

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4609541号  
(P4609541)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int. Cl.	F I		
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 23/00	Z A B E	
FO2B 37/00 (2006.01)	FO2B 37/00	3 O 2 A	
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N 3/24	T	
FO2D 13/02 (2006.01)	FO1N 3/24	R	
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 13/02	K	
請求項の数 5 (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2008-187389 (P2008-187389)  
 (22) 出願日 平成20年7月18日(2008.7.18)  
 (65) 公開番号 特開2010-24975 (P2010-24975A)  
 (43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)  
 審査請求日 平成21年8月24日(2009.8.24)

(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 100106150  
 弁理士 高橋 英樹  
 (74) 代理人 100082175  
 弁理士 高田 守  
 (74) 代理人 100113011  
 弁理士 大西 秀和  
 (72) 発明者 岡田 吉弘  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過給機付き内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸入空気を過給する過給機と、  
 前記過給機のタービンに通じる第1排気通路と、  
 前記第1排気通路を開閉する第1排気弁と、  
 前記タービンを通らない第2排気通路と、  
 前記第2排気通路を開閉する第2排気弁と、  
 前記第1排気通路と前記第2排気通路とが合流した後の合流後排気通路と、  
 前記合流後排気通路に配置され、排気ガスを浄化可能な触媒と、  
 内燃機関の過給圧が背圧よりも高い高負荷時に、前記第2排気弁の開弁期間と吸気弁の開弁期間とが重なるバルブオーバーラップ期間が確保されるように、前記第2排気弁の閉じ時期および前記吸気弁の開き時期の少なくとも一方を制御する掃気制御実行手段と、  
 前記高負荷時に、筒内充填ガスの空燃比が出力空燃比近傍の値となり、かつ、前記触媒に流入するガスの空燃比が理論空燃比近傍の値となるように制御する空燃比制御手段と、  
 を備えることを特徴とする過給機付き内燃機関の制御装置。

10

【請求項2】

前記空燃比制御手段は、  
 前記第1排気通路に配置され、その位置での排気ガスの空燃比に応じた出力を発する第1空燃比センサと、  
 前記触媒よりも上流側および/または下流側の前記合流後排気通路に配置され、その位

20

置での排気ガスの空燃比に応じた出力を発する第2空燃比センサと、

前記第1空燃比センサの出力に基づいて、筒内充填ガスの前記空燃比が出力空燃比近傍の値を維持するように制御する第1空燃比フィードバック制御実行手段と、

前記第2空燃比センサの出力に基づいて、前記触媒に流入するガスの前記空燃比が理論空燃比を維持するように制御する第2空燃比フィードバック制御実行手段と、

を含むことを特徴とする請求項1記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

【請求項3】

前記空燃比制御手段は、機関回転数が所定値以上である場合に、筒内充填ガスの前記空燃比と前記触媒に流入するガスの前記空燃比との空燃比差が小さくなるように、筒内充填ガスの前記空燃比および前記触媒に流入するガスの前記空燃比の少なくとも一方を制御する空燃比差制御手段を含むことを特徴とする請求項1または2記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

10

【請求項4】

前記空燃比差制御手段は、前記空燃比差を小さくする際に、筒内充填ガスの前記空燃比が前記触媒に流入するガスの前記空燃比に近づくように、前記第2排気弁の開弁特性と燃料噴射量とを調整するエミッション優先空燃比差制御手段を含むことを特徴とする請求項3記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

【請求項5】

前記空燃比差制御手段は、前記空燃比差を小さくする際に、前記触媒に流入するガスの前記空燃比が筒内充填ガスの前記空燃比に近づくように、前記第2排気弁の開弁特性を調整する出力優先空燃比差制御手段を含むことを特徴とする請求項3記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、過給機付き内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば特許文献1には、ターボチャージャを備える内燃機関（独立排気エンジン）が開示されている。この特許文献1に記載の内燃機関は、タービンに通じる第1排気通路を開閉する第1排気弁と、タービンを通らない第2排気通路を開閉する第2排気弁とを備えている。この従来内燃機関によれば、第1排気弁を開弁することにより、排気エネルギーをタービンに導くことができる。さらに、第2排気弁を開弁することにより、タービンをバイパスして排気ガスを排出することができ、排気ポンピングロスを低減することができる。

30

【0003】

【特許文献1】特開平10-89106号公報

【特許文献2】特表2002-526713号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

ところで、過給機付き内燃機関においては、吸気弁の開弁期間と排気弁の開弁期間との間にバルブオーバーラップ期間が設けられていると、高負荷時に過給圧が背圧よりも高まっている際に、空気や燃料が燃焼室を介して吸気側から排気側へ吹き抜ける現象が生じ得る。上記従来技術では、そのような空気や燃料の吹き抜け発生時の空燃比の制御については、何ら言及されていない。

【0005】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、過給機付き内燃機関において、高負荷時のエンジン出力向上と排気エミッション低減とを好適に両立させ得る過給機付き内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

第1の発明は、過給機付き内燃機関の制御装置であって、吸入空気を過給する過給機と、前記過給機のタービンに通じる第1排気通路と、前記第1排気通路を開閉する第1排気弁と、前記タービンを通らない第2排気通路と、前記第2排気通路を開閉する第2排気弁と、前記第1排気通路と前記第2排気通路とが合流した後の合流後排気通路と、前記合流後排気通路に配置され、排気ガスを浄化可能な触媒と、  
10 内燃機関の過給圧が背圧よりも高い高負荷時に、前記第2排気弁の開弁期間と吸気弁の開弁期間とが重なるバルブオーバーラップ期間が確保されるように、前記第2排気弁の閉じ時期および前記吸気弁の開き時期の少なくとも一方を制御する掃気制御実行手段と、前記高負荷時に、筒内充填ガスの空燃比が出力空燃比近傍の値となり、かつ、前記触媒に流入するガスの空燃比が理論空燃比近傍の値となるように制御する空燃比制御手段と、を備えることを特徴とする。

