

(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2011-169288

(P2011-169288A)

(43) 公開日 平成23年9月1日(2011.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 43/00 301K	3G092
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 43/00 301Z	3G301
FO2B 31/02 (2006.01)	FO2D 43/00 301U	3G384
FO2D 41/10 (2006.01)	FO2D 13/02 H	
	FO2B 31/02 L	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-35948 (P2010-35948)
 (22) 出願日 平成22年2月22日 (2010.2.22)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (72) 発明者 藤川 浩
 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 山口 正徳
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

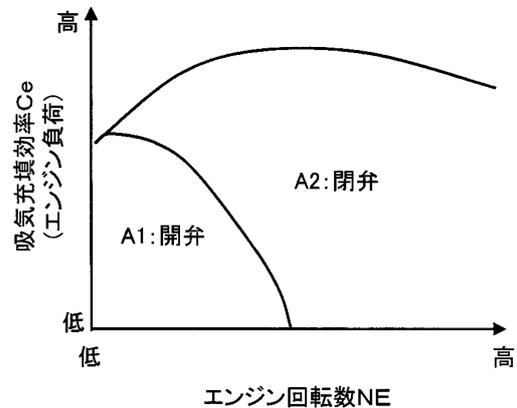
(54) 【発明の名称】 エンジンの吸気制御装置

(57) 【要約】

【課題】急加速時において吸気流動制御弁に加えられる負荷を小さく抑えて吸気流動制御弁の信頼性を高めることのできるエンジンの吸気制御装置を提供する。

【解決手段】吸気流動制御弁40が閉弁状態に制御されるとともに吸気バルブ19の閉タイミングが吸気の吹き返しのある時期に制御される第3運転領域A3から、吸気流動制御弁40が開弁状態に制御される第2運転領域A2への急加速時において、この加速が終了するまでの間、スロットル弁50の開弁速度を緩加速時に比べて遅くする制御と、スロットル弁50の開弁開始時期を緩加速時に比べて遅くする制御との少なくとも一方を実施する。あるいは、吸気流動制御弁40の開弁速度を緩加速時に比べて遅くする制御と、吸気流動制御弁40の開弁開始時期を前記緩加速時に比べて遅くする制御の少なくとも一方を実施する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリンダおよび当該シリンダ内に吸気を導入するための 2 つの吸気ポートが形成されたエンジン本体と、前記シリンダ内に流入する吸気量を変更可能なスロットル弁と、当該スロットル弁の下流に設けられて前記各吸気ポートとそれぞれ連通する吸気通路のうち一方の吸気通路を開閉して前記一方の吸気ポートに流入する吸気量を変更可能な吸気流動制御弁と、当該吸気流動制御弁の下流に設けられて前記 2 つの吸気ポートをそれぞれ開閉可能な吸気バルブとを備えたエンジンの吸気制御装置であって、

前記スロットル弁を駆動するスロットル弁駆動手段と、

前記吸気流動制御弁を駆動する吸気流動制御弁駆動手段と、

前記吸気バルブを駆動する吸気バルブ駆動手段と、

前記スロットル弁駆動手段、前記吸気流動制御弁駆動手段および前記吸気バルブ駆動手段を制御する制御手段とを有し、

前記制御手段は、

前記吸気流動制御弁が第 1 運転領域において閉弁する一方、前記第 1 運転領域よりもエンジン回転数が高い側に設定された第 2 運転領域において開弁するように、前記吸気流動制御弁駆動手段を制御し、

前記第 1 運転領域内の第 3 運転領域において、前記各吸気バルブが、前記エンジンの吸気行程で開弁した後、当該エンジンの圧縮行程であって前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御し、

前記スロットル弁がエンジン回転数とエンジンに対する要求トルクとに応じて予め設定された基本目標スロットル開度となるように、前記スロットル弁駆動手段を制御するとともに、

前記第 3 運転領域から前記第 2 運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が予め設定された第 1 基準変化率よりも大きい急加速時は、加速が終了するまでの間、スロットル弁加速制御モードと吸気流動制御弁加速制御モードの少なくとも一方を実施し、

前記スロットル弁加速制御モードでは、前記基本目標スロットル開度の変化率に対する前記スロットル弁の開弁速度を、前記第 3 運転領域から前記第 2 運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が前記第 1 基準変化率よりも小さい緩加速時に比べて遅くする制御と、スロットル弁の開弁開始時期を前記緩加速時に比べて遅くする制御との少なくとも一方を実施し、

前記吸気流動制御弁加速制御モードでは、前記吸気流動制御弁の開弁速度を前記緩加速時に比べて速くする制御と、前記吸気流動制御弁の開弁開始時期を前記緩加速時に比べて速くする制御との少なくとも一方を実施することを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記制御手段は、前記吸気流動制御弁加速制御モードにおいて、エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第 1 基準変化率よりも小さい緩加速時は、前記吸気流動制御弁が前記シリンダに流入する吸気量の変化に応じて開弁されるように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御する一方、エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第 1 基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始と同時に前記吸気流動制御弁が開弁されるように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御することを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記スロットル弁駆動手段は、電動式であることを特徴とするエンジンの吸気制御装置

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記制御手段は、前記第 1 運転領域のうちの前記第 3 運転領域よりも高負荷側に設定さ

10

20

30

40

50

れた第4運転領域において、前記各吸気バルブが、前記吸気行程にて開弁した後、前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期より進角側に設定された時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御するとともに、

前記第3運転領域から前記第4運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が予め設定された第2基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始後、前記吸気流動制御弁が所定期間開弁するように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御することを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

【請求項5】

請求項4に記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記制御手段は、前記第3運転領域から前記第4運転領域への加速時であって前記エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第2基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始後、前記吸気バルブの閉弁時期が前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期より進角側に設定された時期に到達するまでの間、前記吸気流動制御弁が開弁するように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御することを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

10

【請求項6】

請求項4または5に記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記第4運転領域は、前記第3運転領域からエンジンに対する要求トルクが最大となる全負荷域にわたることを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

【請求項7】

請求項1～3のいずれかに記載のエンジンの吸気制御装置であって、

前記第1運転領域は、エンジン回転数が低い領域においてエンジンに対する要求トルクの全ての範囲にわたっており、前記第3運転領域はこの第1運転領域の全体にわたっており、

20

前記制御手段は、前記第2運転領域のうち、前記第3運転領域と隣接するエンジン回転数が低い側でかつエンジンに対する要求トルクが高い側に設定された領域において、前記各吸気バルブが、前記エンジンの吸気行程で開弁した後、当該エンジンの圧縮行程であって前記エンジンのシリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御することを特徴とするエンジンの吸気制御装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの2つの吸気ポートのうち一方の吸気ポートに流入する吸気の変更可変な吸気流動制御弁を有するエンジンの吸気制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動車等のエンジンには、より好ましい燃焼を実現すべくエンジンの2つの吸気ポートのうち一方の吸気ポートに流入する吸気の変更可変な吸気流動制御弁が設けられている。

【0003】

例えば、特許文献1には、一方の吸気ポートに連通される吸気通路の上下中央に回動可能に固定された吸気流動制御弁が開示されている。この吸気流動制御弁が開弁した状態すなわち吸気通路の上下方向中央において吸気の流れ方向と略平行な方向に広がった状態では、前記吸気通路の流路が開放されて吸気は両方の吸気ポートを通過し、より抵抗の少ない状態でシリンダ内に流入する。一方、前記吸気流動制御弁が閉弁した状態すなわち吸気の流れ方向と略垂直な方向に広がった状態では、前記吸気通路の流路が遮断されて一方の吸気ポートのみからシリンダ内に吸気が導入され、シリンダ内の吸気流動が強化される。

40

【0004】

また、自動車等のエンジンにおける制御として、ポンピングロスを下げるべく、吸気バルブの閉時期を圧縮行程の比較的遅角側の時期に設定して、この圧縮行程時に、シリ

50

ンダに嵌挿されたピストンの上昇に伴って吸気通路内にシリンダから吸気を吹き返す制御が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平07-247872号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

