(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2015-102006
(P2015-102006A)
(43)公開日　平成27年6月4日(2015.6.4)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02D 45/00	(2006.01)	F02D	45/00	366E	3G384
		F02D	45/00	301E	
		F02D	45/00	312E	
		F02D	45/00	312F	

審査請求 未請求　請求項の数 1　OL　（全 7 頁）

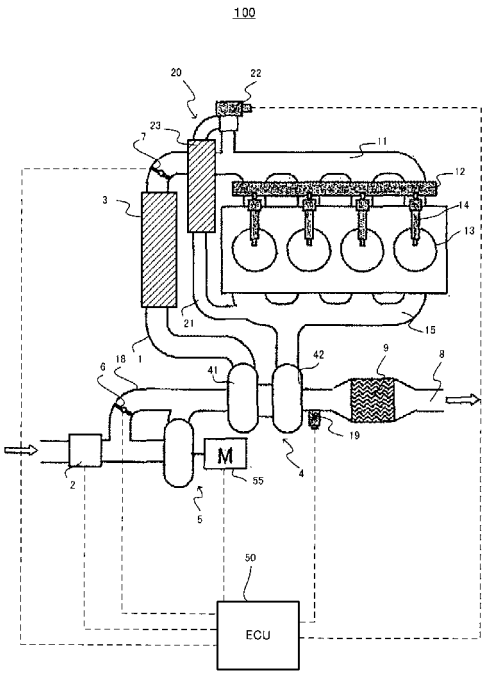
(21)出願番号　特願2013-242719 (P2013-242719)
(22)出願日　平成25年11月25日 (2013.11.25)

(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　100107331
弁理士　中村　聡延
(74)代理人　100099645
弁理士　山本　晃司
(74)代理人　100104765
弁理士　江上　達夫
(72)発明者　丹野　史朗
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)　3G384 AA03　BA04　BA07　BA27　CA11
FA01Z FA08Z FA48Z

(54)【発明の名称】吸入空気量推定装置

(57)【要約】
【課題】気筒内への吸入空気量を高精度に推定することが可能な吸入空気量推定装置を提供する。
【解決手段】吸入空気量推定装置は、吸気通路に設けられる過給機を備える内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する。吸入空気量推定装置は、推定手段と、認識手段と、補正手段とを備える。推定手段は、内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する。認識手段は、インテークマニホールド圧の増加率を認識する。補正手段は、インテークマニホールド圧の増加率が増大している場合は推定手段によって推定された吸入空気量を減じる補正を行い、上記増加率が低下している場合は推定手段によって推定された吸入空気量を増やす補正を行う。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
吸気通路に設けられる過給機を備える内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する吸入空気量推定装置であって、
前記吸入空気量を推定する推定手段と、
インテークマニホールド圧の増加率を認識する認識手段と、
前記増加率が増大している場合は前記推定手段によって推定された前記吸入空気量を減じる補正を行い、前記増加率が低下している場合は前記推定手段によって推定された前記吸入空気量を増やす補正を行う補正手段と、
を有することを特徴とする吸入空気量推定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、吸入空気量を推定する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、電動アシストモータにより過給機の電動アシストが可能なシステムにおいて、電動アシストモータの出力に応じた充填効率を推定する手段が開示されている。また、本発明に関連する技術が特許文献２に開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００８－２５５９２１号公報
【特許文献２】特開２０１３－０９２０６８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
過給機を備えたエンジンシステムにおいて、エアフローメータなどにより気筒内への吸入空気量を推定する場合、過給圧の急変時に推定した吸入空気量と実際の吸入空気量との間に誤差が生じるという問題がある。
【０００５】
本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、気筒内への吸入空気量を高精度に推定することが可能な吸入空気量推定装置を提供することを主な課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の１つの観点では、吸気通路に設けられる過給機を備える内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する吸入空気量推定装置であって、前記吸入空気量を推定する推定手段と、インテークマニホールド圧の増加率を認識する認識手段と、前記増加率が増大している場合は前記推定手段によって推定された前記吸入空気量を減じる補正を行い、前記増加率が低下している場合は前記推定手段によって推定された前記吸入空気量を増やす補正を行う補正手段と、を有する。
【０００７】
上記の吸入空気量推定装置は、例えばＥＣＵ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ：電子制御ユニット）であり、吸気通路に設けられる過給機を備える内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する。吸入空気量推定装置は、推定手段と、認識手段と、補正手段とを備える。推定手段は、内燃機関の気筒内への吸入空気量を推定する。認識手段は、インテークマニホールド圧の増加率を認識する。補正手段は、インテークマニホールド圧の増加率が増大している場合は推定手段によって推定された吸入空気量を減じる補正を行い、上記増加率が低下している場合は推定手段によって推定された吸入空気量を増

