

(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2017-141734
(P2017-141734A)

(43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 21/08 301A	3G005
FO2B 37/00 (2006.01)	FO2B 37/00 302F	3G062
FO2B 37/013 (2006.01)	FO2B 37/013	3G092
FO2B 37/12 (2006.01)	FO2B 37/12 303D	
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 21/08 311B	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-23560 (P2016-23560)
(22) 出願日 平成28年2月10日 (2016.2.10)

(71) 出願人 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 100100549
弁理士 川口 嘉之
(74) 代理人 100085006
弁理士 世良 和信
(74) 代理人 100113608
弁理士 平川 明
(74) 代理人 100123319
弁理士 関根 武彦
(74) 代理人 100123098
弁理士 今堀 克彦
(74) 代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

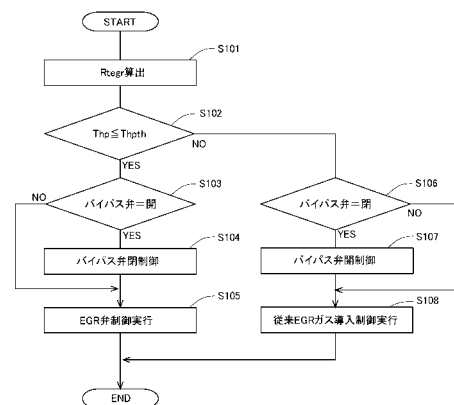
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、簡易な構成を用いながらも、EGRガスの導入を精度良く制御することを目的とする。

【解決手段】本発明では、ターボチャージャと、電動過給機と、を有する内燃機関の制御装置において、全開、全閉を切替えて弁を開閉するように構成されているバイパス弁と、EGR弁と、制御部と、を備え、制御部は、スロットル弁の開度が所定開度以下となるときに、バイパス弁を閉弁させるとともに、EGR弁の開度を、バイパス弁を閉弁させる直前のEGR弁の開度よりも小さくする、または、制御部は、バイパス弁を閉弁させるとともに、電動過給機により過給を行うことで、電動過給機とコンプレッサとの間の吸気通路の圧力を所定圧力にする。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に配置されるタービン及び内燃機関の吸気通路に配置されるコンプレッサを含むターボチャージャと、

前記コンプレッサより上流の吸気通路に設けられ、電動による過給を行う電動過給機と、を有する内燃機関の制御装置であって、

前記コンプレッサより下流の吸気通路に設けられたスロットル弁と、

前記電動過給機を迂回し、該電動過給機より上流の吸気通路と下流の吸気通路とをつなぐバイパス通路と、

全開、全閉を切替えて弁を開閉するように構成されているバイパス弁であって、前記バイパス通路を開閉するバイパス弁と、

前記タービンより下流の排気通路から、前記電動過給機と前記コンプレッサとの間の吸気通路へ該排気通路を流れる排気の一部をEGRガスとして導くEGR通路と、

前記EGR通路に設けられ、前記EGRガスのガス量を調整するEGR弁と、

前記スロットル弁の開度に基づいて、前記バイパス弁と前記EGR弁とを制御する、または、前記バイパス弁と前記電動過給機とを制御する制御部と、を備え、

前記制御部が、前記スロットル弁の開度が所定開度以下となるときに、該スロットル弁の開度が該所定開度より大きいときに開弁している前記バイパス弁を閉弁させるとともに、前記EGR弁の開度を、該バイパス弁を閉弁させる直前の該EGR弁の開度よりも小さくする、

または、前記制御部が、前記スロットル弁の開度が所定開度以下となるときに、該スロットル弁の開度が該所定開度より大きいときに開弁している前記バイパス弁を閉弁させ、更に前記電動過給機により過給を行うことで、該電動過給機と前記コンプレッサとの間の前記吸気通路の圧力を所定圧力にする、内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、過給機とEGR装置とを備えた内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、排気通路から吸気通路へ排気の一部を還流させるEGR装置を備えた内燃機関において、排気還流量の確保のための吸気絞り弁と電動過給機バイパス用のバイパス弁とが個別に設けられ、該吸気絞り弁の開度を縮小することによって、より多くの排気還流量を確保する技術について記載されている。

【0003】

特許文献2には、EGR装置を備えた内燃機関において、電動過給機バイパス用のバイパス弁が設けられ、該バイパス弁の開度を連続的に可変制御することによって、排気還流量確保のための吸気通路側の圧力を調整する技術について記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-226505号公報

【特許文献2】特開2014-234808号公報

【特許文献3】特開2015-025386号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来構成では、排気還流量の確保のための吸気絞り弁が個別に設けられ、構成が複雑化するとともに、部品点数とコストが増加する(特許文献1)。また、電動過給機バイパス用のバイパス弁であって、開度が連続的に可変制御されるバイパス弁を利用して吸気通