吸気バルブを前記のようにシリンダから吸気通路への吹き返しがあるような時期で閉じた場合において前記吸気流動制御弁が閉弁状態にあると、エンジンの圧縮行程中、吸気通路のうち前記吸気流動制御弁の上流側に多量の吸気が流れ込み、吸気流動制御弁の上流側と下流側との間に差圧が生じて吸気流動制御弁にこの吸気流動制御弁を上流側に押圧するような負荷がかかる。特に、急加速時には、吸気通路に導入される吸気量の増大に伴い吸気の吹き返し量が増大して前記吸気流動制御弁の上流側と下流側との差圧が増大する結果、吸気流動制御弁に比較的大きな負荷がかかるという問題がある。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑み、急加速時において吸気流動制御弁に加えられる負荷を小さく抑えて吸気流動制御弁の信頼性を高めることのできるエンジンの吸気制御装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明は、シリンダおよび当該シリンダ内に吸気を導入するための2つの吸気ポートが形成されたエンジン本体と、前記シリンダ内に流入する吸気量を変更可能なスロットル弁と、当該スロットル弁の下流に設けられて前記各吸気ポートとそれぞれ連通する吸気通路のうち一方の吸気通路を開閉して前記一方の吸気ポートに流入する吸気量を変更可能な吸気流動制御弁と、当該吸気流動制御弁の下流に設けられて前記2つの吸気ポートをそれぞれ開閉可能な吸気バルブとを備えたエンジンの吸気制御装置であって、前記スロットル弁を駆動するスロットル弁駆動手段と、前記吸気流動制御弁を駆動する吸気流動制御弁駆動手段と、前記吸気バルブを駆動する吸気バルブ駆動手段と、前記スロットル弁駆動手段、前記吸気流動制御弁駆動手段および前記吸気バルブ駆動手段を制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記吸気流動制御弁が第1運転領域において閉弁する一方、前記第1運転領域よりもエンジン回転数が高い側に設定された第2運転領域において開弁するように、前記吸気流動制御弁駆動手段を制御し、前記第1運転領域内の第3運転領域において、前記各吸気バルブが、前記エンジンの吸気行程で開弁した後、当該エンジンの圧縮行程であって前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御し、前記スロットル弁がエンジン回転数とエンジンに対する要求トルクとに応じて予め設定された基本目標スロットル開度となるように、前記スロットル弁駆動手段を制御するとともに、前記第3運転領域から前記第2運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が予め設定された第1基準変化率よりも大きい急加速時は、加速が終了するまでの間、スロットル弁加速制御モードと吸気流動制御弁加速制御モードの少なくとも一方を実施し、前記スロットル弁加速制御モードでは、前記基本目標スロットル開度の変化率に対する前記スロットル弁の開弁速度を、前記第3運転領域から前記第2運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が前記第1基準変化率よりも小さい緩加速時に比べて遅くする制御と、スロットル弁の開弁開始時期を前記緩加速時に比べて遅くする制御との少なくとも一方を実施し、前記吸気流動制御弁加速制御モードでは、前記吸気流動制御弁の開弁速度を前記緩加速時に比べて速くする制御と、前記吸気流動制御弁の開弁開始時期を前記緩加速時に比べて速くする制御との少なくとも一方を実施することを特徴とするエンジンの吸気制御装置を提供する（請求項1）。

10

20

30

40

50

【0009】

この装置によれば、エンジンの燃費性能を高めつつ急加速時に吸気流動制御弁に加えられる負荷を小さく抑えて吸気流動制御弁の信頼性を高めることができる。

【0010】

すなわち、この装置では、エンジン回転数が低い第3運転領域では、急加速時以外の定常運転時および緩加速時において、吸気流動制御弁を閉弁状態としてシリンダ内の吸気流動を高めておりシリンダ内の燃焼を安定させることができるとともに、吸気バルブを吸気の吹き返しがある時期で閉じておりポンピングロスを低減することができる。また、エンジン回転数が高い第2運転領域では、急加速時以外の定常運転時および緩加速時において、吸気流動制御弁を開弁状態としており、シリンダに導入される吸気量を確保してエンジン出力を高めることができる。

10

【0011】

そして、前記第3運転領域から第2運転領域への急加速時において、前記スロットル弁加速制御モードあるいは吸気流動制御弁加速制御モードが実施されており、急加速時に吸気流動制御弁が閉弁状態で、かつ、吸気の吹き返し量が多いという吸気流動制御弁にかかる負荷が高くなる状況が回避されている。具体的には、前記スロットル弁加速制御モードが実施された場合には、スロットル弁の開弁速度が遅くなる、あるいは、スロットル弁の開弁時期が遅くなり、スロットル弁の開弁に伴いシリンダに導入される吸気量が急増するのが抑えられる。また、前記吸気流動制御弁加速制御モードが実施された場合には、吸気流動制御弁の開弁速度が速くなる、あるいは、吸気流動制御弁の開弁時期が早くなり、吸気流動制御弁が早期に開くことで、吸気の吹き返し量が多い状態で吸気流動制御弁が閉弁状態にあるという状況が回避される。

20

【0012】

前記吸気流動制御弁加速制御モードで実施される具体的な制御手順としては、エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第1基準変化率より小さい緩加速時は、前記吸気流動制御弁が前記シリンダに流入する吸気量の変化に応じて開弁されるように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御する一方、エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第1基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始と同時に前記吸気流動制御弁が開弁されるように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御する手順が挙げられる（請求項2）。

【0013】

この構成によれば、急加速時以外の定常運転時および緩加速時には、シリンダに流入する吸気量に応じて吸気流動制御弁をより適切な状態に制御することができるとともに、前記第3運転領域から第2運転領域への急加速時には、急加速と同時に吸気流動制御弁が強制的に開弁するため、吸気流動制御弁が閉弁状態でかつ吸気の吹き返し量が多いという状況をより早期に回避することができる。

30

【0014】

また、本発明において、前記スロットル弁駆動手段は、電動式であるのが好ましい（請求項3）。

【0015】

このようにすれば、スロットル弁を容易に制御することができる。

40

【0016】

また、前記制御手段は、前記第1運転領域のうちの前記第3運転領域よりも高負荷側に設定された第4運転領域において、前記各吸気バルブが、前記吸気行程にて開弁した後、前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期より進角側に設定された時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御するとともに、前記第3運転領域から前記第4運転領域への加速時であってエンジンに対する要求トルクの変化率が前記第2基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始後、前記吸気流動制御弁が所定期間開弁するように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御するのが好ましい（請求項4）。

【0017】

このようにすれば、エンジン回転数が低くエンジンに対する要求トルクが高い領域すな

50

わち低速高負荷の第4運転領域において、吸気バルブを吸気の吹き返しがない時期に閉じることによってシリンダに流入する吸気量を確保してエンジンの出力を確保しつつ、前記第3運転領域からこの第4運転領域への急加速時において吸気流動制御弁へ付与される負荷を小さく抑えることができる。

【0018】

すなわち、吸気流動制御弁が閉弁状態であって吸気バルブが吸気の吹き返しがある時期に閉じる第3運転領域から吸気流動制御弁が閉弁状態であって吸気バルブが吸気の吹き返しがない時期に閉じる第4運転領域への急加速時には、吸気バルブの駆動遅れにより吸気バルブが十分に進角せず吸気の吹き返しが十分にならないうちに吸気量が増大することでSCVに大きな負荷が加えられるおそれがある。これに対して、前記構成によれば、この第3運転領域から第4運転領域への急加速後、吸気流動制御弁を強制的に開弁させており、吸気流動制御弁が閉弁状態であつ吸気の吹き返し量が多いという状況を回避することができる。

10

【0019】

前記構成において、前記制御手段は、前記第3運転領域から前記第4運転領域への加速時であって前記エンジンに対する要求トルクの変化率が前記第2基準変化率よりも大きい急加速時は、当該加速開始後、前記吸気バルブの閉弁時期が前記シリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期より進角側に設定された時期に到達するまでの間、前記吸気流動制御弁が開弁するように前記吸気流動制御弁駆動手段を制御するのが好ましい(請求項5)。

20

【0020】

このようにすれば、吸気の吹き返しがある期間中、吸気流動制御弁をより確実に開弁させることができ、吸気流動制御弁が閉弁状態であつ吸気の吹き返し量が多いという状況をより確実に回避することができる。

【0021】

ここで、前記第4運転領域は、前記第3運転領域からエンジンに対する要求トルクが最大となる全負荷域にわたる領域であるのが好ましい(請求項6)。

【0022】

このようにすれば、エンジン回転数の低い低速領域の全負荷域を含む高負荷領域全体においてシリンダに流入する吸気量を多くしてエンジンの出力を確保することができる。

30

【0023】

また、前記第1運転領域は、エンジン回転数が低い領域においてエンジンに対する要求トルクの全ての範囲にわたっており、前記第3運転領域はこの第1運転領域の全体にわたっており、前記制御手段は、前記第2運転領域のうち、前記第3運転領域と隣接するエンジン回転数が低い側であつエンジンに対する要求トルクが高い側に設定された領域において、前記各吸気バルブが、前記エンジンの吸気行程で開弁した後、当該エンジンの圧縮行程であつ前記エンジンのシリンダ内のガスが前記吸気ポート側に吹き返す時期に閉弁するように、前記吸気バルブ駆動手段を制御するのが好ましい(請求項7)。

【0024】

この構成では、前記第2運転領域のうちのエンジン回転数が低い側であつエンジンに対する要求トルクが高い側の領域と前記第3運転領域とからなるエンジン回転数が低い領域の全てのエンジン負荷領域において、吸気バルブの閉時期が吸気の吹き返しのある時期に設定されており、この低速域の全てのエンジン負荷領域において、エンジンの有効圧縮比が低減されてシリンダ内の混合気が早期に自着火するブレイグニッションやノッキングといった異常燃焼をより確実に回避することができる。

