

【0017】

吸気通路 2 のコンプレッサロータ 10 b よりも上流側にはエアフィルタ 13 が配置され、コンプレッサロータ 10 b よりも下流側にはインタークーラー 14 及びスロットルバルブ 15 が配置される。また、排気通路 7 のタービンロータ 10 a よりも下流側に排気浄化用の触媒 16 が設けられる。

10

【0018】

スロットルバルブ 15 は、エンジンコントロールユニット (ECU) 17 にてスロットルモータ 18 を操作することによりその開度が制御されるいわゆる電子制御式スロットルバルブである。ECU 17 は CPU 及びその動作に必要な周辺装置としての RAM、ROM、入出力インターフェース等を備えたコンピュータとして構成されており、ROM に記録された各種のプログラムに従って、内燃機関 1 及びそれに付属する各種の装置の動作を制御する。スロットルバルブ 15 の開度制御のため、ECU 17 にはペダル位置センサ 19 が検出するアクセルペダル 20 の操作量の情報と、スロットル開度センサ 21 が検出するスロットルバルブ 15 の開度の情報とが入力される。

20

【0019】

ECU 17 は、スロットルバルブ 15 の開度の他にも、燃料噴射弁 4 による燃料噴射時期、点火プラグ 5 の点火時期、排気通路 7 と吸気通路 2 とを結ぶ EGR 通路 22 に設置された EGR 弁 (外部 EGR 調整装置) 23 の開度、ターボチャージャー 10 を迂回するバイパス通路 24 に設置されたバイパス弁 25 の開閉動作、吸気弁 8 の開閉タイミングを変化させる可変動弁機構 26 の動作等を制御する。なお、EGR 弁 23 は ECU 17 からの指示に応じて開度が調整される電子制御式の流量制御弁である。

【0020】

上述した各種の装置類の動作を内燃機関 1 の運転状態に応じて適切に制御するため、ECU 17 には、上述したペダル位置センサ 19 及びスロットル開度センサ 21 が検出する情報の他に、吸気圧センサ 27 が検出する吸気通路 2 の圧力 (吸気管圧力)、クランク角センサ 28 が検出するクランク角にそれぞれ対応した情報が入力される。その他にも内燃機関 1 の冷却水温度、排気通路 7 における空燃比等がセンサにて検出されて ECU 17 に入力されるが、それらの図示は省略した。ECU 17 による燃料噴射弁 4、点火プラグ 5、EGR 弁 23、バイパス弁 25 の制御の手順は公知の内燃機関に対するものと同様でよく、本発明の要旨ではないのでここでは説明を省略する。

30

【0021】

EGR 量に関しては、ECU 17 が EGR 弁 23 の開度、又は可変動弁機構 26 による吸気弁 8 及び排気弁 9 のそれぞれの開時期のオーバーラップ量を調整することにより所定の目標値に向かって制御される。ここでいう EGR 量の目標値はシリンダ 3 内における燃焼状態を内燃機関 1 の運転状態からみて最適に制御するために必要な値である。EGR 量の目標値は各種のセンサからの検出信号に基づいて ECU 17 により演算されるものでもよいし、内燃機関 1 の運転状態を表す EGR 量以外の物理量の目標値によって潜在的に特定されるものでもよい。なお、バイパス弁 25 を操作して過給圧を調整すること、あるいはターボチャージャー 10 の可変ノズルの開度を調整することによっても EGR 量は調整可能であるが、本実施形態では特に EGR 弁 23 及び / 又は可変動弁機構 26 が EGR 量調整手段に相当するものとする。

40

【0022】

また、上述したターボチャージャー 10 の電動機 10 d はインバータ 11 を介して ECU 17 により操作される。例えば排気エネルギーによるタービンロータ 10 a の回転のみでは