やす補正を行う。このようにすることで、吸入空気量推定装置は、インテークマニホールド圧が急増又は急減した場合であっても、気筒内への吸入空気量を高精度に推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】実施形態に係るエンジンシステムの概略構成図を示す。

【図２】吸気系に出入りするガス流量を概念的に示した図である。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【００１０】

［概略構成］

始めに、図１を参照して、本実施形態に係るエンジンシステムの構成について説明する。図１は、エンジンシステム１００のブロック図である。

【００１１】

エンジンシステム１００は、図示せぬ車両に搭載されるシステムであり、主に、吸気通路１と、エアフローメータ２と、インタークーラ３と、過給機４と、電子制御式コンプレッサ５と、バイパス弁６と、スロットルバルブ７と、排気通路８と、ディーゼル後処理装置９と、インテークマニホールド１１と、コモンレール１２と、気筒１３と、燃料噴射弁１４と、排気マニホールド１５と、Ａ／Ｆセンサ１９と、ＥＧＲ装置２０と、ＥＣＵ５０とを備える。

【００１２】

吸気通路１には、外部から導入された新気（吸気）が通過し、スロットルバルブ７は吸気通路１を通過する吸気の流量を調整する。スロットルバルブ７は、ＥＣＵ５０から供給される制御信号によって開度が制御される。また、吸気通路１には、吸気通路１を通過する吸気量を検出するエアフローメータ２と、吸気を冷却するインタークーラ３とが設けられている。エアフローメータ２は、検出した吸入空気量に相当する検出信号を、ＥＣＵ５０へ送信する。また、エアフローメータ２の下流、かつ、インタークーラ３の上流の吸気通路１には、後述する過給機４のコンプレッサ４１及び電子制御式コンプレッサ５が設置されている。

【００１３】

吸気通路１は、スロットルバルブ７の下流側において、インテークマニホールド１１と接続する。インテークマニホールド１１に導かれる新気（空気）は、インテークマニホールド１１の入り口付近で合流するＥＧＲ通路２１においてＥＧＲガスと適宜混合され、不図示の吸気バルブの開弁時に気筒１３内に吸入される。

【００１４】

気筒１３の燃焼室には、燃料噴射弁１４により燃料が噴射される。噴射された燃料は、各気筒１３の内部で吸気と混合され、上述した混合気となる。コモンレール１２は、ＥＣＵ５０と電気的に接続され、上流側（即ち、高圧ポンプ側）から供給される高圧燃料をＥＣＵ５０により設定される目標レール圧まで蓄積する。上述した混合気は、圧縮行程において自着火して燃焼し、既燃焼ガスとして、或いは一部未燃の混合気として、吸気バルブの開閉に連動して開閉する排気バルブ（不図示）の開弁時に排気ポートを介して排気マニホールド１５に導かれる。この排気マニホールド１５は、排気通路８に連通している。

【００１５】

一方、排気通路８には、過給機４のタービン４２及びディーゼル後処理装置９が設置されている。タービン４２は、排気通路８に導かれた排気のエネルギーにより所定の回転軸を中心として回転可能に構成されている。タービン４２が排気エネルギーを回収して回転すると、コンプレッサ４１も当該回転軸を中心として回転する。コンプレッサ４１は、上述した吸入ガスを、その回転に伴う圧力により上述したインテークマニホールド１１へ圧送供給する。ディーゼル後処理装置９は、例えば、排気中のＣＯ、ＮＯｘ等を酸化還元す