## 【0007】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記空燃比制御手段は、前記第1排気通路に配置され、その位置での排気ガスの空燃比に応じた出力を発する第1空燃比センサと、  
20 前記触媒よりも上流側および/または下流側の前記合流後排気通路に配置され、その位置での排気ガスの空燃比に応じた出力を発する第2空燃比センサと、前記第1空燃比センサの出力に基づいて、筒内充填ガスの前記空燃比が出力空燃比近傍の値を維持するように制御する第1空燃比フィードバック制御実行手段と、前記第2空燃比センサの出力に基づいて、前記触媒に流入するガスの前記空燃比が理論空燃比を維持するように制御する第2空燃比フィードバック制御実行手段と、を含むことを特徴とする。

## 【0008】

また、第3の発明は、第1または第2の発明において、  
30 前記空燃比制御手段は、機関回転数が所定値以上である場合に、筒内充填ガスの前記空燃比と前記触媒に流入するガスの前記空燃比との空燃比差が小さくなるように、筒内充填ガスの前記空燃比および前記触媒に流入するガスの前記空燃比の少なくとも一方を制御する空燃比差制御手段を含むことを特徴とする。

## 【0009】

また、第4の発明は、第3の発明において、前記空燃比差制御手段は、前記空燃比差を小さくする際に、筒内充填ガスの前記空燃比が前記触媒に流入するガスの前記空燃比に近づくように、前記第2排気弁の開弁特性と燃料噴射量とを調整するエミッション優先空燃比差制御手段を含むことを特徴とする。  
40

## 【0010】

また、第5の発明は、第3の発明において、前記空燃比差制御手段は、前記空燃比差を小さくする際に、前記触媒に流入するガスの前記空燃比が筒内充填ガスの前記空燃比に近づくように、前記第2排気弁の開弁特性を調整する出力優先空燃比差制御手段を含むことを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0011】

第1の発明によれば、筒内充填ガスの空燃比（以下、「筒内A/F」）が出力空燃比とされることで、エンジン出力を最大限に高めることができる。そして、触媒に流入するガスの空燃比（以下、「トータルA/F」）が理論空燃比とされることで、良好な排気ガスのエミッション特性を得ることができる。このように、本発明によれば、高いエンジン出  
50

力が要求される高負荷時において、エンジン出力向上と排気エミッション低減とを好適に両立させることが可能となる。

【 0 0 1 2 】

第2の発明によれば、内燃機関の高負荷運転中に、筒内A/Fを出力空燃比近傍の値に成り行きではなく確実に維持することができ、また、トータルA/Fをストイキ近傍の値に成り行きではなく確実に維持することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

第3の発明によれば、高負荷領域において吸気側から排気側への新気の吹き抜けを利用する掃気制御を伴う上記空燃比制御が実行されている場合であっても、触媒内での余剰燃料量の燃焼を抑制することができる。このため、高回転領域において、触媒床温がクライ

10

【 0 0 1 4 】

第4の発明によれば、筒内A/FとトータルA/Fとの空燃比差を小さくする際に、筒内A/FをトータルA/Fに近づけることにより、筒内から排出される余剰燃料量を少なくすることができる。これにより、当該触媒内での余剰燃料量の燃焼を抑制することができる。また、本発明の手法によれば、高負荷時の機関回転数の高低に関係なくトータルA/Fが常にストイキに維持されるようになるので、出力向上に対して排気エミッション低減を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

【 0 0 1 5 】

第5の発明によれば、筒内A/FとトータルA/Fとの空燃比差を小さくする際に、トータルA/Fを筒内A/Fに近づけることにより、筒内を吹き抜ける余剰の新気量を少なくすることができる。このように、触媒内において余剰燃料量との反応に用いられる余剰の新気量(酸素量)が少なくされているので、当該触媒内での余剰燃料量の燃焼を抑制することができる。また、本発明の手法によれば、高負荷時の機関回転数の高低に関係なく筒内A/Fが常に出力空燃比に維持されるようになるので、排気エミッション低減に対して出力向上を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

実施の形態1.

[システム構成の説明]

30

図1は、本発明の実施の形態1によるシステム構成を示す図である。本実施の形態1のシステムは、過給機(ターボチャージャ)を有する独立排気エンジンシステムである。

【 0 0 1 7 】

図1に示すシステムは、複数の気筒2を有するエンジン1を備えている。各気筒2のピストン(図示せず)は、それぞれクランク機構を介して共通のクランク軸4に接続されている。クランク軸4の近傍には、クランク軸4の回転角度(クランク角CA)を検出するクランク角センサ5が設けられている。また、エンジン1には、冷却水温Twを検出する水温センサ3が設けられている。

【 0 0 1 8 】

エンジン1は、各気筒2に対応して、インジェクタ6を有している。インジェクタ6は、高圧の燃料を気筒2内に直接噴射するように構成されている。各インジェクタ6は、共通のデリバリーパイプ7に接続されている。デリバリーパイプ7は、燃料ポンプ8を介して燃料タンク9に連通している。

40

【 0 0 1 9 】

また、エンジン1は、各気筒2に対応して吸気ポート10を有している。吸気ポート10には、複数の吸気弁11が設けられている。吸気弁11は、吸気可変動弁機構13により開閉駆動される。ここでは、吸気可変動弁機構13は、吸気カム軸12の位相を変更可能とする公知のVV機構を備えているものとする。