50

十分な過給効果が得られない場合には、ECU17からの過給指示に応じた過給効果が得られるようにバッテリー12からインバータ11を介して電動機10dに電力が供給されて電動機10dが正転駆動される。内燃機関1の減速時のように過給効果を必要としないにも拘わらずタービンロータ10aが回転している場合、つまりタービンロータ10aの回転エネルギーが余っている場合には、ECU17からの発電指示に応じてインバータ11の動作状態が切り替えられて電動機10dで発電が行われ、そこで得られた電力がインバータ11を介してバッテリー12に充電される。このような過給圧を制御する目的におけるターボチャージャー10の電動機10dの操作は他の電動機付きターボチャージャーの制御と同様に行ってよい。

【0023】

以上のように電動機10dを操作してターボチャージャー10の過給効果を変化させた場合、排気通路7の排気背圧がタービンロータ10aの駆動状態に応じて変化し、それに伴ってシリンダ3に残される燃焼ガスの量、つまり内部EGR量も変化する。そこで、ECU17は図2に示したEGR補正制御ルーチンを所定の間隔で繰り返し実行することにより、電動機10dの駆動状態に応じてEGR量を補正する。この図2のルーチンを実行することによりECU17はEGR制御手段として機能する。

【0024】

図2のEGR補正制御ルーチンにおいて、ECU17はまずステップS11で過給効果の制御のために電動機付きターボチャージャー(MAT、Motor Assist Turboの略)10の動作が要求されているか否かを判断する。過給効果の調整のためにECU17が実行する電動機10dの制御プログラムにおいて電動機10dを駆動するための条件を監視し、その条件が満たされているか否かに応じて判別フラグの状態を変化させることにより、ステップS11にて要求の有無を判別することができる。

【0025】

ステップS11にて電動機10dの動作が要求されていない場合には今回のEGR補正制御ルーチンを終了する。一方、動作が要求されている場合にはステップS12へ進み、排気通路7の排気背圧の推定値を算出する。排気背圧の推定値は例えばタービンロータ10aの回転数(回転速度)から算出することができる。タービンロータ10aの回転数に相関する他の物理量、例えば電動機10dの消費電力又は発電量から排気背圧を算出してもよい。排気背圧の推定に代え、排気通路7に圧力センサを設けて排気背圧を検出してもよい。

【0026】

続くステップS13では、排気背圧の変化に伴って発生するEGR量の目標値からの変化を相殺するために必要なEGR量調整手段の補正值を決定する。この処理は、例えば図3に示すように、内燃機関1の負荷及び排気背圧をEGR弁23の最適な開度、つまり排気背圧の変化によるEGR量の変化を相殺してEGR量を目標値に制御するために必要なEGR弁23の開度に対応付けたマップをECU17のROMに予め記憶させ、ステップS12で取得した排気背圧とステップS13の実行時点における内燃機関1の負荷とに対応した最適なEGR弁23の開度をそのマップから取得することにより実現できる。

【0027】

なお、図3のマップにおいては、電動機10dが作動していないときのEGR弁23の最適な開度がベース開度として設定され、電動機10dの動作により排気背圧が減少した場合にはEGR弁23の開度がベース開度よりも相対的に大きく設定され、排気背圧が増加した場合にはEGR弁23の開度がベース開度よりも相対的に小さく設定される。但し、図3のマップは一例であり、内燃機関1の負荷と排気背圧とEGR弁23の開度との関係は適宜に調整してよい。図3ではEGR弁23の開度によってEGR量を補正するものとしたが、可変動弁機構26による吸気弁8の開時期に関する進角量を排気背圧と負荷とに応じて変化させてEGR量を補正してもよい。

【0028】

続くステップS14では、ステップS13で決定した補正值をEGR量調整手段の動作に

10

20

30

40

50

反映させる。例えばEGR弁23の開度の補正値を図3のマップにて取得した場合には、EGR弁23をその開度に変化させることによりEGR量調整手段によるEGR量を補正する。その後、今回のEGR量制御ルーチンを終える。

【0029】

(第2の実施形態)

次に本発明の第2の実施形態を説明する。この実施形態では、図2のEGR補正制御に代え、ECU17が図4のEGR補正制御ルーチンを所定の周期で繰り返すことによりEGR制御手段として機能する。内燃機関1及びその付属装置の構成は図1と同じである。