ることにより排気を浄化する。また、ディーゼル後処理装置９の上流かつタービン４２の下流には、Ａ／Ｆセンサ１９が設けられている。

【００１６】

また、コンプレッサ４１の上流の吸気通路１には、ＥＣＵ５０の制御に基づき過給圧を調整するための電子制御式コンプレッサ５が設けられている。電子制御式コンプレッサ５は、ＥＣＵ５０により制御されるモータ５５を備える。また、吸気通路１には、電子制御式コンプレッサ５を通らないバイパス通路１８が設けられ、かつ、バイパス通路１８内には、バイパス通路１８を通過する空気量を調整するためのバイパス弁６が設けられている。

【００１７】

ＥＧＲ装置２０は、排気の一部をＥＧＲガスとして吸気系に導入可能に構成された排気再循環装置である。ＥＧＲ装置２０は、ＥＧＲ通路２１と、ＥＧＲ弁２２と、ＥＧＲクーラ２３とを有する。ＥＧＲ通路２１は、排気マニホールド１５から分岐し、インテークマニホールド１１の入口付近の吸気通路１と接続する。ＥＧＲ通路２１を介して導入された排気は、ＥＧＲガスとして、インテークマニホールド１１の入口付近の合流部に導入される。ＥＧＲ弁２２は、ＥＣＵ５０の制御に基づき、開閉状態が連続的に変化するように構成されており、当該開閉状態に応じて、ＥＧＲ通路２１を流れるＥＧＲガスの流量、即ち、ＥＧＲ量を調整する。ＥＧＲクーラ２３は、ＥＧＲガスの冷却を行う。

【００１８】

ＥＣＵ５０は、図示せぬＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）及びＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等を備え、エンジンシステム１００の動作全体を制御する。例えば、ＥＣＵ５０は、ＲＯＭに格納された制御プログラムに従って、外部から気筒１３に吸入される新気の空気量（「筒内吸入空気量」とも呼ぶ。）などを推定することで、スロットルバルブ７や燃料噴射弁１４等を制御して空燃比の調整などを行う。ＥＣＵ５０は、本発明に係る「吸入空気量推定装置」の一例たるコンピュータ装置である。

【００１９】

［筒内吸入空気量の推定方法］

次に、ＥＣＵ５０が実行する筒内吸入空気量の推定方法である第１推定方法及び第２推定方法について説明する。

【００２０】

（第１推定方法）

第１推定方法では、ＥＣＵ５０は、エアフローメータ２の計測結果に基づく筒内吸入空気量の推定値（単に「エアフローメータ推定値」とも呼ぶ。）を、過給圧の変化に応じて補正する。具体的には、ＥＣＵ５０は、過給圧（即ちインマニ圧）が上昇している条件では、その上昇率に応じてエアフローメータ推定値を減じた値を、筒内吸入空気量として認識する。一方、ＥＣＵ５０は、過給圧が低下している条件では、その低下率に応じてエアフローメータ推定値を増加させた値を、筒内吸入空気量として認識する。例えば、ＥＣＵ５０は、上述の過給圧の変化を、図示しないセンサの検出信号に基づき認識する。

【００２１】

ここで、第１推定方法を表す式について説明する。エアフローメータ２を通過した空気が気筒１３内に流れるガス流量（ｇ／ｓ）（即ち、筒内吸入空気量）を「G_{air_cyl}」、エアフローメータ２に流入するガス流量（ｇ／ｓ）（即ち、エアフローメータ推定値）を「G_{air}」、エンジンシステム１００の吸気系内でのガス質量を「ｍ」とすると、ＥＣＵ５０は、以下の式（１）に基づき、筒内吸入空気量を決定する。

【００２２】

【数１】

$$G_{air_cyl} = G_{air} - \frac{dm}{dt} \qquad 式(1)$$

【００２３】
ここで、「ｄｍ／ｄｔ」は、エンジンシステム１００の吸気系内でのガス質量の時間変化（ｇ／ｓ）を示し、エンジンシステム１００の吸気系の容積、圧力及び温度から状態方程式を用いて算出することが可能である。