10

20

30

40

50

路側の圧力を調整する構成では、EGRガスの導入に対する制御のコストが増加する（特許文献2）。

【0006】

本発明は、EGRガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、簡易な構成を用いながらも、EGRガスの導入を精度良く制御することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本発明に係る内燃機関の制御装置は、内燃機関の排気通路に配置されるタービン及び内燃機関の吸気通路に配置されるコンプレッサを含むターボチャージャと、前記コンプレッサより上流の吸気通路に設けられ、電動による過給を行う電動過給機と、を有する内燃機関の制御装置であって、前記コンプレッサより下流の吸気通路に設けられたスロットル弁と、前記電動過給機を迂回し、該電動過給機より上流の吸気通路と下流の吸気通路とをつなぐバイパス通路と、全開、全閉を切替えて弁を開閉するように構成されているバイパス弁であって、前記バイパス通路を開閉するバイパス弁と、前記タービンより下流の排気通路から、前記電動過給機と前記コンプレッサとの間の吸気通路へ該排気通路を流れる排気の一部をEGRガスとして導くEGR通路と、前記EGR通路に設けられ、前記EGRガスのガス量を調整するEGR弁と、前記スロットル弁の開度に基づいて、前記バイパス弁と前記EGR弁とを制御する、または、前記バイパス弁と前記電動過給機とを制御する制御部と、を備え、前記制御部が、前記スロットル弁の開度が所定開度以下となるときに、該スロットル弁の開度が該所定開度より大きいときに開弁している前記バイパス弁を閉弁させるとともに、前記EGR弁の開度を、該バイパス弁を閉弁させる直前の該EGR弁の開度よりも小さくする、または、前記制御部が、前記スロットル弁の開度が所定開度以下となるときに、該スロットル弁の開度が該所定開度より大きいときに開弁している前記バイパス弁を閉弁させ、更に前記電動過給機により過給を行うことで、該電動過給機と前記コンプレッサとの間の前記吸気通路の圧力を所定圧力にする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、EGRガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、簡易な構成を用いながらも、EGRガスの導入を精度良く制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例に係るバイパス弁の制御マップを示す図である。

【図3】本発明の実施例に係る、EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御を行う場合のタイムチャートを示す図である。

【図4】EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御において、電動過給機による発電の実行を併用する場合のタイムチャートを示す図である。

【図5】本発明の実施例に係る低負荷時EGRガス導入制御フローを示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施例に係る、電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御を行う場合のタイムチャートを示す図である。

【図7】電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御における電動過給機の制御マップを示す図である。

【図8】本発明の変形例1に係る低負荷時EGRガス導入制御フローを示すフローチャートである。

【図9】本発明の変形例2に係る低負荷時EGRガス導入制御フローを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施例に記載さ

10

20

30

40

50

れている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置等は、特に記載がない限りは発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【0011】

<実施例1>

(概略構成)

図1は、本実施例に係る内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、複数の気筒を備えた火花点火式の内燃機関(ガソリンエンジン)である。

【0012】

内燃機関1は、各吸気ポートへ燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。なお、燃料噴射弁3は、各気筒2内へ直接燃料を噴射するように構成されてもよい。また、各気筒2には、筒内の混合気に着火するための図示しない点火プラグが取り付けられている。

10

【0013】

内燃機関1は、吸気通路4および排気通路5と接続されている。この吸気通路4の途中には、排気のエネルギーを駆動源として作動するターボチャージャ6のコンプレッサ60が設けられている。また、コンプレッサ60よりも下流の吸気通路4には、吸気と外気とで熱交換を行うインタークーラ42が設けられている。そして、インタークーラ42よりも下流の吸気通路4には、スロットル弁41が設けられている。スロットル弁41は、吸気通路4内の通路断面積を変更することで、内燃機関1の吸入空気量を調整する。なお、インタークーラ42は、吸気と冷却水とで熱交換を行う水冷式インタークーラであってもよい。

20

【0014】

また、吸気通路4の最上流部には、図示しないエアクリーナが設けられている。そして、エアクリーナとコンプレッサ60との間の吸気通路4には、電動過給機43が設けられている。さらに、吸気通路4には、電動過給機43を迂回し、該電動過給機43より上流の吸気通路4と接続部44aで接続し、電動過給機43より下流の吸気通路4と接続部44bで接続するバイパス通路44が設けられている。このバイパス通路44には、該バイパス通路44を開閉するバイパス弁45が設けられている。ここで、バイパス弁45は、全開・全閉を切替えて弁を開閉するように構成されている。そして、接続部44aよりも上流の吸気通路4には、エアフローメータ40が設けられている。エアフローメータ40は、吸気通路4内を流れる吸気(空気)の量(質量)に応じた電気信号を出力する。

30

【0015】

一方、排気通路5の途中には、前記ターボチャージャ6のタービン61が設けられている。排気通路5は、図示しない触媒(例えば、三元触媒など)や消音器を経由して大気中に開放されている。

【0016】

そして、内燃機関1には、タービン61より下流の排気通路5内を流れる比較的到低圧の排気の一部を吸気通路4へ再循環させる低圧EGR装置7が設けられている。この低圧EGR装置7は、EGR通路70、EGR弁71、およびEGRクーラ72を含む。EGR通路70は、接続部44bとコンプレッサ60との間の吸気通路4とタービン61より下流の排気通路5とをつなぎ、タービン61より下流の排気通路5から、接続部44bとコンプレッサ60との間の吸気通路4へ排気の一部を導く。ここで、本実施例では、EGR通路70を通して再循環される排気を「EGRガス」と称する。また、EGR弁71は、EGR通路70の通路断面積を変更することでEGRガスを調整する。さらに、EGRクーラ72は、該EGRクーラ72を通過するEGRガスと冷却水とで熱交換をして、該EGRガスの温度を低下させる。また、EGRクーラ72より上流のEGR通路70と、EGR弁71より下流の吸気通路4と、の間の圧力の差(以下、「EGRガス導入差圧」と称する場合もある。)に応じた電気信号を出力する、差圧センサ50が設けられている。