40

【発明の効果】

【0025】

以上のように、本発明によれば、急加速時に吸気流動制御弁にかかる負荷を小さく抑えて吸気流動制御弁の信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係るエンジンの吸気制御装置を備えたエンジンシステムの全体構成を示した図である。

【 図 2 】 図 1 に示すエンジン本体 1 の周囲の詳細を示した図である。

【 図 3 】 S C V の構造を説明するための概略断面図である。

【 図 4 】 S C V の構造を説明するための概略断面図である。

【 図 5 】 目標基本 S C V 開度のマップを示した図である。

【 図 6 】 目標吸気バルブ閉タイミングのマップを示した図である。

【 図 7 】 図 5 と図 6 とを重ね合わせて、目標基本 S C V 開度と標吸気バルブ閉タイミングの設定値を示した図である。

10

【 図 8 】 第 3 運転領域 A 3 から第 6 運転領域 A 6 への急加速時における通常制御および加速制御の制御結果を示した図である。

【 図 9 】 スロットル弁および S C V の制御手順を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 図 9 に続くスロットル弁および S C V の制御手順を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 第 3 運転領域 A 3 から第 4 運転領域 A 4 への急加速時における通常制御および加速制御の制御結果を示した図である。

【 図 1 2 】 本発明の他の実施形態に係る制御の制御結果を示した図である。

【 図 1 3 】 本発明の他の実施形態に係る目標吸気バルブ閉タイミングのマップを示した図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 7 】

本発明に係るエンジンの吸気制御装置の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 8 】

図 1 は前記エンジンの吸気制御装置 1 0 を備えたエンジンシステム 1 0 0 の概略構成図である。このエンジンシステム 1 0 0 は、シリンダヘッド 9 およびシリンダブロック 1 1 を有するエンジン本体 1 と、エンジン制御用の E C U (制御手段) 2 と、各種補機類とを備えている。

【 0 0 2 9 】

前記エンジン本体 1 のシリンダブロック 1 1 とシリンダヘッド 9 との内部には、ピストン 1 3 がそれぞれ嵌挿された複数のシリンダ 1 2 が形成されている。本実施形態では、4 つのシリンダ 1 2 が形成されている。各ピストン 1 3 の上方には、シリンダヘッド 9 との間でそれぞれ燃焼室 1 4 が区画されている。前記ピストン 1 3 はクランクシャフト 3 に連結されている。

30

【 0 0 3 0 】

前記エンジン本体 1 には、クランクシャフト 3 の回転角を検出するクランク角センサ 8 2 が設けられており、このクランク角センサ 8 2 から出力される検出信号に基づいて E C U 2 にてエンジン回転数 N E が算出される。また、エンジン本体 1 には、冷却水温度を検出する水温センサ 8 3 が設けられている。

40

【 0 0 3 1 】

各シリンダ 1 2 の燃焼室 1 4 の頂部には、プラグ先端が燃焼室 1 4 内に臨むように点火プラグ 1 5 が設置されている。また、当該燃焼室 1 4 の側方には、燃焼室 1 4 内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁 1 6 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

各シリンダ 1 2 の上部には、それぞれ燃焼室 1 4 に向かって開口する 2 つの吸気ポート 1 7 および 2 つの排気ポート 1 8 が設けられている。吸気ポート 1 7 は、燃焼室 1 4 に吸気を導入するためのものである。排気ポート 1 8 は、燃焼室 1 4 から排気を排出するためのものである。各吸気ポート 1 7 と燃焼室 1 4 との連結部分には、これら吸気ポート 1 7 を開閉して吸気ポート 1 7 と燃焼室 1 4 とを連通あるいは遮断するための吸気バルブ 1 9

50

が設けられている。各排気ポート 18 と燃焼室 14 との連結部分には、これら排気ポート 18 を開閉してこれら排気ポート 18 と燃焼室 14 とをから連通あるいは遮断するための排気バルブ 20 が設けられている。前記吸気バルブ 19 は吸気バルブ駆動機構（吸気バルブ駆動手段）30 により駆動されることで、所定のタイミングで吸気ポート 17 を開閉する。また、前記排気バルブ 20 は、排気バルブ駆動機構 34 により駆動されて、所定のタイミングで排気ポート 18 を開閉する。

【0033】

前記吸気バルブ駆動機構 30 は、吸気バルブ 19 に連結された吸気カムシャフト 31 と吸気 VVT 32 とを有している。吸気カムシャフト 31 は、周知のチェーン/スプロケット機構等の動力伝達機構を介してクランクシャフト 3 に連結されており、クランクシャフト 3 の回転に伴い回転して、吸気バルブ 19 を開閉駆動する。

10

【0034】

前記吸気 VVT 32 は、吸気バルブ 19 のバルブタイミングを変更するためのものである。この吸気 VVT 32 は、前記カムシャフト 31 と同軸に配置されてクランクシャフト 3 により直接駆動される所定の被駆動軸と吸気カムシャフト 31 との間の位相差を変更して、これによりクランクシャフト 3 と前記吸気カムシャフト 31 との間の位相差を変更することで、吸気バルブ 19 のバルブタイミングを変更する。吸気 VVT 32 の具体的構成としては、例えば、前記被駆動軸と前記吸気カムシャフト 31 との間に周方向に並ぶ複数の液室を有し、これら液室間に圧力差を設けることで前記位相差を変更する液圧式機構や、前記被駆動軸と前記吸気カムシャフト 31 との間に設けられた電磁石を有し、前記電磁石に電力を付与することで前記位相差を変更する電磁式機構等が挙げられる。この吸気 VVT 32 は、ECU 2 で算出された吸気バルブ 19 の目標バルブタイミングに基づいて、前記位相差を変更する。

20

【0035】

吸気カムシャフト 31 の位相角すなわち吸気バルブ 19 の開閉タイミングは、カム位相センサ 81 により検出され、その信号は ECU 2 に送信される。

【0036】

前記排気バルブ駆動機構 34 は、前記吸気バルブ駆動機構 30 と同様の構造を有している。すなわち、排気バルブ駆動機構 34 は、排気バルブ 20 およびクランクシャフト 3 に連結された排気カムシャフト 35 と、この排気カムシャフト 35 とクランクシャフト 3 との位相差を変更することで排気バルブ 20 のバルブタイミングを変更する排気 VVT 36 とを有している。排気 VVT 36 は、ECU 2 で算出された排気バルブ 20 の目標バルブタイミングに基づいて、前記位相差を変更する。そして、排気カムシャフト 35 は、この位相差の下でクランクシャフト 3 の回転に伴って回転して排気バルブ 20 を前記目標バルブタイミングで開閉駆動する。

30

【0037】

なお、本実施形態では、前記吸気 VVT 32 および排気 VVT 36 は、吸気バルブ 19 および排気バルブ 20 の開弁期間及びリフト量つまりバルブ・プロファイルをそれぞれ一定に保ったまま、吸気バルブ 19 および排気バルブ 20 の開タイミング（開弁時期）と閉タイミング（閉弁時期）とをそれぞれ変更する。

40

【0038】

前記吸気ポート 17 は、その上流側においてインテークマニホールド 21 に接続されている。このインテークマニホールド 21 は、図 2 に示すように、4 つの分岐管 22 を有している。各分岐管 22 は、各シリンダ 12 に設けられた 2 つの吸気ポート 17 にそれぞれ連通している。各分岐管 22 の下流端には、2 つの吸気ポート 17 にそれぞれ連通する 2 つのポート分岐通路（吸気通路）23a, 23b が形成されている。各分岐管 22 において、2 つのポート分岐通路 23a, 23b のうちの一方のポート分岐通路 23a には、それぞれ SCV（スワールコントロールバルブ、吸気流動制御弁）40 が設けられている。この SCV 40 は、燃焼室 13 内にスワール流等を生成させて燃焼室 13 内の吸気流動を高めるためのものである。この SCV 40 は、一方のポート分岐通路 23a を開閉するこ

50

とで、この一方のポート分岐通路 23 a と一方の吸気ポート 17 とを連通あるいは遮断してこの吸気ポート 17 に流入する吸気の変り量を変更し、これによりスワール流等を生成する。

【0039】

前記 S C V 40 は、図 3 に示すように、その上流端に設けられた軸受け部 41 に固定された回動軸 42 が回動駆動されるに伴いこの回動軸 42 を中心として回動する。前記回動軸 42 はポート分岐通路 23 a の底部に取り付けられている。S C V 40 は、ポート分岐通路 23 a の底部に沿って延びて吸気の流れ方向と略平行な方向に広がる全開位置（図 3 の実線）と、このポート分岐通路 23 a の底部から起立して吸気の流れ方向と略垂直な方向に広がる全閉位置（図 3 の破線）との間で回動し、ポート分岐通路 23 a を開閉する。図 4 に示すように、各ポート分岐通路 23 a に設けられた 4 つの S C V 40 には、共通の回動軸 42 が固定されている。そのため、これら 4 つの S C V 40 は一体に回動する。なお、S C V 40 は、前記全開位置においてその上面とポート分岐通路 23 a の底面とが滑らかに連続しており、吸気がポート分岐通路 23 a 内をスムーズに通過するよう構成されている。