【0030】

図4のEGR補正制御ルーチンにおいて、ECU17はまずステップS21で過給効果の制御のために電動機付きターボチャージャー10の動作が要求されているか否かを判断する。動作が要求されていない場合には今回のEGR補正制御ルーチンを終了する。一方、動作が要求されている場合にはステップS22へ進み、ROMに記憶されたマップを参照して内燃機関1の回転数と負荷とに対応した目標EGR率を取得する。なお、EGR率とはシリンダ3内における吸入ガス量に占める燃焼ガス(EGRガス)量の割合を意味する。

【0031】

続くステップS23では、吸入ガス量と吸入空気量とからEGR率を算出する。吸入ガス量は吸気圧センサ27が検出する吸気管圧力から算出したシリンダ3への吸入ガス量であり、吸入空気量はエアフローメータ(不図示)が検出した吸気通路2へ吸入される空気量である。エアフローメータは吸気通路2の比較的上流側の位置、例えばエアフィルタ13の直後に設置されることにより、外部から吸気通路2に取り込まれる空気の流量を検出する。これに対して、吸気圧センサ27はEGR通路22が接続されたサージタンク29(図1参照)の付近に設置されており、その検出圧力はシリンダ3内に取り込まれる全てのガス量、つまり吸気通路2に取り込まれた空気量と、EGR通路22を介して取り込まれる外部EGRガスの量と、シリンダ3内に残される内部EGRガスの量の合計値に対応する。従って、吸入ガス量から吸入空気量を差し引くことにより、シリンダ3内に取り込まれる全EGR量(外部EGRガス量と内部EGRガス量との和)を求めることができる。そして、得られた全EGR量を吸入ガス量で除算することによりEGR率が算出される。

【0032】

次のステップS24では、算出されたEGR率がステップS22で取得した目標EGR率に一致するか否かを判断する。そして、一致しているときは今回のEGR補正制御ルーチンを終える。一方、EGR率が目標EGR率に一致していないときはステップS25へ進み、EGR率のずれに応じてEGR量調整手段を作動させてから今回のルーチンを終える。例えば、EGR率が目標EGR率よりも小さいときはEGR量が増加するようにEGR弁23の開度を増加させ、又は吸気弁8の開時期を進角させる。EGR率が目標EGR率よりも大きいときはEGR量が減少するようにEGR弁23の開度を減少させ、又は吸気弁8の開時期を遅角させる。なお、EGR弁23の開度、又は吸気弁8の開時期の調整量は、電動機10dの操作に伴うEGR量のずれを相殺する観点からみて、EGR率の目標値からのずれが大きいほど大きく設定される。

【0033】

この実施形態では、吸入空気量と吸気管圧力とからEGR率を推定しているため、排気背圧を推定又は検出する必要がない。

【0034】

(第3の実施形態)

次に本発明の第3の実施形態を説明する。この実施形態では、図2及び図4のEGR補正制御に代え、ECU17が図5の燃焼制御値補正制御ルーチンを所定の周期で繰り返すことにより燃焼制御手段として機能する。内燃機関1及びその付属装置の構成は図1と同じである。

【0035】

10

20

30

40

50

図5の燃焼制御値補正制御ルーチンにおいて、ECU17はまずステップS31で過給効果の制御のために電動機付きターボチャージャー10の動作が要求されているか否かを判断する。動作が要求されている場合にはステップS32へ進み、排気通路7の排気背圧の推定値を取得する。排気背圧の推定値は第1の実施形態と同様にタービンロータ10aの回転数、電動機10dの消費電力又は発電量から算出することができる。排気背圧の推定に代え、排気通路7に圧力センサを設けて排気背圧を検出してよい。