【 0 0 2 0 】

また、各吸気ポート10は、共通のサージタンク(吸気マニホールド)16に接続され

50

ている。サージタンク 16 には、過給圧センサ 17 が設けられている。過給圧センサ 17 は、後述するコンプレッサ 24 a によって過給された空気（以下「過給空気」という。）の圧力、すなわち、吸気系圧力である過給圧を測定するように構成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

サージタンク 16 には、吸気通路 18 が接続されている。吸気通路 18 の途中には、スロットルバルブ 20 が設けられている。スロットルバルブ 20 は、スロットルモータ 21 により駆動される電子制御式のバルブである。スロットルバルブ 20 は、アクセル開度センサ 23 により検出されるアクセル開度 A A 等に基づいて駆動されるものである。スロットルバルブ 20 の近傍には、スロットル開度 T A を検出するスロットル開度センサ 22 が設けられている。スロットルバルブ 20 の上流には、過給空気を冷却するためのインタークーラ 25 が設けられている。

10

#### 【 0 0 2 2 】

インタークーラ 25 の上流には、過給機 24 のコンプレッサ 24 a が設けられている。コンプレッサ 24 a は、図示しない連結軸を介してタービン 24 b と連結されている。タービン 24 b は、後述する第 1 排気通路 32 に設けられている。このタービン 24 b が排気動圧（排気エネルギー）により回転駆動されることに伴って、コンプレッサ 24 a が回転駆動される。コンプレッサ 24 a の上流には、エアフロメータ 26 が設けられている。エアフロメータ 26 は、吸入空気量 G a を検出するように構成されている。

#### 【 0 0 2 3 】

また、エンジン 1 には、各気筒 2 に対応して第 1 排気弁 30 A（符号「Ex1」を付すこともある。）と第 2 排気弁 30 B（符号「Ex2」を付すこともある。）とが設けられている。この第 1 排気弁 30 A は、タービン 24 b に通じる第 1 排気通路 32 を開閉するものである。タービン 24 b は、第 1 排気通路 32 を流通する排気動圧によって回転駆動されるように構成されている。また、第 2 排気弁 30 B は、タービン 24 b に通じない第 2 排気通路 34 を開閉するものである。

20

#### 【 0 0 2 4 】

これらの排気弁 30 A、30 B は、排気可変動弁機構 31 によって開閉駆動される。ここでは、排気可変動弁機構 31 は、各気筒 2 の排気弁 30 A、30 B の開弁特性を連続的に変更可能とする機構であるものとする。より具体的には、排気可変動弁機構 31 は、排気弁 30 A、30 B の開閉時期を調整すべく、排気カム軸 29 の位相を変更可能とする公知の V V T 機構を備えているものとする。また、排気可変動弁機構 31 は、第 2 排気弁 30 B のリフト量および作用角を連続的に変更可能とする公知のリフト量（および作用角）可変機構を備えているものとする。

30

#### 【 0 0 2 5 】

第 1 排気通路 32 には、当該第 1 排気通路 32 を流れる排気ガスの空燃比を検出する第 1 空燃比センサ 37 が設けられている。また、第 1 排気通路 32 と第 2 排気通路 34 の合流点 35 よりも下流の合流後排気通路 36 には、排気ガスを浄化可能な三元触媒（S / C）38 が設けられている。更に、当該三元触媒 38 よりも下流側の合流後排気通路 36 には、その位置での排気ガスの空燃比を検出する第 2 空燃比センサ 39 が設けられている。

#### 【 0 0 2 6 】

本実施の形態 1 のシステムは、制御装置である E C U（Electronic Control Unit）40 を備えている。E C U 40 の入力側には、水温センサ 3、クランク角センサ 5、過給圧センサ 17、スロットル開度センサ 22、アクセル開度センサ 23、エアフロメータ 26、第 1 空燃比センサ 37、および第 2 空燃比センサ 39 等が接続されている。また、E C U 40 の出力側には、インジェクタ 6、燃料ポンプ 8、吸気可変動弁機構 13、スロットルモータ 21、および排気可変動弁機構 31 等が接続されている。E C U 40 は、各センサからの信号に基づき、所定のプログラムに従って各アクチュエータを作動させることにより、エンジン 1 の運転状態を制御する。

40

#### 【 0 0 2 7 】

（新気の吹き抜けによる筒内残留ガスの掃気（スカベンジング）制御について）

50

図 2 は、本実施形態において用いられる吸排気弁のバルブタイミングを説明するためのリフトカーブである。

より具体的には、図 2 に示す吸排気弁のバルブタイミングは、燃焼室を介して吸気側から排気側に向けて新気を吹き抜けさせて、筒内の残留ガス（内部 EGR ガス）を掃気する（スカベンジング）際に用いられるものである。このような場合には、排気可変動弁機構 31 を用いて、図 2 に示すように、第 2 排気弁 Ex2 の閉じ時期が第 1 排気弁 Ex1 に比して遅角されるようになっている。これにより、第 2 排気弁 Ex2 の開弁期間と吸気弁 In の開弁期間とが重なるバルブオーバーラップ期間が確保されるようになっている。

【 0 0 2 8 】

更に、第 2 排気弁 Ex2 の開き時期が第 1 排気弁 Ex1 に比して遅角されるとともに当該第 2 排気弁 Ex2 のリフト量が第 1 排気弁 Ex1 のリフト量に比して小さくされるようになっている。これにより、タービン 24b に供給される排気エネルギー量が高められ、過給圧がより速やかに高められるようになっている。