40

【0017】

50

そして、内燃機関1には電子制御ユニット(ECU) 10が併設されている。 ECU 10は、内燃機関1の運転状態等を制御するユニットである。 ECU 10には、上記のエアフローメータ40や、クランクポジションセンサ14、アクセルポジションセンサ15等の各種センサが電氣的に接続されている。クランクポジションセンサ14は、内燃機関1の機関出力軸(クランクシャフト)の回転位置に相関する電気信号を出力するセンサである。アクセルポジションセンサ15は、アクセルペダル16の操作量(アクセル開度)に相関した電気信号を出力するセンサである。そして、これらのセンサの出力信号が ECU 10に入力される。 ECU 10は、エアフローメータ40の出力値に基づいて、内燃機関1に流入する空気の流量(以下、「吸入空気量」と称する場合もある。)を推定する。

【0018】

また、 ECU 10には、上記の燃料噴射弁3、スロットル弁41、バイパス弁45、および EGR 弁71等の各種機器が電氣的に接続されている。 ECU 10は、上記のような各センサの出力信号に基づいて、上記の各種機器を制御する。例えば、 ECU 10は、アクセル開度等に基づき、スロットル弁41の開度(以下、「スロットル開度」と称する場合もある。)を算出し、算出結果に基づき、スロットル弁41を制御する。

【0019】

また、 ECU 10は、アクセル開度等に基づき、 EGR 弁71の開度(以下、「 EGR バルブ開度」と称する場合もある。)を算出し、算出結果に基づき、 EGR 弁71を制御する。より具体的には、内燃機関1の運転状態(例えば、機関回転速度および機関負荷)に応じて予め設定された、吸入空気量に対する EGR ガスの比率(以下、「 EGR 率」と称する場合もある。)になるように、 EGR バルブ開度が制御される。

【0020】

また、 ECU 10は、ターボチャージャ6による過給の応答遅れを補うように、内燃機関1の機関加速時に電動過給機43を駆動制御する。なお、本実施例における電動過給機43は、ターボチャージャ6による過給を補うだけでなく、吸気通路4を流れる吸気を利用して発電を行う発電機として作動させることも可能である。さらに、 ECU 10は、上述したように全開・全閉を切替えて開閉するように構成されているバイパス弁45を、内燃機関1の運転状態に応じて駆動制御する。

【0021】

(低負荷時 EGR ガス導入制御)

本実施例に係る内燃機関の制御装置では、バイパス弁45が全開・全閉を切替えて開閉するので、バイパス通路44は全開から全閉に開閉され、または全閉から全開に開閉される。本実施例の構成のように、ターボチャージャと電動過給機とを備える内燃機関では、一般的に、電動過給機の非作動時にはバイパス通路を開路して、電動過給機が通路抵抗となりにくくなるようにしている。

【0022】

また、低圧 EGR 装置7は、タービン61より下流の排気通路5内を流れる比較的到低圧の排気の一部を、接続部44bとコンプレッサ60との間の吸気通路4へ再循環させるものがある。このような構成においては、内燃機関1の機関負荷が小さいとき(すなわち、スロットル開度が小さいとき)に、 EGR ガス導入差圧が小さくなり、現在の吸入空気量と現在の EGR ガス量とから算出される EGR 率(以下、「実 EGR 率」と称する場合もある。)が、内燃機関1の運転状態に応じて予め設定された EGR 率(以下、「目標 EGR 率」と称する場合もある。)になるように制御することが難しくなる場合がある。つまり、内燃機関1の運転状態に応じて予め設定された吸入空気量(以下、「目標吸入空気量」と称する場合もある。)と目標 EGR 率とが、内燃機関1の機関負荷に応じて決定され、これら値に基づいて、目標 EGR 率とするのに必要な EGR ガス量(以下、「目標 EGR ガス量」と称する場合もある。)が算出される。このとき、 EGR ガス導入差圧が小さいと目標 EGR ガス量が得られず、以て、実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することが難しくなる。

【0023】

10

20

30

40

50

ここで、本発明では、EGRガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、全開・全閉を切替えて開閉するように構成されているバイパス弁45を用いながらも、実EGR率を目標EGR率に制御できることを見出した。本実施例では、内燃機関1の機関負荷が小さいとき(すなわち、スロットル開度が小さいとき)に、前記バイパス弁45およびEGR弁71を制御する。そして、これらを制御することによって、EGRガス量の制御を行う。以下、本実施例においては、前記EGRガス量の制御を「低負荷時EGRガス導入制御」と称する。なお、本実施例においては、低負荷時EGRガス導入制御を実行するために各構成を制御するECU10が、本発明における制御部に相当する。

【0024】

本実施例に係る内燃機関の制御装置では、内燃機関1の機関負荷が小さいとき(すなわち、スロットル開度が小さいとき)に、バイパス弁45を閉じることによって、電動過給機43を吸入空気の流入抵抗として利用する。このことにより、バイパス弁45を閉じるときは閉じないときよりも、電動過給機43とコンプレッサ60との間の吸気通路4の圧力が低くなり、EGRガス導入差圧が大きくなる。その結果、目標EGRガス量が得られ易くなることになる。本実施例における、バイパス弁45の制御マップを図2に示す。本実施例では、機関負荷が大きいときはターボチャージャ6が設定された所定の仕事を行っており、電動過給機43は作動しない。したがって、図2に示すように、電動過給機43が通路抵抗となりにくくなるようにバイパス弁45が全開状態となる。一方で、低負荷時EGRガス導入制御を行う場合、図2に示すように、バイパス弁45が全開から全閉に切替えられる。ここで、図2に示す線L1は、低負荷時EGRガス導入制御においてバイパス弁45が全開から全閉に切替えられる境界線である。