【0036】

続くステップS33では、電動機10dの動作に伴う排気背圧の変化量に対応した燃焼制御値の補正値を決定する。燃焼制御値とは、内燃機関1における燃焼状態を所定の状態に制御するためにECU17によって操作される燃焼制御パラメータの設定値である。燃焼制御パラメータとしては、点火プラグ5の点火時期、燃料噴射弁4からの燃焼噴射時期、スロットルバルブ15の開度、空燃比(A/F)等がある。ECU17は、冷却水温、車速、アクセルペダル20の踏み込み量、触媒16の温度等の各種のパラメータの状態に基づいて、電動機10dの動作の影響を考慮せずに燃焼制御パラメータの最適値をベース値として所定の周期で繰り返し演算している。ステップS33で決定される補正値は、電動機10dの動作が燃焼状態に与える影響を相殺するための必要なベース値の補正量に相当する。このような補正値の決定は、例えば図6に示すように排気背圧の変化量及び内燃機関1の負荷を燃焼制御補正値、この例では点火時期の補正値に対応付けたマップをECU17のROMに予め記憶させ、そのマップから排気背圧の変化量と内燃機関1の負荷とに対応した最適な燃焼制御補正値を取得することにより実現できる。ベース値の演算に関しては他の公知の内燃機関の制御装置と同様の手順で実行すればよい。

【0037】

なお、図6のマップにおいて負荷1は負荷2よりも小さい。図中に一点鎖線で示す縦軸及び横軸の交点の変化量=0、補正値=0の原点であり、負荷が小さい場合には排気背圧の変化量が正方向に増加するほど点火時期が遅角され、排気背圧の変化量が負方向に増加するほど点火時期が進角されるように補正値が変化する。電動機10dがタービンロータ10aの回転を妨げるように駆動されると排気背圧は正方向に増加し、電動機10dがタービンロータ10aを正方向へ回転させるように駆動されると排気背圧は負方向に増加する。

【0038】

一方、図6のマップにおいて負荷が大きい場合には、排気背圧の変化量が負方向に増加すると点火時期が僅かに遅角され、排気背圧の変化量が正方向に増加するほど点火時期が進角されるように補正値が変化している。但し、図6のマップはあくまで一例であり、排気背圧の変化量と内燃機関1の負荷と燃焼制御値の補正値との対応関係は内燃機関1の特性等に応じて適宜に変更してよい。また、燃焼制御値は点火時期に限らず、上述した噴射時期、スロットル開度又は空燃比等を対象として制御されてもよい。

【0039】

図5に戻って、ステップS33で補正値を決定した後はステップS34へ進み、燃焼制御パラメータのベース値に補正値を加算して、現在の電動機10dの駆動状態に対応した燃焼制御値を求める。このように燃焼制御パラメータのベース値を電動機10dによる排気背圧の変化量に応じて補正することにより、電動機10dの動作に伴う排気背圧の変化が燃焼状態に与える影響を相殺することができる。

【0040】

ステップS34で燃焼制御値を補正した後は今回の燃焼制御値補正制御ルーチンを終える。ステップS34で補正された燃焼制御値はその後のECU17による燃焼制御において反映される。例えば点火時期を補正した場合には、その補正後の点火時期を目標値としてECU17が点火プラグ5の点火時期を制御する。

【0041】

一方、ステップS31において電動機付きターボチャージャー10の動作が要求されていないと判断した場合にはステップS35へ進み、燃焼制御値に関する補正値を0に設定し

10

20

30

40

50

て今回の燃焼制御値補正ルーチンを終える。

【 0 0 4 2 】

(第 4 の実施形態)

次の本発明の第 4 の実施形態を説明する。この実施形態では、図 5 の燃焼制御値補正制御に代え、E C U 1 7 が図 7 の燃焼制御値補正制御ルーチンを所定の周期で繰り返すことにより燃焼制御手段として機能する。内燃機関 1 及びその付属装置の構成は図 1 と同じである。

【 0 0 4 3 】

図 7 の燃焼制御値補正制御ルーチンにおいて、E C U 1 7 はまずステップ S 4 1 で過給効果の制御のために電動機付きターボチャージャー 1 0 の動作が要求されているか否かを判断する。動作が要求されていない場合には今回の燃焼制御値補正制御ルーチンを終了する。一方、動作が要求されている場合にはステップ S 4 2 へ進み、R O M に記憶されたマップを参照して内燃機関 1 の回転数と負荷とに対応した目標 E G R 率を取得する。続くステップ S 4 3 では、吸入ガス量と吸入空気量とから E G R 率を算出する。算出方法は図 4 のステップ S 2 3 の場合と同じでよい。