【 0 0 2 9 】

以上のような吸排気弁のバルブタイミングによれば、高負荷時に過給圧（サージタンク圧）が背圧よりも高くなっている状況下において、吸気側から排気側（第 2 排気通路 34 側）への新気の吹き抜けを効果的に生じさせることができる。また、図 2 に示すように、排気可変動弁機構 31 によって第 2 排気弁 Ex2 のリフト量を調整することで、当該吹き抜けの量（スカベンジ量）を調整することができる。更には、このような排気可変動弁機構 31 による第 2 排気弁 Ex2 の制御とともに、或いは当該第 2 排気弁 Ex2 の制御に代え、吸気弁 11 の開き時期の進角量の調整によるバルブオーバーラップ期間の制御を行うようにして、新気の吹き抜け量が調整されるようになっていてもよい。

【 0 0 3 0 】

[ 実施の形態 1 の特徴部分 ]

図 3 は、本発明の実施の形態 1 における特徴的な空燃比制御を説明するための図である。より具体的には、図 3 (A) は、高負荷時（特には、全負荷 (WOT) 時）における新気の吹き抜け率と機関回転数  $N_E$  との関係を示している。図 3 (B) は、高負荷時における空燃比  $A/F$  と機関回転数  $N_E$  との関係を示している。ここで、当該吹き抜け率とは、図 3 に示すように、燃料 1 サイクル中に筒内に取り込まれるトータルの新気量  $A_{tot}$  中に占める吹き抜け新気量 ( $A_{tot} - A_{cyl}$ ) の割合をいう。尚、当該  $A_{cyl}$  は、排気側に吹き抜けることなく筒内に充填された新気量である。

【 0 0 3 1 】

上述したように、過給機付き内燃機関においては、バルブオーバーラップ期間が設けられていると、高負荷時に過給圧が背圧よりも高くなっている状況下において、燃焼室を介した吸気側から排気側への新気の吹き抜けが発生する。

【 0 0 3 2 】

図 3 (A) 中に破線で示す波形は、本実施形態の排気系のような、タービン 24b をバイパスする第 2 排気通路 34 を備えていない通常の排気系における新気の吹き抜け率の傾向を示している。図 3 (A) に示すように、通常の排気系の場合には、機関回転数  $N_E$  が高くなるにつれ、背圧が増加するので、吹き抜け率が減少する。

【 0 0 3 3 】

一方、本実施形態の排気系では、タービン 24b に通じる第 1 排気通路 32 側の背圧は、上記通常の排気系と同様に、機関回転数  $N_E$  が高くなるにつれ、増加することになる。しかし、タービン 24b をバイパスする第 2 排気通路 34 側の背圧は、タービン 24b による排気抵抗がないため、機関回転数  $N_E$  が高くなっても、過給圧が第 2 排気通路 34 側の背圧よりも高い状態が確保されるようになる。このため、本実施形態の排気系によれば、上述した第 2 排気弁 Ex2 の開弁特性の制御による新気の吹き抜け量の調整を行うことで、図 3 (A) 中に実線で示すように、中回転から高回転領域においても、所望の吹き抜け率を確保することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

そこで、本実施形態では、本実施形態の排気系を用いて広い機関回転数範囲で実現できる新気の吹き抜けによる上記掃気制御を利用して、高負荷時に、筒内充填ガスの空燃比（以下、「筒内A/F」と称することがある）と三元触媒38に流入するガスの空燃比（以下、「トータルA/F」と称することがある）とを以下のように制御するようにした。すなわち、図3（B）に示すように、筒内A/Fが出力空燃比（12.5）近傍となるように燃料噴射量を設定するようにした。そして、筒内を吹き抜ける新気分を含めたトータルA/Fが理論空燃比（ストイキ）近傍となるように、第2排気弁Ex2を通じて吹き抜ける新気量を第2排気弁Ex2の開弁特性の調整によって制御するようにした。

【0035】

図4は、上記の機能を実現するために、本実施の形態1においてECU40が実行するルーチンのフローチャートである。

10

図4に示すルーチンでは、まず、エンジン1の機関負荷が所定値 $L_{TH}$ 以上であるかが判別される（ステップ100）。具体的には、ここでは、吸入空気量 $G_a$ や機関回転数 $NE$ 等に基づいた判定が行われる。また、当該所定値 $L_{TH}$ は、機関負荷が上記掃気制御を適切に実現できる程度にまで比較的高くなっているか否かを判断できる値として予め設定されたものである。

【0036】

その結果、上記ステップ100において、現在の機関負荷が所定値 $L_{TH}$ 以上であると判定された場合、すなわち、機関負荷が上記掃気制御を適切に実現できる程度にまで比較的高まった状態にあると判断できる場合には、筒内A/Fが出力空燃比近傍の値となり、かつ、トータルA/Fがストイキ近傍の値となるように、上記掃気制御の実行を伴う空燃比制御が実行される（ステップ102）。

20

【0037】

具体的には、本ステップ102では、筒内A/Fを出力空燃比とするために必要な燃料噴射量 $F$ で燃料噴射が実行される。また、この場合の燃料噴射は、上記掃気制御によって新気とともに燃料が吹き抜けないタイミング（つまり、第2排気弁Ex2が閉弁した後のタイミング）で実行される。ECU40は、この場合の燃料噴射量 $F$ を決定するために、エンジン1の運転状態（機関負荷や機関回転数 $NE$ 等）との関係で燃料噴射量 $F$ を定めたマップ（図示省略）を記憶しており、本ステップ102では、そのようなマップが参照され、上記筒内A/Fを実現するための適切な燃料噴射量 $F$ が算出される。

30

【0038】

また、本ステップ102では、第2排気通路34側に吹き抜ける新気分を含めて、トータルA/Fがストイキとなるように、第2排気弁Ex2を通じて吹き抜ける新気量（ $A_{t.t} - A_{cyl}$ ）が第2排気弁Ex2の開弁特性の調整によって制御される。ECU40は、この場合の第2排気弁Ex2の開弁特性を決定するために、エンジン1の運転状態との関係で第2排気弁Ex2の開弁特性（開閉時期、リフト量、作用角）を定めたマップ（図示省略）を記憶しており、本ステップ102では、そのようなマップが参照され、上記の新気吹き抜け量（ $A_{t.t} - A_{cyl}$ ）を実現するための適切な第2排気弁Ex2の開弁特性が算出される。