【0025】

ここで、本実施例では、スロットル開度が所定開度以下になったときに、EGRガス導入差圧を確保するために、上述した低負荷時EGRガス導入制御によるバイパス弁45の切替え(すなわち、バイパス弁45の閉弁)が実行される。そして、バイパス弁45が全閉の状態ではEGRバルブ開度の制御を行うことにより、低負荷時EGRガス導入制御を行う。以下、本実施例においては、バイパス弁45を閉弁させる制御、およびその後のEGRバルブ開度の制御を「EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御」と称する。

【0026】

EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御を行う場合の、タイムチャートを図3に示す。図3は、電動過給機43が非作動状態において、吸入空気量を減少させ、内燃機関1の機関負荷を下げていく過程における、スロットル開度、吸入空気量、実EGR率、バイパス弁の作動、EGR弁の作動、および電動過給機の出力のタイムチャートを示すものである。図3に示す運転状態では、一定の目標EGR率となるように、実EGR率が制御される。図3に示すように、スロットル開度が所定開度より大きいときは、吸入空気量の減少(すなわち、機関負荷の低下)に応じてEGRバルブ開度を大きくする。つまり、吸入空気量が減少するのに伴って、排気エネルギーが減少し、ターボチャージャ6の仕事量が減少することによりEGRガス導入差圧が小さくなるので、EGRガス量を確保するようにEGRバルブ開度を大きくする。そして、スロットル開度が所定開度になったときに、EGR弁71が全開となる。つまり、目標EGRガス量とEGRガス導入差圧とに基づいて算出されるEGRバルブ開度において、EGR弁71が全開となる程度までEGRガス導入差圧が小さくなる。言い換えれば、前記所定開度は、機関負荷の低下によってEGR弁71が全開となる程度までEGRガス導入差圧が小さくなる時のスロットル開度である。ここで、EGRガス導入差圧とEGRバルブ開度と相関を有する前記所定開度は、ECU10のROMに予め記憶されている。そして、スロットル開度が所定開度に低下してきたときに、EGR弁71が全開となるので、この状態においては、EGRバルブ開度を更に大きくすることで実EGR率を目標EGR率に制御することができなくなる。ここで、低負荷時EGRガス導入制御を実行する前においては、バイパス弁45は全開状態であり、このとき、バイパス通路44が開路状態でのEGR導入限界となる。

【0027】

10

20

30

40

50

そして、スロットル開度が所定開度となる時にバイパス弁45を閉弁に切替ることにより、電動過給機43を吸入空気の流入抵抗として利用することができ、以て、EGRガス導入差圧が大きくなる。その結果、バイパス通路44が開路状態では得ることができないEGRガス量が得られることになり、更にEGR弁の制御を行うことによって実EGR率を目標EGR率に制御することが可能となる。

【0028】

さらに、EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御では、図3に示すように、スロットル開度が所定開度になりバイパス弁45を閉弁に切替る時刻T1において、EGRバルブ開度をステップ状に小さくすることによって、EGRガス導入差圧の急峻な変化によるEGRガス量の急峻な変化を抑制することができ、以て、実EGR率の変動によるトルク段差を抑制することができる。

10

【0029】

また、本実施例におけるEGR弁による低負荷時EGRガス導入制御において、スロットル開度が所定開度以下となると、バイパス弁45を閉弁したままEGRバルブ開度を制御するが、更に機関負荷が低下して吸入空気量が所定量以下となると、再びEGR弁71が全開となる。このときには、電動過給機43を発電機として作動させ、吸入空気の流入抵抗を更に増加させることにより、EGRガス導入差圧を確保することができ、実EGR率を目標EGR率に制御することができる。このときのタイムチャートを図4に示す。図4は、吸入空気量を減少させ、内燃機関1の機関負荷を下げていく過程における、スロットル開度、吸入空気量、実EGR率、バイパス弁の作動、EGR弁の作動、および電動過給機の出力のタイムチャートを示すものである。図4に示すように、機関負荷の低下により再びEGR弁71が全開となる時刻T2において、電動過給機43を発電機として作動させ、且つ吸入空気量の減少に応じて電動過給機43の発電量を増加させることによって、実EGR率を目標EGR率に制御することができる。

20

【0030】

本実施例においては、主にEGR弁による低負荷時EGRガス導入制御を行うことにより、実EGR率を目標EGR率に制御する。さらに、実EGR率の変動によるトルク段差を抑制する。これに対して、周知の技術を用いて、実EGR率が目標EGR率になるように、EGRバルブ開度等を制御することを「従来EGRガス導入制御」と称するものとする。

30

【0031】

(低負荷時EGRガス導入制御フロー)

本実施例に係る内燃機関における、低負荷時EGRガス導入制御フローについて図5に基づいて説明する。図5は、本実施例に係る内燃機関における、EGR弁による低負荷時EGRガス導入制御フローを示すフローチャートである。本実施例では、ECU10によって、本フローが低圧EGR装置7によるEGRガスの還流中において所定の演算周期で繰り返し実行される。

【0032】

本フローでは、先ず、S101において、目標EGR率 R_{tegr} が算出される。ここで、目標EGR率 R_{tegr} は、内燃機関1の運転状態と相関を有する値である。ECU10のROMには、前記相関がマップまたは関数として予め記憶されており、S101では、このマップまたは関数を用いて目標EGR率 R_{tegr} が算出される。

40

【0033】

次に、S102において、スロットル開度 Thp が判定閾値 $Thpth$ 以下であるかが判別される。この判定閾値 $Thpth$ は、上述したスロットル弁41の所定開度であり、機関負荷の低下によってEGR弁71が全開となる程度までEGRガス導入差圧が小さくなるときのスロットル開度と定義される。そして、EGRガス導入差圧とEGRバルブ開度と相関を有するこの判定閾値 $Thpth$ は、ECU10のROMに予め記憶されている。S102において肯定判定された場合、ECU10はS103の処理へ進み、S102において否定判定された場合、ECU10はS106の処理へ進む。