10

【0040】

前記回動軸 42 は、その端部に設けられた S C V アクチュエータ（吸気流動制御弁駆動手段）46 により回動駆動される。この S C V アクチュエータ 46 は、E C U 2 で算出された目標 S C V 開度に応じて、前記回動軸 42 を回動させて S C V 40 を全閉あるいは全開位置に駆動する。本実施形態では、負圧式の S C V アクチュエータ 46 が用いられている。S C V 40 は、スプリングにより開き側に付勢されており、負圧式の S C V アクチュエータ 46 によりこの付勢力に抗する力が加えられることで、閉じ側に回動駆動される。

20

【0041】

前記 4 つの分岐管 22 は、その上流側において 1 つの吸気管 26 に接続されている。この吸気管 26 には、スロットル弁 50 が設けられている。このスロットル弁 50 は、吸気管 26 の開口面積を変更して、外部からこの吸気管 26 および前記分岐管 22 等を通して各シリンダ 12 に流入する吸気量を変更する。このスロットル弁 50 は、スロットルアクチュエータ（スロットル弁駆動手段）56 により駆動される。このスロットルアクチュエータ 56 は、前記スロットル弁 50 の開度が E C U 2 で算出された目標スロットル開度となるようにこのスロットル弁 50 を駆動する。前記吸気管 26 には、吸気量を検出する吸気量センサ 86 が設けられている。

30

【0042】

前記 E C U 2 は、周知のマイクロコンピュータをベースとするコントローラであって、プログラムを実行するための C P U と、R A M や R O M からなりプログラム及びデータを格納するメモリと、各種信号の入出力を行なう I / O バスとを備えている。この E C U 2 は、前記 I / O バスを介して前記カム位相センサ 81、クランク角センサ 82、水温センサ 83、吸気量センサ 86、および運転者のアクセルペダルの操作量に対応したアクセル開度を検出するアクセルセンサ 85 等の各センサからの検出信号を受け、この検出信号に基づき種々の演算を行なう。ここで、E C U 2 では、前記クランク角センサ 82 からの検出信号に基づきエンジン回転数 N E を算出する。また、前記吸気量センサ 86 からの検出信号に基づきエンジンの吸気充填効率 C e を算出する。

40

【0043】

E C U 2 は、運転条件に応じた燃料噴射量および噴射時期や点火時期を演算して、前記燃料噴射弁 16 や点火装置 27 にその演算結果に応じた信号を出力してこれら燃料噴射弁 16 等を駆動する。また、スロットル弁 50 の目標開度、S C V 40 の目標開度、吸気バルブ 19 の目標タイミングを演算して、スロットル弁 50 の開度、S C V 40 の開度、吸気バルブ 19 のバルブタイミングがこれら目標値になるように、スロットルアクチュエータ 56、S C V アクチュエータ 46、吸気 V V T 32 を駆動する。

【0044】

なお、前記エンジンの吸気制御装置 10 は、少なくとも、前記吸気ポート 17 等が設け

50

られたエンジン本体 1 および、このエンジン本体 1 に設けられた前記スロットル弁 50、前記吸気バルブ 19、前記 S C V 40、前記スロットルアクチュエータ 56、前記 S C V アクチュエータ 46、前記吸気バルブ駆動機構 30 と、前記 E C U 2 とを有するものである。

【0045】

前記 E C U 2 におけるスロットル弁 50 の目標開度、S C V 40 の目標開度、吸気バルブ 19 の目標タイミングの演算手順すなわち S C V 40、スロットル弁 50、吸気バルブ 19 の制御手順について、次に説明する。本エンジンシステム 100 では、S C V 40 およびスロットル弁 50 の制御として、後述する所定の急加速時には加速制御を実施し、その他の運転条件すなわち定常走行時、緩加速および減速時には通常制御を実施する。

10

【0046】

E C U 2 には、S C V 40 の基本目標開度である基本目標 S C V 開度のマップ、スロットル弁 50 の基本目標開度である基本目標スロットル開度のマップ、および吸気バルブ 19 の閉弁タイミングの目標値である目標吸気バルブ閉タイミングのマップがそれぞれ記憶されている。基本目標 S C V 開度と目標吸気バルブ閉タイミングとは、エンジン回転数 N E と吸気充填効率 C e とに応じて予め設定されており、基本目標スロットル開度はエンジン回転数 N E とアクセル開度とに応じて予め設定されている。

【0047】

本実施形態では、図 5 に示すように、基本目標 S C V 開度は、エンジン回転数 N E が低い第 1 運転領域 A 1 では全閉に設定されており、この第 1 運転領域よりも高回転側の第 2 運転領域 A 2 では全開に設定されている。

20

【0048】

また、図 6 に示すように、目標吸気バルブ閉タイミングは、吸気充填効率 C e、すなわち、エンジン 1 に対する要求トルクであるエンジン負荷が低く、エンジン回転数 N E が低い低速低負荷の領域では遅閉じタイミングに設定されており、その他の領域では通常タイミングに設定されている。通常タイミングとは、シリンダ 12 内の空気が吸気ポート 19 側に吹き返さない時期であり、例えば、A B D C 3 5 A に設定されている。一方、遅閉じタイミングとは、吸気下死点よりも十分に遅角側であって、シリンダ 12 内のガスが前記吸気ポート 17 側への吹き返すような時期である。例えば、この遅閉じタイミングは A B D C 1 1 0 A に設定されている。なお、吸気バルブ 19 の開タイミングは、全ての運

30

【0049】

図 7 に、図 5 に示す基本目標 S C V 開度のマップと図 6 に示す目標吸気バルブ閉タイミングのマップとを重ね合わせた図を示す。目標吸気バルブ閉タイミングが前記遅閉じタイミングに設定されている領域は前記第 1 運転領域 A 1 と低速低負荷側で重複しており、この重複した低速低負荷の第 3 運転領域 A 3 では、基本目標 S C V 開度は全閉に設定されているとともに吸気バルブ 19 の目標閉タイミングは遅閉じタイミングに設定されている。一方、前記第 1 運転領域 A 1 のうち前記第 3 運転領域 A 3 より高負荷側すなわち低速高負荷の第 4 運転領域 A 4 では、基本目標 S C V 開度は全閉に設定されているとともに吸気バルブ 19 の目標閉タイミングは通常タイミングに設定されている。

40

【0050】

また、目標吸気バルブ閉タイミングが前記遅閉じタイミングに設定されている領域は前記第 2 運転領域 A 2 とも重複しており、第 2 運転領域 A 2 内のうち低速低負荷側の第 5 運転領域 A 5 では、基本目標 S C V 開度は全開に設定されているとともに吸気バルブ 19 の目標閉タイミングは遅閉じタイミングに設定されている。一方、第 2 運転領域 A 2 のうち前記第 5 運転領域 A 5 を除く高回転高負荷側の第 6 運転領域 A 6 では、基本目標 S C V 開度は全開に設定されているとともに吸気バルブ 19 の目標閉タイミングは通常タイミングに設定されている。

【0051】

吸気バルブ 19 は、前記通常制御と加速制御のいずれにおいても、その閉タイミングが

50

、前記のように設定された目標吸気バルブ閉タイミングとなるように制御される。すなわち、前記目標吸気バルブ閉タイミングのマップからエンジン回転数 NE と吸気充填効率 C_e とに基づいて吸気バルブ19の目標閉タイミングが抽出され、吸気バルブ19がこの抽出された値で閉弁するように吸気 $VVT32$ が駆動される。

【0052】

前記スロットル弁50および $SCV40$ は、通常制御では、前記基本目標スロットル開度および基本目標 SCV 開度となるように制御される。すなわち、基本目標スロットル開度のマップから、エンジン回転数 NE とアクセル開度とに応じた値が抽出され、目標スロットル開度がこの抽出された値に設定される。そして、スロットル弁50の開度がこの目標スロットル開度となるようにスロットルアクチュエータ56が駆動される。また、基本目標 SCV 開度のマップから、エンジン回転数 NE と吸気充填効率 C_e とに応じた値が抽出され、目標 SCV 開度がこの抽出された値に設定される。そして、 $SCV40$ の開度がこの目標 SCV 開度となるように SCV アクチュエータ46が駆動される。