40

【0039】

更に、本ステップ102では、第1空燃比センサ37の出力に基づいて、筒内A/Fが出力空燃比近傍の値を維持するように燃料噴射量 $F$ が補正される。第1空燃比センサ37によれば、新気の吹き抜けが生じない側である第1排気通路32を流れる排気ガスの空燃比、つまり、筒内A/Fを検出することができる。このため、第1空燃比センサ37の出力を利用して、筒内A/Fが出力空燃比近傍の値を維持するように、筒内A/Fのフィードバック制御を実行することができる。

【0040】

更に、本ステップ102では、第2空燃比センサ39の出力に基づいて、トータルA/Fがストイキ近傍の値を維持するように、第2排気弁Ex2の開弁特性の調整に基づき新気吹き抜け量（ $A_{t.t} - A_{cyl}$ ）が補正される。第2空燃比センサ39によれば、新気

50

の吹き抜けが生じない側の第1排気通路32を通った排気ガスと新気の吹き抜けが生じる側の第2排気通路34を通った排気ガスとが合流した後の排気ガスの空燃比、つまり、トータルA/Fを検出することができる。このため、第2空燃比センサ39の出力によれば、トータルA/Fがストイキ近傍の値を維持するように、トータルA/Fのフィードバック制御を実行することができる。

【0041】

以上説明した図4に示すルーチンによれば、機関負荷が比較的高い場合には、筒内A/Fが出力空燃比近傍の値となり、かつ、トータルA/Fがストイキ近傍の値となるように、上記掃気制御の実行を伴う空燃比制御が実行される。このような空燃比制御によれば、筒内A/Fが出力空燃比とされることで、エンジン出力を最大限に高めることができる。そして、三元触媒38に流入するガスの空燃比(トータルA/F)がストイキとされることで、良好な排気ガスのエミッション特性を得ることができる。このように、本実施形態のシステムによれば、高いエンジン出力が要求される高負荷時において、エンジン出力向上と排気エミッション低減とを好適に両立させることが可能となる。

10

【0042】

また、上記ルーチンによれば、上記の空燃比制御が実行される際に、筒内A/Fのフィードバック制御とトータルA/Fのフィードバック制御とがそれぞれ実行される。これにより、エンジン1の高負荷運転中に、筒内A/Fを出力空燃比近傍の値に成り行きではなく確実に維持することができ、また、トータルA/Fをストイキ近傍の値に成り行きではなく確実に維持することが可能となる。

20

【0043】

ところで、上述した実施の形態1においては、機関負荷が比較的高い場合に、筒内A/Fのフィードバック制御とトータルA/Fのフィードバック制御とを行うようにしている。しかしながら、本発明においては、このようなフィードバック制御の一方または双方は、必ずしも行われていなくてもよい。

【0044】

また、上述した実施の形態1においては、筒内A/Fのフィードバック制御を燃料噴射量の補正によって行うようにし、また、トータルA/Fのフィードバック制御を第2排気弁Ex2の開弁特性の補正によって行うようにしている。しかしながら、本発明におけるこれらのフィードバック制御の実施態様は、これに限定されるものではない。すなわち、例えば、筒内A/Fのフィードバック制御を第2排気弁Ex2の開弁特性の補正による新気吹き抜け量の調整によって行うようにしてもよい。また、例えば、トータルA/Fのフィードバック制御を燃料噴射量の補正によって行うようにしてもよい。

30

【0045】

尚、上述した実施の形態1においては、過給機24が前記第1の発明における「過給機」に、タービン24bが前記第1の発明における「タービン」に、第1排気通路32が前記第1の発明における「第1排気通路」に、第1排気弁30Aが前記第1の発明における「第1排気弁」に、第2排気通路34が前記第1の発明における「第2排気通路」に、第2排気弁30Bが前記第1の発明における「第2排気弁」に、合流後排気通路36が前記第1の発明における「合流後排気通路」に、三元触媒38が前記第1の発明における「触媒」に、それぞれ相当している。また、ECU40が上記ステップ100の判定が成立する場合に上記ステップ102の処理を実行することにより、前記第1の発明における「掃気制御実行手段」および「空燃比制御手段」がそれぞれ実現されている。

40

また、第1空燃比センサ37が前記第2の発明における「第1空燃比センサ」に、第2空燃比センサ39が前記第2の発明における「第2空燃比センサ」に、それぞれ相当している。また、ECU40が上記ステップ100の判定が成立する場合に上記ステップ102の処理を実行することにより、前記第2の発明における「第1空燃比フィードバック制御実行手段」および「第2空燃比フィードバック制御実行手段」がそれぞれ実現されている。

【0046】

50



実施の形態 2 .