【００２４】
（第２推定方法）
第２推定方法では、ＥＣＵ５０は、上述の式（１）に代えて、ＥＧＲ率「Ｒ」を用いた以下の式（２）に基づき、筒内吸入空気量を推定する。

【００２５】
【数２】

$$G_{air_cyl} = G_{air} - (1 - R)\frac{dm}{dt} \qquad 式(2)$$

【００２６】
ここで、式（２）の導出方法について、図２及び式（３）～（７）を用いて説明する。図２は、吸気系へのガス流量の出入りを示す概念図を示す。図２において、「G_{egr}」は、ＥＧＲ通路２１に供給されるガス流量（ｇ／ｓ）を示し、「G_{cyl}」は、気筒１３に供給されるガス流量（ｇ／ｓ）を示す。

【００２７】
まず、図２に示すように、エンジンシステム１００の吸気系内でのガス質量の時間変化（ｇ／ｓ）を示す「ｄｍ／ｄｔ」は、吸気系に流入するガス流量G_{air}、G_{egr}の和と、吸気系から気筒１３へ流れるガス流量G_{cyl}との差分に等しい。従って、以下の式（３）が成立する。

【００２８】
【数３】

$$G_{air} + G_{egr} - G_{cyl} = \frac{dm}{dt} \qquad 式(3)$$

【００２９】
また、ＥＧＲ通路２１から気筒１３に供給されるガス流量（ｇ／ｓ）を「G_{egr_cyl}」とすると、気筒１３に供給されるガス流量G_{cyl}は、以下の式（４）に示すように、エアフローメータ２から気筒１３に流れるガス流量G_{air_cyl}と、上述のガス流量G_{egr_cyl}との和に等しい。

【００３０】
【数４】

$$G_{cyl} = G_{air_cyl} + G_{egr_cyl} \qquad 式(4)$$

【００３１】
さらに、ＥＧＲ率Ｒは、その定義により、以下の式（５）に示すように表される。
【００３２】
【数５】

$$R = \frac{G_{egr_cyl}}{G_{air_cyl} + G_{egr_cyl}} = \frac{G_{egr_cyl}}{G_{cyl}} \quad 式(5)$$

【００３３】
従って、式（４）により得られるガス流量G_{egr_cyl}を式（５）に代入すると、ガス流量G_{air_cyl}を示す以下の式（６）が得られる。
【００３４】
【数６】

$$G_{air_cyl} = (1 - R)G_{cyl} \quad 式(6)$$

【００３５】
ここで、吸気系内に流入するガスのＥＧＲ率と、筒内に流入するガスのＥＧＲ率は同じと仮定し、式（５）に示すＥＧＲ率Ｒは、以下の式（７）に示すように、ガス流量G_{air}とガス流量G_{egr}とにより表現される。
【００３６】
【数７】

$$R = \frac{G_{egr_cyl}}{G_{air_cyl} + G_{egr_cyl}} \approx \frac{G_{egr}}{G_{air} + G_{egr}} \quad 式(7)$$

【００３７】
そして、式（３）及び式（７）を式（６）に代入し、ガス流量G_{air_cyl}について求めると、ガス流量G_{air}、ＥＧＲ率Ｒ及びガス質量の時間変化「ｄｍ／ｄｔ」を用いてガス流量G_{air_cyl}について規定した式（２）が得られる。
【００３８】
（第１及び第２推定方法による効果）
次に、第１及び第２推定方法による効果について補足説明する。
【００３９】
従来では、過給圧変化を考慮せずに、エアフローメータに基づくエアフローメータ推定値を筒内吸入空気量として認識していた。即ち、従来では、一次遅れ処理で対応していた。しかし、急激な過給圧変化が生じた場合、エアフローメータ２に基づくエアフローメータ推定値と実際の筒内吸入空気量との乖離が大きくなり、従来手法では、空燃比ずれによるエミッション悪化が発生したり、当該エミッション悪化を抑制するために加速性能を抑制する必要が生じたりしていた。特に、電子制御式コンプレッサなどを備えるエンジンシステムなどの場合、急激な過給圧変化が生じやすくなるため、上述の問題が起きやすい傾向がある。
【００４０】
以上を勘案し、ＥＣＵ５０は、上述した第１又は第２推定方法を実行することで、急激な過給圧変化が生じた場合であっても、筒内吸入空気量を高精度に推定することができる。これにより、吸気量制御の精度が向上し、エミッション悪化を好適に抑制することがで