【0053】

従って、通常制御を実施すれば、低速低負荷の前記第3運転領域 $A3$ では、吸気バルブ19の閉タイミングが遅閉じタイミングとなりシリンダ12内の吸気が吸気ポート17側に吹き返すことでポンピングロスが低減するとともに、 $SCV40$ が全閉となりシリンダ12内にスワールが生成されることで燃焼が安定化する結果、燃費の向上を実現することができる。また、低速高負荷の前記第4運転領域 $A4$ では、吸気バルブ19の閉タイミングが通常閉じタイミングとなりシリンダ12内に流入する吸気量が確保される。また、燃焼安定性が高い高速側の前記第2運転領域 $A2$ では、 $SCV40$ が全開となり吸気がスムーズにシリンダ12に流入しシリンダ12内に流入する吸気量が確保される。このように、燃費およびエンジン出力向上等の観点から前記通常制御が実施されるのが好ましい。

【0054】

しかしながら、急加速時において、スロットル弁50は前記基本目標スロットル開度に高速で追従する一方、 $SCV40$ あるいは吸気バルブ19は前記基本目標 SCV 開度あるいは目標吸気バルブ閉タイミングに十分に追従しない。特に、本実施形態では、 $SCV40$ は負圧式のアクチュエータ46で駆動されており、電動式のスロットルアクチュエータ56に比べてその駆動速度が遅い。また、吸気 $VVT32$ は吸気カムシャフト31の位相を変化させねばならず、スロットル弁50に比べて駆動速度が遅い。そのため、スロットル弁50の変化と $SCV40$ あるいは吸気バルブ19の変化が対応しない。その結果、基本目標 SCV 開度が全閉でかつ吸気バルブ19が遅閉じタイミングに設定されている前記第3運転領域 $A3$ からの急加速時に前記通常制御を行うと、 $SCV40$ が全開となる、あるいは、吸気バルブ19が通常閉じタイミングとなる前に、スロットル弁50の開度変化に伴う吸気量の増大に伴いシリンダ12から吸気ポート17すなわち $SCV40$ 側への吸気の吹き返し量が増大する。これにより、 $SCV40$ の上流側の圧力は高くなり、 $SCV40$ の前後には大きな差圧が生じ、 $SCV40$ には $SCV40$ を上流側に押圧する方向に大きな荷重が加えられる。そして、このように $SCV40$ の荷重が増え、 $SCV40$ の前記軸受け部41および回転軸42が早期に磨耗するという問題が生じるおそれがある。また、急加速時には吸気量の変動により吸気ポート17に大きな吸気脈動が生じること

【0055】

具体的には、前記第3運転領域 $A3$ から前記第2運転領域 $A2$ への急加速時(図6における矢印 $T1$ および $T2$ で示す変化)では、基本目標 SCV 開度は閉から開に変化するが、 $SCV40$ の挙動が遅いことにより、 $SCV40$ が十分に開いていない状態で吸気流が増大し、 $SCV40$ に大きな荷重がかかる。ここで、第3運転領域 $A3$ から第2運転領域 $A2$ のうち吸気バルブ19の目標閉タイミングが通常閉じタイミングに設定されている前記第6運転領域 $A6$ への急加速時(図6における矢印 $T1$ で示すような加速)では、吸気バルブ19が早期に通常閉じタイミングになれば吸気ポート17への吸気の吹き返しはなくなることで $SCV40$ にはこの吹き返しに伴う上流側への荷重がかからない。しかしな

10

20

30

40

50

がら、前述のように、吸気 V V T 3 2 の挙動は遅い。そのため、加速初期等において、吸気バルブ 1 9 の閉タイミングが遅閉じタイミングであって吸気ポート 1 7 に吸気の吹き返しがあり、かつ、S C V 4 0 が開いていないという状態となり、S C V 4 0 に荷重が付与される。

【 0 0 5 6 】

一方、前記第 3 運転領域 A 3 から前記第 4 運転領域 A 4 への加速時（図 6 における矢印 T 3 で示す変化）では、基本目標 S C V 開度の開度は閉のままで変化しないが、吸気バルブ 1 9 の目標閉タイミングが遅閉じタイミングから通常タイミングに変化しており、吸気 V V T 3 2 の挙動が遅く吸気バルブ 1 9 の閉タイミングが十分に進角しないことで吸気ポート 1 7 への吸気の吹き返しが多くなるうちに吸気流が増大する結果、S C V 4 0 に上流側への大きな荷重が付与される。

10

【 0 0 5 7 】

前記第 3 運転領域 A 3 から第 6 運転領域 A 6 への急加速時に、前記通常制御を行った際の様子を図 8 において破線に示す。この図 8 の破線に示されるように、スロットル弁 5 0 は、基本目標スロットル開度に追従して高速で開弁しているが、S C V 4 0 および吸気バルブ 1 9 は目標値への追従性が悪くゆっくりと変化している。特に、S C V 4 0 および吸気バルブ 1 9 の閉タイミングは、その目標値がエンジン回転数 N E と吸気充填効率 C e に基づいて算出されており、スロットル弁 5 0 の開度が変化して吸気充填効率 C e が変化した後に各目標値が変化するため、S C V 4 0 が目標の全開となるあるいは吸気バルブ 1 9 の閉タイミングが目標のタイミングとなるまでに長い時間を要している。そして、このように加速開始後、スロットル弁 5 0 の開弁に伴い吸気量が増大する一方、S C V 4 0 が開いておらず、かつ、吸気バルブ 1 9 の閉タイミングが遅閉じタイミングであって吸気ポート 1 7 への吸気の吹き返しがあることで、S C V 4 0 の前後には高い差圧が生じている。

20

【 0 0 5 8 】

本エンジンシステム 1 0 0 では、このような S C V 4 0 にかかる荷重を低減するべく、前記第 3 運転領域 A 3 からの急加速時において、前記通常制御とは異なる前記加速制御を実施する。この加速制御を含めたスロットル弁、S C V の制御手順を図 9 および図 1 0 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 5 9 】

まず、ステップ S 1 において、エンジン回転数 N E とアクセル開度とに基づき前記基本目標スロットル開度のマップから基本目標スロットル開度を算出する。また、ステップ S 2 において、エンジン回転数 N E と吸気充填効率 C e とに基づき前記基本目標 S C V 開度のマップから基本目標 S C V 開度を算出するとともに前記目標吸気バルブ閉タイミングのマップから目標吸気バルブ閉タイミングを算出する。

30

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S 1 1 にて、現在の運転状態が前記第 3 運転領域 A 3 から前記第 2 運転領域 A 2 への急加速状態であるかどうかを判定する。具体的には、現在のエンジン回転数 N E と吸気充填効率 C e とにより現在の運転領域が第 3 運転領域 A 3 かどうかを判定する。また、アクセル開度の変化率が予め設定された基準変化率（第 1 基準変化率、第 2 基準変化率）以上であるかどうかを判定する。すなわち、エンジンに対する要求トルクが所定の基準変化率より大きいかどうかを判定する。さらに、現在のエンジン回転数 N E とアクセル開度の変化率から、加速後に突入する運転領域が第 2 運転領域であるかどうかを判定する。

40

【 0 0 6 1 】

前記ステップ S 1 1 にて Y E S と判定されて、現在の運転状態が第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速状態であると判定されると、ステップ S 1 2 にて加速フラグを 1 に設定する。そして、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 を実施する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 3 では、S C V 4 0 の最終的な目標開度である最終目標 S C V 開度を、ステップ S 2 で算出された基本目標 S C V 開度ではなく全開とする。

50

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 4 では、スロットル弁 5 0 の最終的な目標開度の最終目標スロットル開度を、ステップ S 1 で算出された基本目標スロットル開度の変化よりも緩やかな変化となる値に設定する。本実施形態では、ステップ S 2 で算出された基本目標スロットル開度をいわゆるなまし処理することで基本目標スロットル開度の変化を緩やかな変化に補正して、このなまし処理後の値を最終目標スロットル開度とする。

【 0 0 6 4 】

その後、ステップ S 5 に進み、前記最終目標スロットル開度、目標吸気バルブ閉タイミング、最終目標 S C V 開度に基づき、スロットルアクチュエータ 5 6、吸気 V V T 3 2、S C V アクチュエータ 4 6 を駆動させる。

【 0 0 6 5 】

前記ステップ S 1 2 からステップ S 1 4 までのステップは、第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速開始後、アクセル開度の変化率が 0 以下となり加速が終了するまで行われる。すなわち、ステップ S 1 1 にて N O と判定された場合に進むステップ S 1 6 では、前記ステップ S 1 2 にて第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速開始に伴い 1 に設定された前記加速フラグが 1 であり、かつ、アクセル開度の変化率が 0 以上かどうか判定される。そして、この判定が Y E S の場合には、急加速後の加速が続いているとしてステップ S 1 2 に進みステップ S 1 4 までを実施する。一方、ステップ S 1 1 にて N O と判定され、かつ、ステップ S 1 6 にて N O と判定される、すなわち、第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速およびそれに続く加速状態ではないと判定されるとステップ S 2 1 に進む。