次に、図 5 乃至図 7 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 40 に図 4 に示すルーチンに代えて後述する図 7 に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

【0047】

図 5 は、高負荷時における触媒温度と機関回転数  $N_E$  との関係を表した図である。

高負荷時において、三元触媒 38 に流入する排気ガスの温度（触媒入口ガス温度）は、図 5 に示すように、機関回転数  $N_E$  が高くなるにつれ、排気系を流通する高温の排気ガス流量が増加し、また、当該排気ガス流量の増加に伴って排気圧が上昇するため、高くなる。これに伴い、図 5 に示すように、三元触媒 38 の床温についても、機関回転数  $N_E$  が高くなるにつれ高くなる。

10

【0048】

更に、高負荷高回転時に触媒温度が高くなる理由として、次のようなものがある。すなわち、上述した実施の形態 1 のように、筒内 A/F をストイキよりもリッチな出力空燃比に制御しつつ、新気の吹き抜けを実行した場合には、筒内の燃焼時に余剰となった燃料と筒内を吹き抜けた新気とが三元触媒 38 に供給されることになる。尚、筒内において余剰な燃料が生ずる理由は、燃料と空気に含まれる酸素とが過不足なく燃焼する際の空燃比（ストイキ）よりもリッチな出力空燃比化で燃焼が実行されるためである。

【0049】

その結果、三元触媒 38 内において、当該余剰燃料と筒内を吹き抜けた新気中の酸素とが反応し、これにより、三元触媒 38 の床温の上昇を引き起こしてしまう。その結果、図 5 に示すように、高回転領域においては、触媒床温が所定の温度上限値（クライテリア）を超えてしまう。

20

【0050】

[実施の形態 2 の特徴部分]

図 6 は、本発明の実施の形態 2 における特徴的な制御を説明するための図である。より具体的には、図 6 (A) は、高負荷時における新気の吹き抜け率と機関回転数  $N_E$  との関係、図 6 (B) は、高負荷時における空燃比 (A/F) と機関回転数  $N_E$  との関係、図 6 (C) は、高負荷時における触媒温度と機関回転数  $N_E$  との関係を、それぞれ示している。

30

【0051】

本実施形態では、図 6 (A) に示すように、上記掃気制御は、機関回転数  $N_E$  が所定回転数  $N_{E1}$  よりも高い場合に実行され、これにより、所望の吹き抜け率が確保される。そして、当該回転数  $N_{E1}$  よりも機関回転数  $N_E$  が高い領域において、図 6 (B) に示すように、上述した実施の形態 1 の空燃比制御（筒内 A/F を出力空燃比とし、トータル A/F をストイキとする制御）が実行される。

【0052】

そのうえで、本実施形態では、全開加速時や高速走行時のような高負荷高回転領域における触媒床温の過上昇を回避すべく、図 6 (B) に示すように、機関回転数  $N_E$  が触媒床温の過上昇が懸念される所定回転数  $N_{ETH}$  よりも高い領域において、筒内 A/F とトータル A/F との空燃比差が小さくなるようにした。より具体的には、本実施形態では、筒内 A/F をトータル A/F に近づけるようにした。また、機関回転数  $N_E$  が高くなるほど、当該空燃比差が小さくなるようにした。

40

【0053】

そして、本実施形態では、上記のような空燃比差の調整を、新気の吹き抜け量（吹き抜け率）および燃料噴射量  $F$  の調整によって行うようにした。より具体的には、筒内に充填される空気量  $A_{cy1}$  が変化しないようにしつつ、第 2 排気弁 Ex2 の開弁特性の調整によって新気の吹き抜け量（ $A_{tot} - A_{cy1}$ ）が減少するようにしている。更に、そのような吹き抜け量（ $A_{tot} - A_{cy1}$ ）の減少と比例して燃料噴射量  $F$  を減らすようにし

50

ている。

【 0 0 5 4 】

このような手法によれば、図 6 ( B ) に示すように、吹き抜け量 (  $A_{tot} - A_{cyl}$  ) の減少と比例させて燃料噴射量  $F$  が減らされるので、トータル  $A / F$  をストイキに維持できる。また、筒内に充填される空気量  $A_{cyl}$  が変化しないようにしつつ燃料噴射量  $F$  が減らされるので、筒内  $A / F$  をリーン側 ( ストイキ側 ) の空燃比に補正することができ、トータル  $A / F$  に近づけることができる。これにより、筒内から排出される余剰燃料量を少なくすることができる。

【 0 0 5 5 】

以上のような制御によれば、図 6 ( C ) に示すように、高負荷領域において上記掃気制御を伴う上記空燃比制御が実行されている場合であっても、三元触媒 3 8 内において燃焼する余剰燃料量が少なくされているので、当該三元触媒 3 8 内での余剰燃料量の燃焼を抑制することができる。このため、高回転領域において、触媒床温がクライテリアを越えて過上昇するのを良好に回避することができる。また、図 6 ( B ) に示すように、筒内  $A / F$  をトータル  $A / F$  に近づけることによって、上記空燃比差を小さくする手法によれば、高負荷時の機関回転数  $NE$  の高低に関係なくトータル  $A / F$  が常にストイキに維持されるようになるので、出力向上に対して排気エミッション低減を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

【 0 0 5 6 】

図 7 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 2 において ECU 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 7 において、実施の形態 1 における図 4 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

【 0 0 5 7 】

図 7 に示すルーチンでは、上記ステップ 1 0 2 において高負荷時の上記空燃比制御 ( 筒内  $A / F$  を出力空燃比とし、トータル  $A / F$  をストイキとする制御 ) が実行された後は、次いで、現在の機関回転数  $NE$  が所定回転数  $NE_{TH}$  以上であるか否かが判別される ( ステップ 2 0 0 ) 。当該所定回転数  $NE_{TH}$  は、上記掃気制御を伴う上記空燃比制御の実行によって機関回転数  $NE$  が触媒床温の過上昇の懸念される回転数領域にあるか否かを判断できる値として予め設定された値である。

【 0 0 5 8 】

その結果、上記ステップ 2 0 0 において、現在の機関回転数  $NE$  が所定回転数  $NE_{TH}$  以上であると判定された場合、すなわち、機関回転数  $NE$  が触媒床温の過上昇の懸念される回転数領域にあると判断できる場合には、筒内  $A / F$  とトータル  $A / F$  との空燃比差が小さくなるように、筒内  $A / F$  をトータル  $A / F$  に近づけるための処理 ( ステップ 2 0 2 および 2 0 4 ) が実行される。