きる。加えて、空燃比の精度が向上するため、スモーク発生を好適に制御することができ、加速性能も向上させることができる。

【００４１】

なお、本発明は、電子制御式コンプレッサ５を備えない構成に対しても好適に適用される。この場合であっても、過給圧が急激に立ち上がった場合に、筒内吸入空気量の推定精度を向上させることができる。

【００４２】

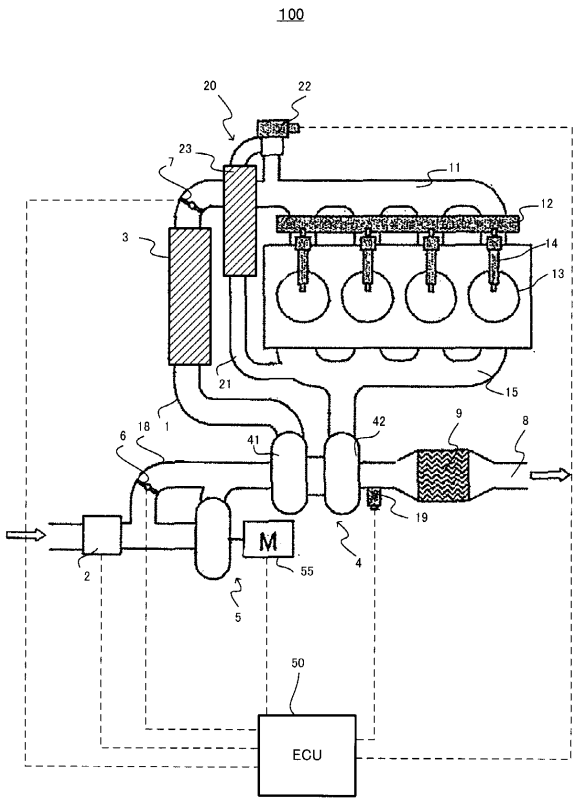
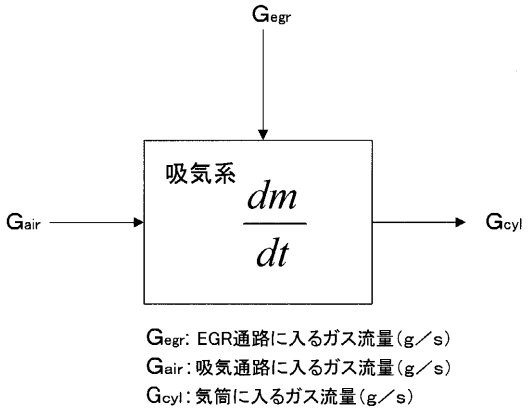
また、第１推定方法及び第２推定方法の実行の有無は、例えば、ＨＩＬＳ（Ｈａｒｄｗａｒｅ－Ｉｎ－ｔｈｅ－Ｌｏｏｐ　Ｓｉｍｕｌａｔｏｒ）を活用し、エアフローメータの同じ計測値の履歴に対して、異なる過給圧の履歴での制御挙動を見ることで確認することが可能である。

【符号の説明】

【００４３】

１　吸気通路
２　エアフローメータ
３　インタークーラ
４　過給機
５　電子制御式コンプレッサ
８　排気通路
１１　インテークマニホールド
１３　気筒
１５　排気マニホールド
２０　ＥＧＲ装置
５０　ＥＣＵ
１００　エンジンシステム

【図１】



【図２】