【 0 0 6 6 】

この第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速時に実施される前記ステップ S 1 2 からステップ S 1 4 の加速制御の制御結果を図 8 において実線で示す。この図 8 の実線に示されように、急加速開始とともに最終目標 S C V 開度が全開とされることで、S C V 4 0 は、急加速開始と同時に強制的に開き側に移行して、破線で示される通常制御時に比べて早期に開弁する。すなわち、S C V 4 0 の開弁時期は、通常制御が実施される緩加速時に比べて早くなる。そして、最終目標スロットル開度が基本目標スロットル開度のなまし処理後の値とされることで、スロットル弁 5 0 は、破線で示される通常制御時に比べて緩やかに開弁していく。すなわち、スロットル弁 5 0 の開弁速度が、通常制御が実施される緩加速時に比べて遅くなる。これにより、吸気量の急増が抑制される。このようにして、この第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 への急加速時には、S C V 4 0 が早期に開弁するとともに吸気量の急増が抑制されて、S C V 4 0 の前後差圧 (S C V 4 0 の上流側と下流側との差圧) ひいては S C V 4 0 にかかる負荷が小さく抑えられる。なお、図 8 に示した S C V の前後差圧のグラフは、エンジンの吸気・圧縮行程中に発生する S C V 4 0 の前後差圧の最大値をプロットしたものである。すなわち、S C V 4 0 が閉弁状態にある場合において、エンジンの吸気・圧縮行程中には、吸気通路内に吸気が導入されることにより S C V 4 0 の上流側の圧力が S C V 4 0 の下流側の圧力よりも高くなり S C V 4 0 の前後に差圧が生じるが、この図 8 では、この吸気行程における S C V 4 0 の前後差圧は省略している。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 のうちの前記第 6 運転領域 A 6 への急加速時の様子を示しているが、第 3 運転領域 A 3 から第 2 運転領域 A 2 のうちの前記第 5 運転領域への急加速時においても、この第 6 運転領域 A 6 への急加速時と同様に、S C V 4 0 が早期に開弁するとともにスロットル弁 5 0 の開度変化が緩慢となって吸気量の急増が抑制されることで、S C V 4 0 にかかる負荷は小さく抑えられる。

【 0 0 6 8 】

なお、前記ステップ S 1 3 が請求項における吸気流動制御弁加速制御モードであり、ステップ S 1 4 が請求項におけるスロットル弁加速制御モードである。

【 0 0 6 9 】

図9および図10のフローチャートに戻り、前記ステップS21では、現在の運転状態が前記第3運転領域A3から前記第4運転領域A4への急加速状態であるかどうかを判定する。前記ステップS11と同様に、現在のエンジン回転数NEと吸気充填効率Ceとにより現在の運転領域が第3運転領域A3かどうかを判定する。そして、アクセル開度の変化率およびエンジン回転数NEから、第4運転領域A4への急加速状態であるかどうかを判定する。

【0070】

前記ステップS21にてYESと判定されて、現在の運転状態が第3運転領域A3から第4運転領域A4への急加速状態であると判定されると、ステップS22にて加速フラグを2に設定する。そして、ステップS23およびステップS24を実施する。

10

【0071】

ステップS23では、前記ステップS13と同様に、最終目標SCV開度を全開とする。一方、ステップS24では、スロットル開度の最終目標スロットル開度を基本目標スロットル開度として、通常制御時と同様に制御する。その後、前記ステップS5に進み、各アクチュエータを駆動させる。

【0072】

前記ステップS22からステップS24までのステップは、第3運転領域A3から第4運転領域A4への急加速開始後、アクセル開度の変化率が0以下となり加速が終了するまで、あるいは、吸気バルブ19が目標吸気バルブ閉タイミングに到達するまで行われる。すなわち、ステップS21にてNOと判定された場合に進むステップS26では、前記加速フラグが2であり、かつ、アクセル開度の変化率が0以上かどうか判定される。この判定がYESの場合には、急加速後の加速が続いているとしてステップS27に進む。そして、ステップS27では、前記カム位相センサ81の検出値に基づいて算出された吸気バルブ19の実際の閉タイミングがステップS2で算出された目標吸気バルブ閉タイミングに未到達であるかどうか判定され、この判定がYESの場合には、ステップS22に進みステップS24までを実施する。一方、ステップS21にてNOと判定され、かつ、ステップS26あるいはステップS27にてNOと判定される、すなわち、第3運転領域A3から第4運転領域A4への急加速状態およびそれに続く加速状態ではない、あるいは、この急加速状態あるいはそれに続く加速状態ではあるが吸気バルブ19の閉タイミングが目標吸気バルブ閉タイミングに到達したと判定されるとステップS31に進む。

20

30

【0073】

前記ステップS31では、通常制御が実施される。すなわち、前記加速フラグが0とされ、その後進むステップS32において、最終目標SCV開度が前記基本目標SCV開度に設定されるとともに、最終目標スロットル開度が前記基本目標スロットル開度に設定され、その後前記ステップS5にて各アクチュエータが駆動される。

【0074】

この第3運転領域A3から第4運転領域A4への急加速時に実施される前記ステップS23からステップS24の加速制御の制御結果を図11に示す。この図11において、実線が前記加速制御の制御結果であり、破線が通常制御を行った際の制御結果である。この図11に示されように、本加速制御では、第3運転領域A3から第4運転領域A4への急加速時には、急加速開始から、吸気バルブ閉タイミングが吸気の吹き返しのある遅閉じタイミングから吸気の吹き返しのない通常タイミングに移行するまでの間、SCV40が強制的に全開とされる。これにより、吸気の吹き返しがあり、かつ、吸気量が増大している状態でSCV40が閉弁状態にあるというSCV40に大きな荷重がかかる状況が回避される。

40

【0075】

以上のように、本エンジンシステム100によれば、低速低負荷の第3運転領域A3においてSCV40を閉弁状態としてスワールを生成することで燃焼を安定化させるとともに吸気バルブ19の閉タイミングを遅閉じタイミングとしてポンピングロスを低減し燃費を向上させつつ、この第3運転領域A3からの加速時にSCV40に加えられる負荷を抑

50

制してSCV40の信頼性を高めることができる。

【0076】

ここで、前記第3運転領域A3から第2運転領域A2への急加速時に実施するステップ13とステップS14のうちいずれか一方のみを実施してもよい。すなわち、ステップS13のみを実施して、急加速と同時にSCV40を強制的に開く一方、アクセル開度を基本目標アクセル開度に応じて早期に開くようにしてもよい。また、ステップS14のみを実施して、SCV40を基本目標SCVに応じて開駆動させる一方、アクセル開度を基本目標アクセル開度よりも緩やかに駆動させるようにしてもよい。ただし、ステップS13とステップS24とを実施すれば、SCV40に加えられる荷重をより小さく抑えることができる。

10

【0077】

また、前記第3運転領域A3から第2運転領域A2への急加速時に実施するステップ14に代えて、図12に示すように、スロットル弁50を急加速開始後、所定期間経過後に開側に駆動させるようにしてもよい。例えば、所定期間前のステップS2で算出された基本目標スロットル開度を最終目標スロットル開度とする遅れ処理を実施する。この場合には、SCV40が十分に開いた後にスロットル弁50が開弁して吸気量が増大していくため、閉弁状態にあるSCV40に加えられる荷重が小さく抑えられる。

【0078】

また、前記実施形態では、前記第3運転領域A3からの急加速時においてSCV40を早期に開弁させるための具体的手順として、急加速開始直後にSCV40を強制的に開弁させる、すなわち、SCV40の開弁開始時期を早める場合を示したが、この第3運転領域からの急加速時においてSCV駆動アクチュエータ46によるSCV40の駆動速度を速めるようにしてもよい。

20

【0079】

また、前記スロットルアクチュエータ56は電動式に限らない。ただし、このスロットルアクチュエータ56を電動式とすれば、前記第3運転領域A3からの急加速時以外の急加速時においてスロットル弁50を早期に駆動させて加速性を高めつつ前記第3運転領域A3からの急加速時においてスロットル弁50の挙動を容易に緩慢にすることができる。

【0080】

また、目標吸気バルブ閉タイミングのマップの具体的構成は、前記に限らない。例えば、図13に示すように、低速高負荷領域(図7における第4運転領域A4に相当する領域)においても吸気バルブ19の目標閉タイミングを遅閉じタイミングとして、この領域においてエンジンの有効圧縮比を低下させることでノッキングやブレイグニッション等の異常燃焼をより確実に抑制するようにしてもよい。この場合には、基本目標SCV開度が全閉に設定されているとともに吸気バルブ19の閉タイミングが通常タイミングに設定された前記第4運転領域A4はなくなり、第3運転領域A3からこの第4運転領域A4への加速制御は省略される。