【 0 0 5 9 】

当該ステップ 2 0 2 では、筒内に充填される空気量  $A_{cyl}$  が変化しないようにしつつ、第 2 排気弁 Ex2 の開弁特性 ( 開閉時期、リフト量、作用角 ) の調整によって新気の吹き抜け量 (  $A_{tot} - A_{cyl}$  ) が減少される。これにより、三元触媒 3 8 に流入するトータルでの空気量  $A_{tot}$  が減少される。

【 0 0 6 0 】

次いで、当該ステップ 2 0 4 では、当該ステップ 2 0 2 における新気の吹き抜け量 (  $A_{tot} - A_{cyl}$  ) の減少と比例して燃料噴射量  $F$  が減らされる。

【 0 0 6 1 】

以上説明した図 7 に示すルーチンによれば、図 6 ( C ) を参照して既述したように、エンジン 1 が高負荷領域において上記掃気制御を伴う上記空燃比制御が実行されている場合であっても、高回転領域において、出力向上に対して排気エミッション低減を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

尚、上述した実施の形態 2 においては、ECU 40 が上記ステップ 200 の判定が成立する場合に上記ステップ 202 および 204 の処理を実行することにより、前記第 3 の発明における「空燃比差制御手段」が実現されている。

また、ECU 40 が上記ステップ 200 の判定が成立する場合に上記ステップ 202 および 204 の処理を実行することにより、前記第 4 の発明における「エミッション優先空燃比差制御手段」が実現されている。

【0063】

実施の形態 3 .

次に、図 8 および図 9 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 40 に図 7 に示すルーチンに代えて後述する図 9 に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

【0064】

[実施の形態 3 の特徴部分]

図 8 は、本発明の実施の形態 3 における特徴的な制御を説明するための図である。より具体的には、図 8 (A) は、高負荷時における新気の吹き抜け率と機関回転数 NE との関係を示す図、図 8 (B) は、高負荷時における空燃比 (A/F) と機関回転数 NE との関係を示す図、図 8 (C) は、高負荷時における触媒温度と機関回転数 NE との関係を示している。

【0065】

本実施形態においても、図 8 (A) に示すように、上記掃気制御は、機関回転数 NE が所定回転数 NE1 よりも高い場合に実行され、これにより、所望の吹き抜け率が確保される。そして、当該回転数 NE1 よりも機関回転数 NE が高い領域において、図 8 (B) に示すように、上述した実施の形態 1 の空燃比制御 (筒内 A/F を出力空燃比とし、トータル A/F をストイキとする制御) が実行される。

【0066】

そのうえで、本実施形態においても、全開加速時や高速走行時のような高負荷高回転領域における触媒床温の過上昇を回避すべく、図 8 (B) に示すように、機関回転数 NE が触媒床温の過上昇が懸念される所定回転数 NE<sub>TH</sub> よりも高い領域において、筒内 A/F とトータル A/F との空燃比差が小さくなるようにしている。この場合に、本実施形態では、上述した実施の形態 2 とは異なり、トータル A/F を筒内 A/F に近づけるようにしている。また、機関回転数 NE が高くなるほど、当該空燃比差が小さくなるようにしている。

【0067】

また、本実施形態では、上述した実施の形態 2 とは異なり、上記のような空燃比差の調整を、新気の吹き抜け量 (吹き抜け率) のみの調整によって行うようにした。より具体的には、燃料噴射量 F を当該空燃比差の調整のためには変化させないようにしたうえで、更に、筒内に充填される空気量 A<sub>cy1</sub> が変化しないようにしつつ、第 2 排気弁 Ex2 の開弁特性の調整によって新気の吹き抜け量 (A<sub>tot</sub> - A<sub>cy1</sub>) が減少するようにしている。

【0068】

このような手法によれば、図 8 (B) に示すように、筒内に充填される空気量 A<sub>cy1</sub> および燃料噴射量 F が変化しないようにしつつ新気の吹き抜け量 (A<sub>tot</sub> - A<sub>cy1</sub>) が減らされるので、筒内 A/F を出力空燃比に維持しつつ、トータル A/F をリッチ側の空燃比に補正することができる。その結果、トータル A/F を筒内 A/F に近づけることができる。これにより、筒内を吹き抜ける余剰の新気量 (A<sub>tot</sub> - A<sub>cy1</sub>) を少なくすることができる。

【0069】

以上のような制御によれば、図 8 (C) に示すように、高負荷領域において上記掃気制御を伴う上記空燃比制御が実行されている場合であっても、三元触媒 38 内において余剰

10

20

30

40

50

燃料量との反応に用いられる余剰の新気量（酸素量）が少なくされているので、当該三元触媒 38 内での余剰燃料量の燃焼を抑制することができる。このため、高回転領域において、触媒床温がクライテリアを越えて過上昇するのを良好に回避することができる。また、図 8（B）に示すように、トータル A / F を筒内 A / F に近づけることによって、上記空燃比差を小さくする手法によれば、高負荷時の機関回転数 NE の高低に関係なく筒内 A / F が常に出力空燃比に維持されるようになるので、排気エミッション低減に対して出力向上を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

【0070】

図 9 は、上記の機能を実現するために、本実施の形態 3 において ECU 40 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 9 において、実施の形態 1 における図 7 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

10

【0071】

図 9 に示すルーチンでは、上記ステップ 200 において現在の機関回転数 NE が所定回転数  $NE_{TH}$  以上であると判定された場合、すなわち、機関回転数 NE が触媒床温の過上昇の懸念される回転数領域にあると判断できる場合には、筒内 A / F とトータル A / F との空燃比差が小さくなるように、トータル A / F を筒内 A / F に近づけるための処理（ステップ 300）が実行される。