50

【0034】

S102において肯定判定された場合、次に、S103において、バイパス弁45が開いているか否かが判別される。そして、S103において肯定判定された場合、S104においてバイパス弁45を閉弁させる制御が実行される。また、S103において否定判定された場合、または、S104においてバイパス弁45を閉弁させる制御が実行された後、S105において、EGR弁71の制御が実行される。S105では、上述したEGR弁による低負荷時EGRガス導入制御に基づいてEGR弁71の制御が実行され、実EGR率がS101で算出された目標EGR率 R_{tegr} に制御される。そして、S105の処理の後、本フローの実行が終了される。

【0035】

また、S102において否定判定された場合、次に、S106において、バイパス弁45が閉じているか否かが判別される。そして、S106において肯定判定された場合、S107においてバイパス弁45を開弁させる制御が実行される。ここで、S106、S107、およびS108においては、スロットル開度 Thp は判定閾値 $Thpth$ より大きい場合であるので、EGRガス導入差圧を確保するために、バイパス弁45を閉じる必要が無い。したがって、電動過給機43が吸入空気の流入抵抗となりにくくなるように、バイパス弁45を開弁させる。また、S106において否定判定された場合、または、S107においてバイパス弁45を開弁させる制御が実行された後、S108において従来EGRガス導入制御が実行され、実EGR率がS101で算出された目標EGR率 R_{tegr} に制御される。そして、S108の処理の後、本フローの実行が終了される。

【0036】

本実施例によれば、EGRガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、全開・全閉を切替えて開閉するように構成されているバイパス弁45を用いながらも、実EGR率を目標EGR率に制御することができる。

【0037】

<変形例1>

実施例1は、スロットル開度が所定開度以下になったときに、EGRガス導入差圧を確保するために、バイパス弁45を閉じるとともに、EGRバルブ開度の制御を行うことにより低負荷時EGRガス導入制御を行う例である。これに対し、本変形例は、スロットル開度が所定開度以下になったときに、EGRガス導入差圧を確保するために、バイパス弁45を閉じるとともに、電動過給機43の制御を行うことにより低負荷時EGRガス導入制御を行う例である。以下、本変形例における前記制御を「電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御」と称する。

【0038】

電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御を行う場合の、タイムチャートを図6に示す。図6は、吸入空気量を減少させ、内燃機関1の機関負荷を下げていく過程における、スロットル開度、吸入空気量、実EGR率、バイパス弁の作動、EGR弁の作動、および電動過給機の出力のタイムチャートを示すものである。図6に示す運転状態では、図3と同様に、一定の目標EGR率となるように、実EGR率が制御される。また、図6に示すタイムチャートでは、図3と同様に、吸入空気量の減少（すなわち、機関負荷の低下）に応じてEGRバルブ開度を大きくして、スロットル開度が所定開度になったときに、EGR弁71が全開となる。ここで、前記所定開度は、上述したEGR弁による低負荷時EGRガス導入制御におけるスロットル開度に対する所定開度と実質的に同一である。そして、スロットル開度が所定開度以下となるときにバイパス弁45を閉弁に切替えることによって、EGRガス導入差圧が大きくなる。ただし、図6に示す電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御では、EGR弁71を全開にしたまま（すなわち、スロットル開度が所定開度となったときのEGRバルブ開度を維持したまま）、電動過給機43の制御を行うことにより低負荷時EGRガス導入制御を行う。

【0039】

電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御では、スロットル開度が所定開度になる

10

20

30

40

50

直前に、すなわち、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替る直前に、それまで非作動状態であった電動過給機 4 3 を過給するように駆動させる。ここで、電動過給機 4 3 を過給するように駆動させることによって、バイパス弁 4 5 を閉弁したときの電動過給機 4 3 とコンプレッサ 6 0 との間の吸気通路 4 の圧力を所定圧にすることができる。上述したように、スロットル開度が所定開度以下となるときにバイパス弁 4 5 を閉弁に切替ることによって、EGR ガス導入差圧が大きくなり、実施例 1 では、この EGR ガス導入差圧に応じた EGR バルブ開度になるよう EGR 弁 7 1 の制御を行う。本変形例では、EGR バルブ開度の制御は行わず、スロットル開度が所定開度となったときの EGR バルブ開度を維持したまま電動過給機 4 3 の制御を行うことによって、実 EGR 率を目標 EGR 率に制御できるように EGR ガス導入差圧の調整を行うものである。つまり、スロットル開度が所定開度に低下してき

たときに、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替るのみでは、EGR ガス導入差圧が大きくなりすぎるとい

う課題に対して、電動過給機 4 3 を過給するように駆動させることによって EGR ガス導入差圧の調整を行い、該課題の解決を図るものである。したがって、前記所定圧は、EGR 弁 7 1 を全開にしたまま（すなわち、スロットル開度が所定開度となったときの EGR バルブ開度を維持したまま）でも、目標 EGR ガス量に応じた EGR ガス導入差圧とすることができる圧力と定義される。

10

【0040】

そして、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替る直前に、電動過給機 4 3 を過給するように駆動させ、電動過給機 4 3 とコンプレッサ 6 0 との間の吸気通路 4 に電動過給機 4 3 の過給による予圧を加えることによ

って、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替ることにより生じる該吸気通路 4 の圧力の急峻な変化を抑制することができる。その結果、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替ることにより生じ得る、実 EGR 率の変動に起因するトルク段差を抑制することができる。