【 0 0 4 4 】

次のステップ S 4 4 では、ステップ S 4 2 で取得した目標 E G R 率を基準としてステップ S 4 3 で算出した E G R 率の変化量を取得し、その変化量に対応した燃焼制御値の補正値を決定する。燃焼制御値は第 3 の実施形態と同様に点火プラグ 5 の点火時期、燃料噴射弁 4 からの燃焼噴射時期、スロットルバルブ 1 5 の開度、空燃比 (A / F) 等の燃焼制御パラメータの設定値であり、図 5 の場合と同様に E C U 1 7 はその燃焼制御パラメータのベース値を繰り返し演算している。ステップ S 4 4 で決定される補正値は、電動機 1 0 d の動作が燃焼状態に与える影響を相殺するための必要なベース値の補正量に相当する。このような補正値の決定は、例えば図 8 に示すように E G R 率の変化量及び内燃機関 1 の負荷を燃焼制御補正値、この例では点火時期の補正値に対応付けたマップを E C U 1 7 の R O M に予め記憶させ、ステップ S 4 2 で取得した目標 E G R 率とステップ S 4 3 で算出した E G R 率との差と、ステップ S 4 4 を実行する時点における内燃機関 1 の負荷とに対応した最適な燃焼制御補正値を図 8 のマップから取得することにより実現できる。

【 0 0 4 5 】

なお、図 8 のマップにおいても負荷 1 は負荷 2 よりも小さい。図中に一点鎖線で示す縦軸及び横軸の交点の変化量 = 0、補正値 = 0 の原点であり、負荷が小さい場合には E G R 率の変化量が正方向に増加するほど点火時期が遅角され、E G R 率の変化量が負方向に増加するほど点火時期が進角されるように補正値が変化する。一方、負荷が大きい場合には E G R 率の変化量が負方向に増加する場合に点火時期が僅かに遅角され、E G R 率の変化量が正方向に増加するほど点火時期が進角されるように補正値が変化している。但し、図 8 のマップはあくまで一例であり、E G R 率の変化量と負荷と燃焼制御値の補正値との対応関係は内燃機関 1 の特性等に応じて適宜に変更してよい。また、燃焼制御値は点火時期に限らず、上述した噴射時期、スロットル開度又は空燃比等を対象として制御されてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 7 に戻って、ステップ S 4 4 で補正値を決定した後はステップ S 4 5 へ進み、燃焼制御パラメータのベース値に補正値を加算して、現在の電動機 1 0 d の駆動状態に対応した燃焼制御値を求める。このように燃焼制御パラメータのベース値を電動機 1 0 d による E G R 率の変化量に応じて補正することにより、電動機 1 0 d の動作に伴う E G R 率の変化が燃焼状態に与える影響を相殺することができる。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 4 5 で燃焼制御値を補正した後は今回の燃焼制御値補正制御ルーチンを終える。ステップ S 4 5 で補正された燃焼制御値はその後の E C U 1 7 による燃焼制御において反映される。例えば点火時期を補正した場合には、その補正後の点火時期を目標値として E C U 1 7 が点火プラグ 5 の点火時期を制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

一方、ステップ S 4 1 において電動機付きターボチャージャー 1 0 の動作が要求されていないと判断した場合にはステップ S 4 6 へ進み、燃焼制御値に関する補正値を 0 に設定して今回の燃焼制御値補正ルーチンを終える。

【 0 0 4 9 】

本発明は以上の実施形態に限定されず、種々の形態にて実施してよい。例えば、可変ノズルの開度を変化させた際の E G R 量の変化を相殺するように E G R 弁の開度や可変動弁機構による吸気弁の開期間と排気弁の開期間とのオーバーラップ量を制御してもよい。吸気弁又は排気弁の作用角を変更して E G R 量を変化させてもよい。あるいは、可変ノズルの開度の変化が燃焼状態に与える影響を相殺するように燃焼制御値を制御してもよい。