30

【0081】

また、前記基本目標吸気バルブ閉タイミングが遅閉じタイミングに設定されている領域のうち特に高負荷の領域では、シリンダ12内の温度が所定の温度よりも低い場合には吸気の吹き返しが無い時期まで進角側に補正してもよい。例えば、前記水温センサ83で検出されたエンジンの冷却水温度が所定温度よりも低い場合には目標吸気バルブ閉タイミングを通常タイミングに設定し、このエンジンの水温が所定温度よりも高い場合には目標吸気バルブ閉タイミングを遅閉じタイミングに設定する。この場合には、シリンダ12内の温度が高くノッキングやブレイグニッション等の異常燃焼が生じるおそれのある場合にエンジン1の有効圧縮比が低く抑えられてこの異常燃焼が回避されるとともに、シリンダ12内の温度が低い場合にシリンダ12内に導入される吸気量が多く確保されエンジン出力が高く維持される。

40

【0082】

また、前記実施形態では、前記第3運転領域A3から前記第2運転領域A2への急加速

50

時であるかどうかすなわち前記ステップ S 1 2 ~ 1 4 の制御を実施するかどうかを判定する判定基準であるアクセル開度の基準変化率（第 1 基準変化率）と、前記第 3 運転領域 A 3 から前記第 4 運転領域 A 4 への急加速時であるかどうかすなわち前記ステップ S 2 2 ~ 2 4 の制御を実施するかどうかを判定する判定基準であるアクセル開度の基準変化率（第 2 基準変化率）とが同一の場合について説明したが、これら第 1 基準変化率と第 2 基準変化率とは異なる値であってもよい。

【 0 0 8 3 】

また、前記実施形態では、吸気バルブの閉タイミングは前記第 3 運転領域 A 3 からの急加速時においても緩加速時等と同様にエンジン回転数 N E と吸気充填効率 C e とに応じて予め設定された目標吸気バルブ閉タイミングに基づいて制御される場合について示したが、前記急加速時において、吸気バルブ 1 9 の閉タイミングを早期に変更するようにしてもよい。例えば、前記急加速時には、アクセル開度の変化に基づいて吸気バルブ 1 9 の閉タイミングを変更し、これにより急加速と同時に吸気バルブ 1 9 の閉タイミングが変更されるようにしてもよい。この場合には、特に、吸気バルブ 1 9 の閉タイミングの目標値が遅閉じタイミングに設定された前記第 3 運転領域からこの目標値が通常タイミングに設定された前記第 4 運転領域 A 4 および前記第 6 運転領域 A 6 への急加速時において、吸気バルブ 1 9 が早期に進角しないことによる吸気の吹き返し量の増大を抑制することができ、より一層 S C V 4 0 にかかる負荷を小さく抑えることができる。

10

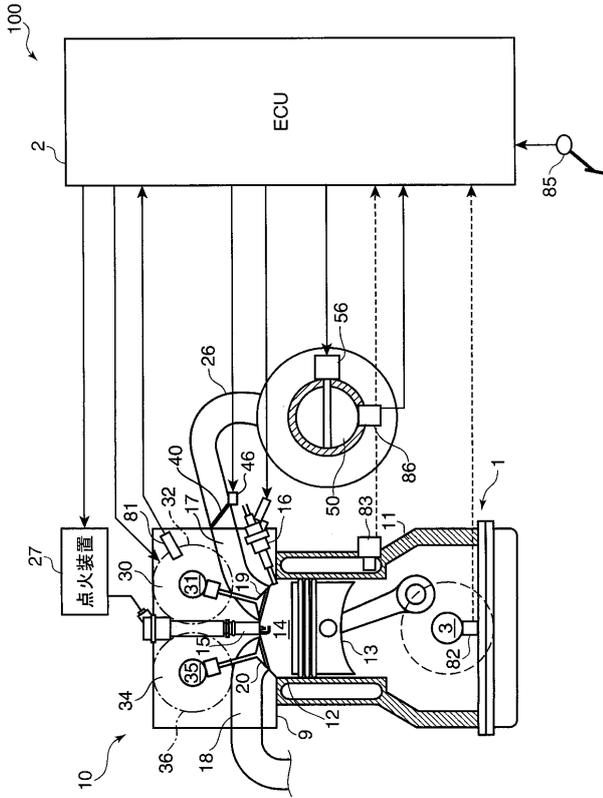
【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

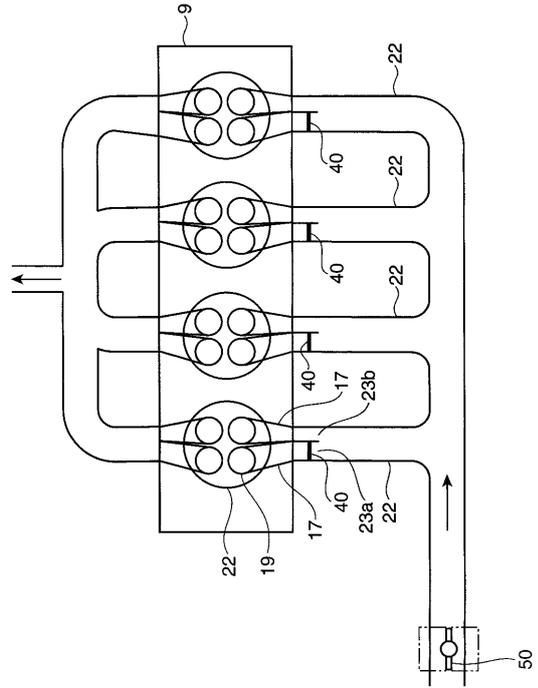
- 1 エンジン本体
- 2 E C U (制御手段)
- 1 0 エンジンの吸気制御装置
- 1 7 吸気ポート
- 1 9 吸気バルブ
- 3 0 吸気バルブ駆動機構 (吸気バルブ駆動手段)
- 4 0 S C V (吸気流動制御弁)
- 4 6 S C V アクチュエータ (吸気流動制御弁駆動手段)
- 1 0 0 エンジンシステム