20

【0041】

また、電動過給機 4 3 を過給するように駆動させ続けると、目標 EGR ガス量を還流できる EGR ガス導入差圧を確保することができなくなる。つまり、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替ることにより生じた EGR ガス導入差圧であって、電動過給機 4 3 を過給するように駆動させることで調整した該 EGR ガス導入差圧が、電動過給機 4 3 の過給の継続により小さくなり、目標 EGR ガス量を還流することができなくなる。そこで、本実施例では、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替る直前に過給するように駆動させた電動過給機 4 3 を発電機として発電するように作動させることにより、吸入空気の流入抵抗を増加させ、EGR ガス導入差圧を確保する。さらに、吸入空気量の減少に応じて電動過給機 4 3 の発電量を増加させることによって、実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することができる。

30

【0042】

ここで、電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御における、電動過給機 4 3 の制御マップを図 7 に示す。電動過給機 4 3 は、低負荷時 EGR ガス導入制御を行うために図 7 に示すように過給するように駆動される。そして、図 7 における線 L 2 は、電動過給機 4 3 の非作動状態と作動状態との境界線を示し、スロットル開度が所定開度となる直前に電動過給機 4 3 は線 L 2 を挟んで非作動状態から作動状態となる（すなわち、過給するように駆動される）。さらに、低負荷時 EGR ガス導入制御により電動過給機 4 3 が過給するよう

に駆動された後に、吸入空気量に応じて実 EGR 率を目標 EGR 率に制御するために、上述したように電動過給機 4 3 は発電機として発電するように作動する。

40

【0043】

本変形例に係る内燃機関における、低負荷時 EGR ガス導入制御フローについて図 8 に基づいて説明する。図 8 は、本変形例に係る内燃機関における、電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御フローを示すフローチャートである。本変形例では、ECU 10 によって、本フローが低圧 EGR 装置 7 による EGR ガスの還流中において所定の演算周期で繰り返し実行される。ここで、図 8 に示すフローチャートは、上記実施例 1 の図 5 に示すフローチャートと一部処理が異なるのみであるので、上記実施例 1 と実質的に同一の処理については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

50

【 0 0 4 4 】

本変形例に係る電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御フローを示す図 8 では、S 1 0 3 において否定判定された場合、または、S 1 0 4 においてバイパス弁 4 5 を閉弁させる制御が実行された後、S 2 0 5 において、電動過給機の制御が実行される。S 2 0 5 では、上述した電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御に基づいて電動過給機の制御が実行され、実 EGR 率が S 1 0 1 で算出された目標 EGR 率 R_{tegr} に制御される。そして、S 2 0 5 の処理の後、本フローの実行が終了される。

【 0 0 4 5 】

本変形例によっても、EGR ガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、全開・全閉を切替えて開閉するように構成されているバイパス弁 4 5 を用いながらも、実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することができる。

10

【 0 0 4 6 】

< 変形例 2 >

実施例 1 は、EGR 弁による低負荷時 EGR ガス導入制御を行う例であり、変形例 1 は、電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御を行う例である。そして、実施例 1 および変形例 1 においては、スロットル開度に対する前記所定開度は、機関負荷の低下によって EGR 弁 7 1 が全開となる程度まで EGR ガス導入差圧が小さくなる時のスロットル開度と定義される。ここで、本発明は、内燃機関 1 の機関負荷が低負荷のときに、バイパス弁 4 5 を閉弁に切替えることによって吸入空気の流入抵抗を増大させ、EGR ガス導入差圧を確保するとともに、EGR 弁 7 1 または電動過給機 4 3 の制御を行うことによって実 EGR 率を目標 EGR 率に制御するものである。そして、本発明では、スロットル開度に対する前記所定開度を EGR 弁 7 1 が全開となる時のスロットル開度に限定するものではない。つまり、前記所定開度は、機関負荷の低下によって、バイパス弁 4 5 を開弁したままでは、EGR バルブ開度の制御のみによっては実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することができなくなる程度まで EGR ガス導入差圧が小さくなる時のスロットル開度と定義することもできる。そして、このときには、EGR 弁 7 1 は必ずしも全開となっているわけではなく、EGR バルブ開度を更に大きくすることも可能であるが、該 EGR バルブ開度を更に大きくしても EGR ガス導入差圧が小さいために、実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することができなくなる。本変形例は、このように定義されたスロットル開度に対する前記所定開度に基づいて、低負荷時 EGR ガス導入制御を行う例である。そして、スロットル開度が前記所定開度になるときの上記特性を有する EGR バルブ開度に基づいて、EGR 弁による低負荷時 EGR ガス導入制御を行うか、電動過給機による低負荷時 EGR ガス導入制御を行うか、を判別し、低負荷時 EGR ガス導入制御を実行する。

20

30

【 0 0 4 7 】

本変形例に係る内燃機関における、低負荷時 EGR ガス導入制御フローについて図 9 に基づいて説明する。図 9 は、本変形例に係る内燃機関における、低負荷時 EGR ガス導入制御フローを示すフローチャートである。本変形例では、ECU 1 0 によって、本フローが低圧 EGR 装置 7 による EGR ガスの還流中において所定の演算周期で繰り返し実行される。ここで、図 9 に示すフローチャートは、上記実施例 1 の図 5 に示すフローチャートと一部処理が異なるのみであるので、上記実施例 1 と実質的に同一の処理については、その詳細な説明を省略する。