10

【 0 0 5 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ターボチャージャーに設けられた過給効果調整手段の操作によって E G R 量が増加しても、その変化を相殺するように E G R 量調整手段を作動させて E G R 量の最適値からのずれを抑え、又は E G R 量の変化が燃焼状態に与える影響を相殺するように燃焼制御パラメータの値を制御することができるので、内燃機関の燃焼状態を良好に維持し、排気エミッションや燃費の悪化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る制御装置が適用される内燃機関及びその付属装置の構成を示す図。

20

【図 2】図 1 の E C U にて実行される E G R 補正制御ルーチンの一例を示すフローチャート。

【図 3】内燃機関の負荷及び排気背圧を E G R 弁の最適な開度に対応付けたマップの一例を示す図。

【図 4】図 1 の E C U にて実行される E G R 補正制御ルーチンの他の例を示すフローチャート。

【図 5】図 1 の E C U にて実行される燃焼制御値補正制御ルーチンの一例を示すフローチャート。

【図 6】排気背圧の変化量及び内燃機関の負荷を、点火時期の補正値に対応付けたマップの一例を示す図。

30

【図 7】図 1 の E C U にて実行される燃焼制御値補正制御ルーチンの他の例を示すフローチャート。

【図 8】E G R 率の変化量及び内燃機関の負荷を、点火時期の補正値に対応付けたマップの一例を示す図。

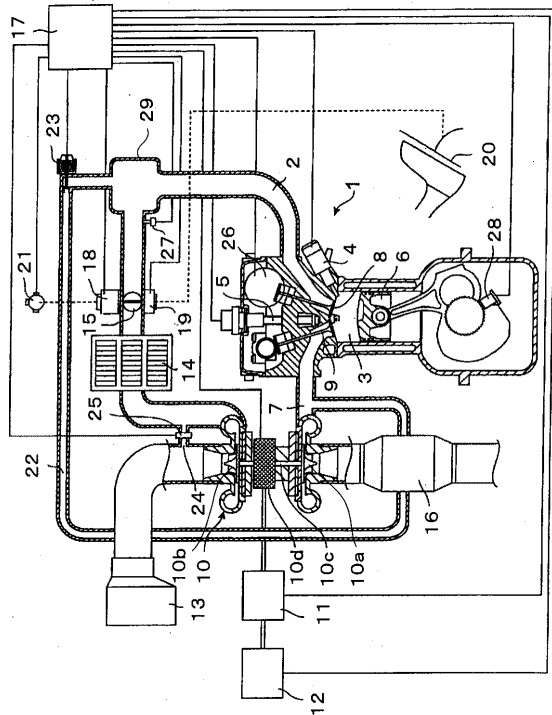
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 吸気通路
- 3 シリンダ
- 4 燃料噴射弁
- 1 0 ターボチャージャー
- 1 0 a タービンロータ
- 1 0 b コンプレッサロータ
- 1 0 c スピンドル
- 1 0 d 電動機（過給効果調整手段）
- 1 1 インバータ
- 1 5 スロットルバルブ
- 1 7 エンジンコントロールユニット（制御装置、E G R 制御手段、燃焼制御手段）
- 2 2 E G R 通路
- 2 3 E G R 弁（外部 E G R 調整装置、E G R 量調整手段）
- 2 6 可変動弁機構（E G R 量調整手段）