20

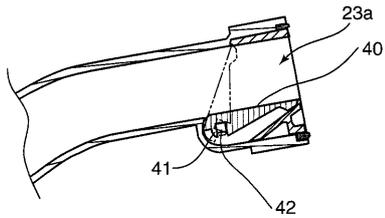
【 図 1 】



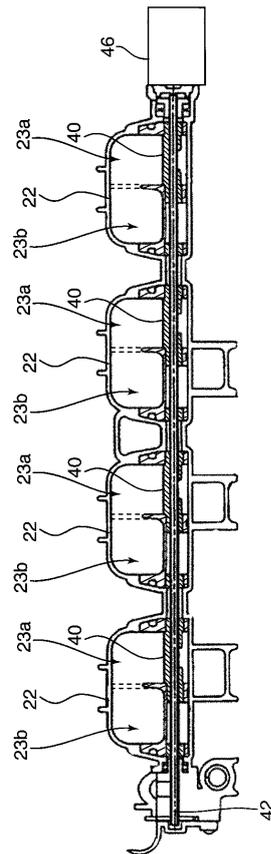
【 図 2 】



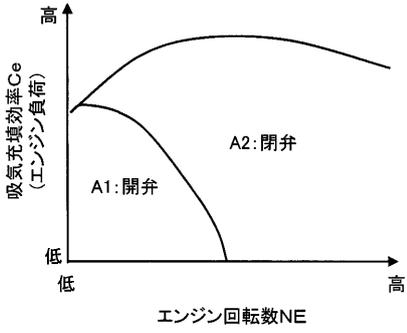
【 図 3 】



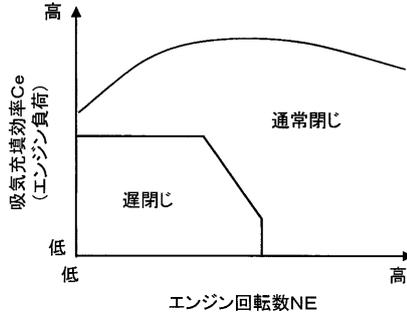
【 図 4 】



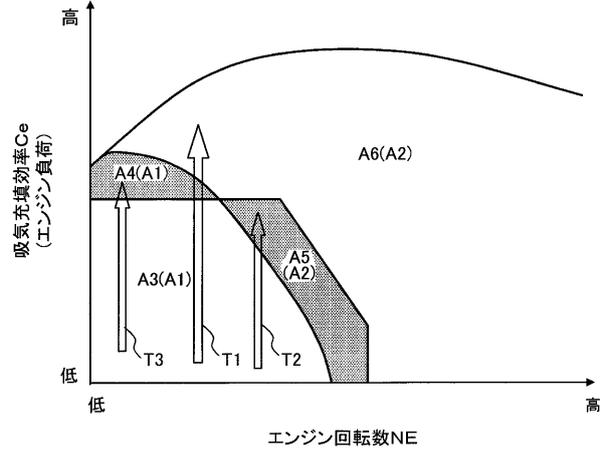
【 図 5 】



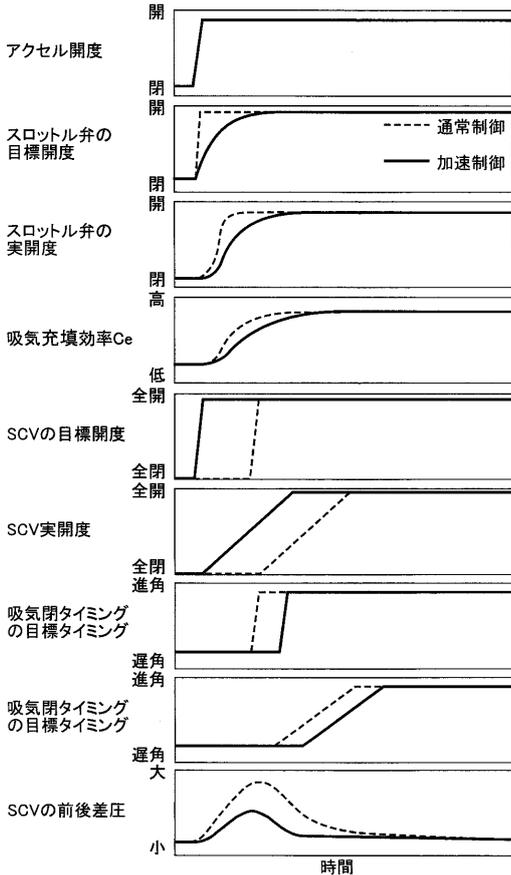
【 図 6 】



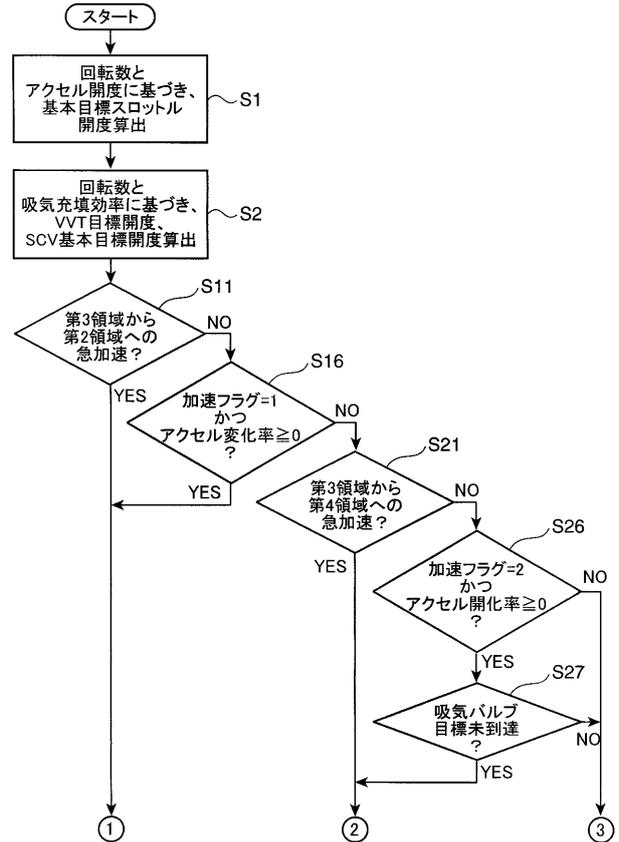
【 図 7 】



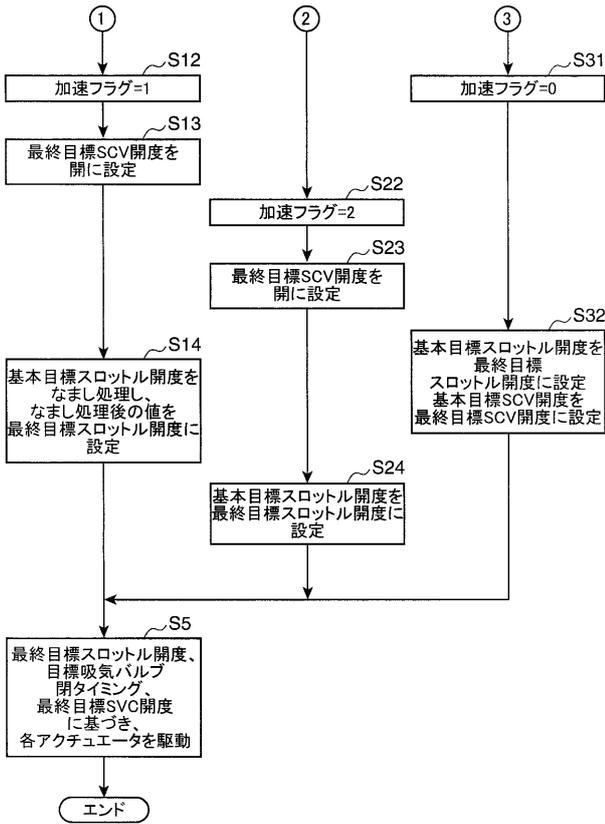
【 図 8 】



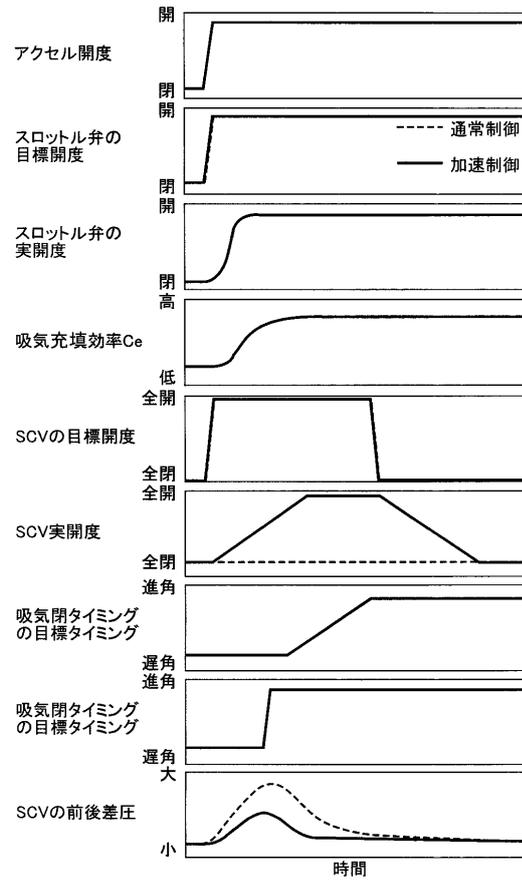
【 図 9 】



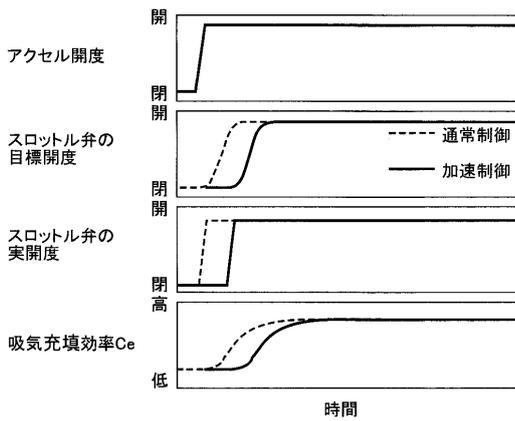
【図10】



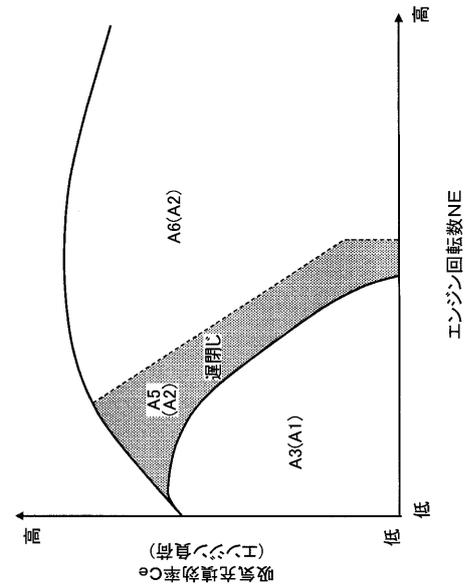
【図11】



【図12】



【図13】



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 D 41/10	3 1 0
	F 0 2 D 41/10	3 2 0

(72)発明者 榎山 謙二

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

Fターム(参考) 3G092 AA01 AA06 AA11 AB02 DA01 DA08 DC01 DC06 EA02 GA12
HE01Z HE07Z HE08Z

3G301 HA01 HA04 HA19 KA12 KA13 LA01 LA05 NE06 PE01Z PE07Z
PE08Z

3G384 AA01 AA06 BA05 BA21 BA26 CA12 EB02 FA28Z FA56Z