40

【 0 0 4 8 】

図 9 に示すフローでは、S 1 0 1 の処理の後、S 3 0 2 において、スロットル開度 Th_p が判定閾値 Th_{pth} 以下であるか否かが判別される。この判定閾値 Th_{pth} は、上述した本変形例に係るスロットル弁 4 1 の所定開度であり、機関負荷の低下によって、バイパス弁 4 5 を開弁したままでは、EGR バルブ開度の制御のみによっては実 EGR 率を目標 EGR 率に制御することができなくなる程度まで EGR ガス導入差圧が小さくなる時のスロットル開度と定義される。そして、EGR ガス導入差圧と EGR バルブ開度と相関を有するこの判定閾値 Th_{pth} は、ECU 1 0 の ROM に予め記憶されている。S 3 0 2 において肯定判定された場合、ECU 1 0 は S 1 0 3 の処理へ進み、S 3 0 2 におい

50

て否定判定された場合、ECU10はS106の処理へ進む。

【0049】

そして、図9に示すフローでは、S103において否定判定された場合、または、S104においてバイパス弁45を閉弁させる制御が実行された後、S351において、EGRバルブ開度 V_{pegr} が判定閾値 V_{pthegr} 以下であるか否かが判別される。この判定閾値 V_{pthegr} は、後述するEGRバルブ開度 V_{pegr} の変化に対するEGRガス導入差圧の変化の感度に基づいて設定される値であり、ECU10のROMに予め記憶されている。S351において肯定判定された場合、ECU10はS352の処理へ進み、S351において否定判定された場合、ECU10はS353の処理へ進む。

【0050】

S351において肯定判定された場合、次に、S352において、電動過給機43の制御が実行される。S352では、上述した電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御に基づいて電動過給機43の制御が実行され、実EGR率がS101で算出された目標EGR率 R_{tegr} に制御される。また、S351において否定判定された場合、次に、S353において、EGR弁71の制御が実行される。S353では、上述したEGR弁による低負荷時EGRガス導入制御に基づいてEGR弁71の制御が実行され、実EGR率がS101で算出された目標EGR率 R_{tegr} に制御される。そして、S352の処理の後、または、S353の処理の後、本フローの実行が終了される。

【0051】

本変形例によれば、EGRガスの導入に対する制御のコストを抑制するという面から、全開・全閉を切替えて開閉するように構成されているバイパス弁45を用いながらも、好適に実EGR率を目標EGR率に制御することができる。EGRバルブ開度 V_{pegr} が判定閾値 V_{pthegr} より大きい場合には、EGRバルブ開度 V_{pegr} の変化に対するEGRガス導入差圧の変化の感度は小さくなる。一方で、EGRバルブ開度 V_{pegr} が判定閾値 V_{pthegr} 以下である場合には、前記感度が大きくなる。つまり、前記判定閾値 V_{pthegr} は、上記感度の特性に基づいて設定される。そして、前記感度が大きい場合には、EGRバルブ開度により実EGR率を目標EGR率に制御するためには、該EGRバルブ開度を比較的高い精度で制御する必要があるが、該制御が困難になる場合がある。また、電動過給機43の出力の変化に対するEGRガス導入差圧の変化の感度は小さい。そこで、本変形例における低負荷時EGRガス導入制御では、EGRバルブ開度 V_{pegr} が判定閾値 V_{pthegr} 以下である場合には、上述した電動過給機による低負荷時EGRガス導入制御を行うことによって、上記課題を解決し、以て、好適に実EGR率を目標EGR率に制御することができる。

【符号の説明】

【0052】

- 1・・・内燃機関
- 4・・・吸気通路
- 5・・・排気通路
- 6・・・ターボチャージャ
- 7・・・低圧EGR装置
- 10・・・ECU
- 40・・・エアフローメータ
- 41・・・スロットル弁
- 43・・・電動過給機
- 45・・・バイパス弁
- 50・・・差圧センサ
- 71・・・EGR弁