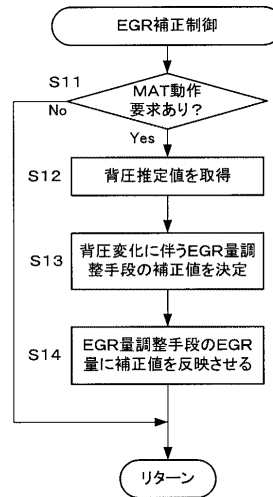
40

50

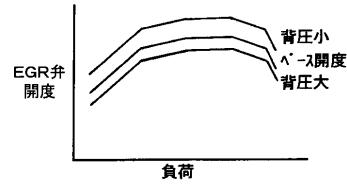
【図1】



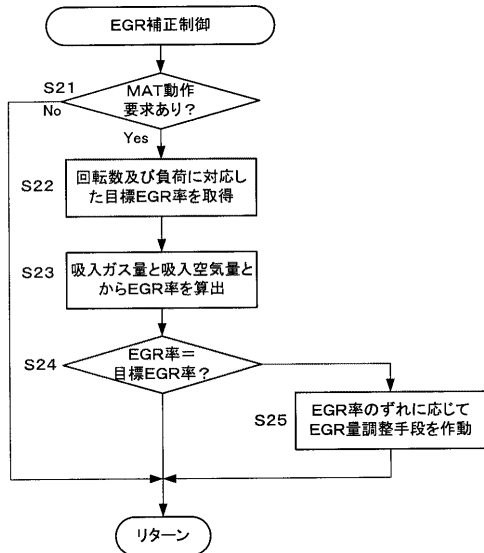
【図2】



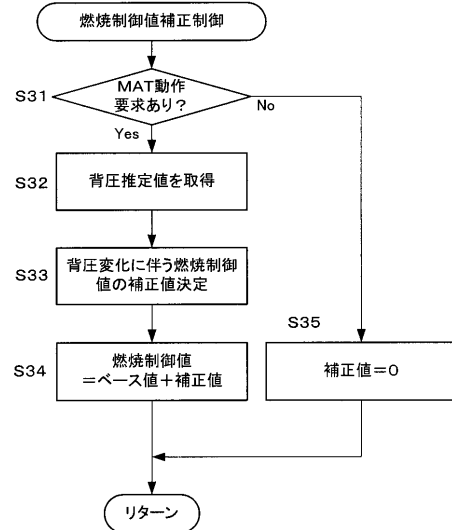
【図3】



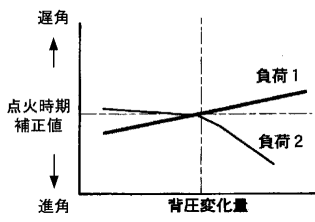
【図4】



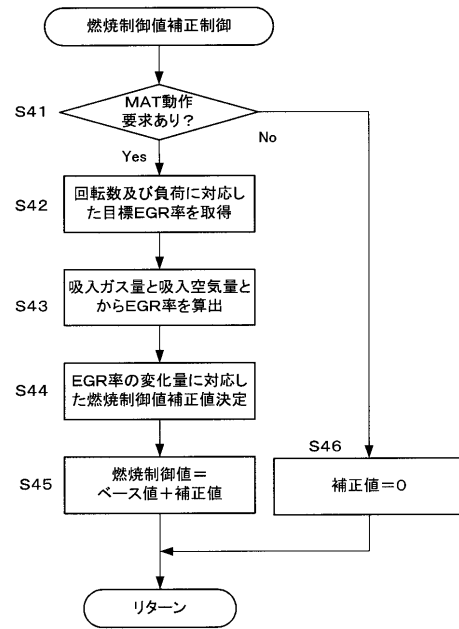
【図5】



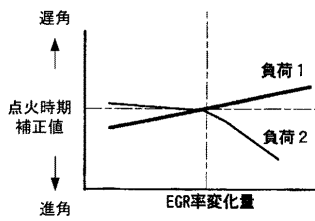
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F 0 2 D 23/00 (2006.01)
F 0 2 D 41/02 (2006.01)
F 0 2 M 25/07 (2006.01)

F I

F 0 2 B 37/10 Z
F 0 2 D 13/02 J
F 0 2 D 13/02 K
F 0 2 D 21/08 3 1 1 B
F 0 2 D 23/00 J
F 0 2 D 41/02 3 2 0
F 0 2 M 25/07 5 5 0 C
F 0 2 M 25/07 5 5 0 E

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02D 43/00
F02B 37/00
F02B 37/10
F02D 13/02
F02D 21/08
F02D 23/00
F02D 41/02
F02M 25/07