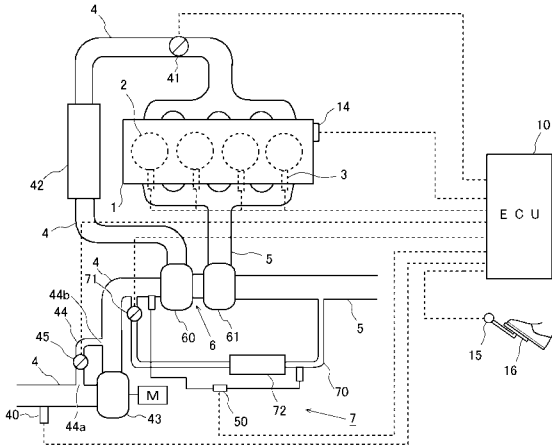
10

20

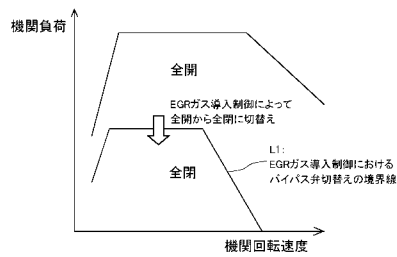
30

40

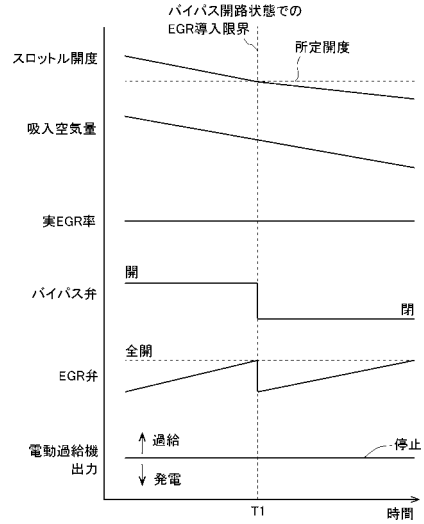
【図1】



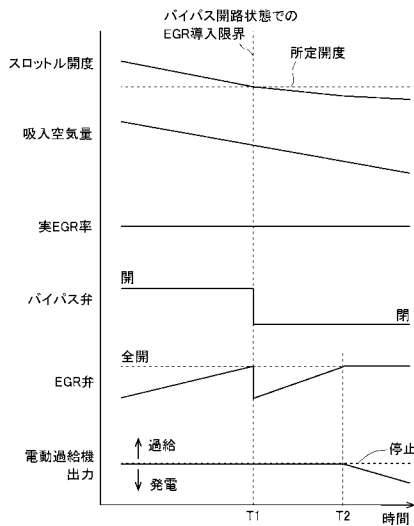
【図2】



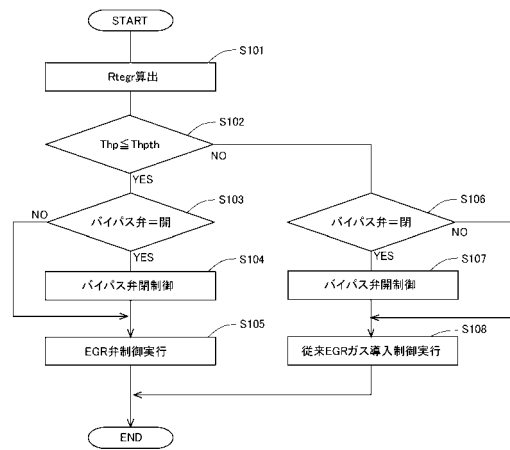
【図3】



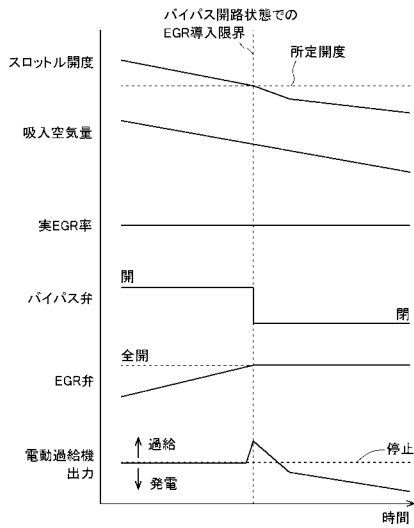
【図4】



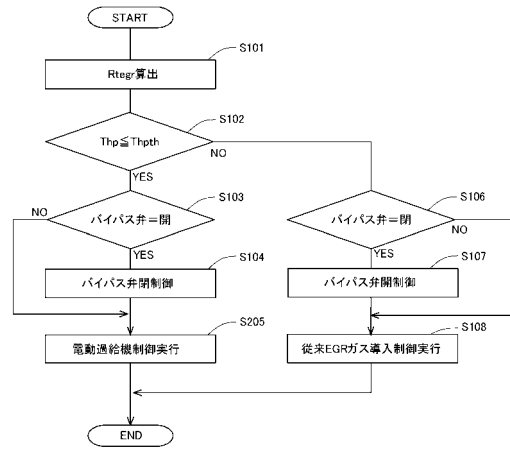
【図5】



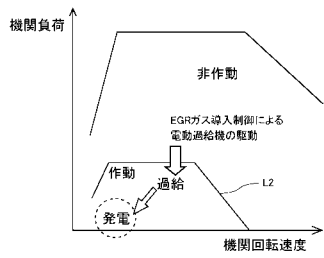
【 図 6 】



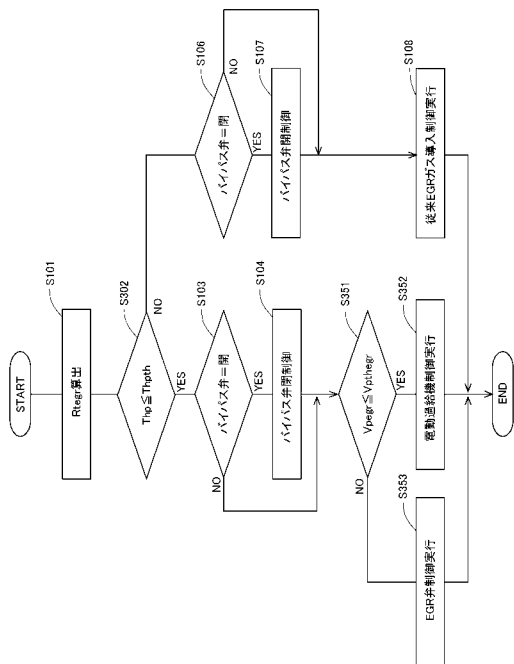
【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
F 0 2 B 39/10 (2006.01)		F 0 2 D	23/00	J
F 0 2 M 26/02 (2016.01)		F 0 2 B	39/10	
F 0 2 M 26/00 (2016.01)		F 0 2 D	23/00	F
		F 0 2 M	25/07	5 7 0 P
		F 0 2 M	25/07	5 5 0 R

(74)代理人 100176201

弁理士 小久保 篤史

(72)発明者 富田 翔

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G005 EA16 EA20 FA06 GA02 GB18 GD13 HA12 HA19 JA45

3G062 BA00 BA06 ED01 ED08 GA01 GA04 GA06

3G092 AA01 AA17 AA18 AB03 DB03 DB04 DB05 DC08 FA06 GA05

HA01Z