【0072】

当該ステップ 300 では、筒内に充填される空気量  $A_{cyl}$  および燃料噴射量 F が変化しないようにしつつ、第 2 排気弁 Ex2 の開弁特性（開閉時期、リフト量、作用角）の調整によって新気の吹き抜け量（ $A_{tot} - A_{cyl}$ ）が減少される。これにより、三元触媒 38 に流入するトータルでの空気量  $A_{tot}$  が減少される。

20

【0073】

以上説明した図 9 に示すルーチンによれば、図 8（C）を参照して既述したように、エンジン 1 が高負荷領域において上記掃気制御を伴う上記空燃比制御が実行されている場合であっても、高回転領域において、排気エミッション低減に対して出力向上を優先させつつ、触媒床温の過上昇を回避することができる。

【0074】

尚、上述した実施の形態 3 においては、ECU 40 が上記ステップ 200 の判定が成立する場合に上記ステップ 300 の処理を実行することにより、前記第 3 の発明における「空燃比差制御手段」が実現されている。

30

また、ECU 40 が上記ステップ 200 の判定が成立する場合に上記ステップ 300 の処理を実行することにより、前記第 5 の発明における「出力優先空燃比差制御手段」が実現されている。

【0075】

ところで、上述した実施の形態 1 乃至 3 においては、トータル A / F を検出するための第 2 空燃比センサ 39 を三元触媒 38 の下流側に配置するようにしている。しかしながら、本発明における第 2 空燃比センサの配置場所は、これに限定されるものではなく、例えば、触媒（三元触媒 38）の上流側の合流後排気通路（合流後排気通路 36）であってもよく、更には、当該配置場所は、触媒の下流側および上流側の合流後排気通路であってもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】本発明の実施の形態 1 によるシステム構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 において用いられる吸排気弁のバルブタイミングを説明するためのリフトカーブである。

【図 3】本発明の実施の形態 1 における特徴的な空燃比制御を説明するための図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図 5】高負荷時における触媒温度と機関回転数 NE との関係を表した図である。

50

【図6】本発明の実施の形態2における特徴的な制御を説明するための図である。  
 【図7】本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。  
 【図8】本発明の実施の形態3における特徴的な制御を説明するための図である。  
 【図9】本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。  
 【符号の説明】

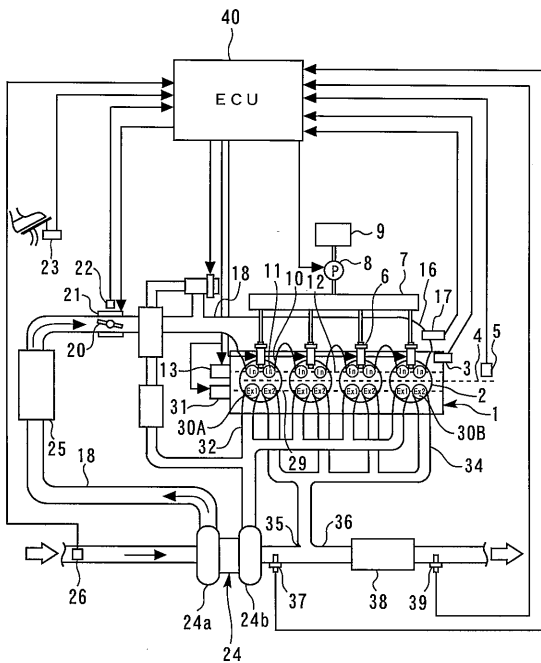
【0077】

- 1 エンジン
- 6 インジェクタ
- 11 吸気弁In
- 13 吸気可変動弁機構
- 16 サージタンク
- 18 吸気通路
- 24 過給機
- 24a コンプレッサ
- 24b タービン
- 30A 第1排気弁Ex1
- 30B 第2排気弁Ex2
- 31 排気可変動弁機構
- 32 第1排気通路
- 34 第2排気通路
- 36 合流後排気通路
- 37 第1空燃比センサ
- 38 三元触媒
- 39 第2空燃比センサ
- 40 ECU (Electronic Control Unit)

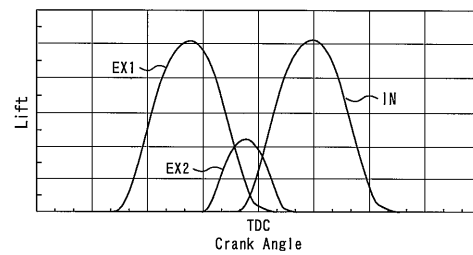
10

20

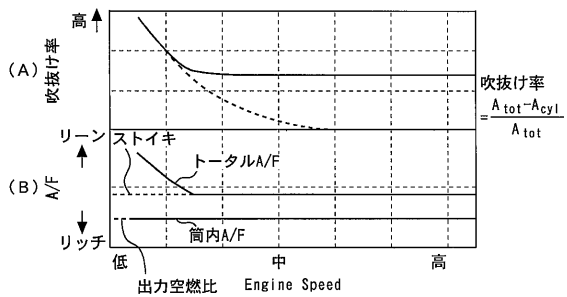
【図1】



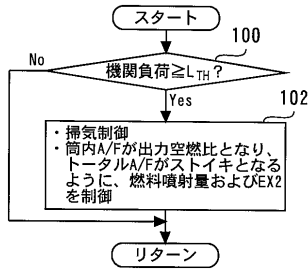
【図2】



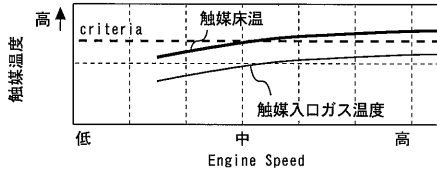
【図3】



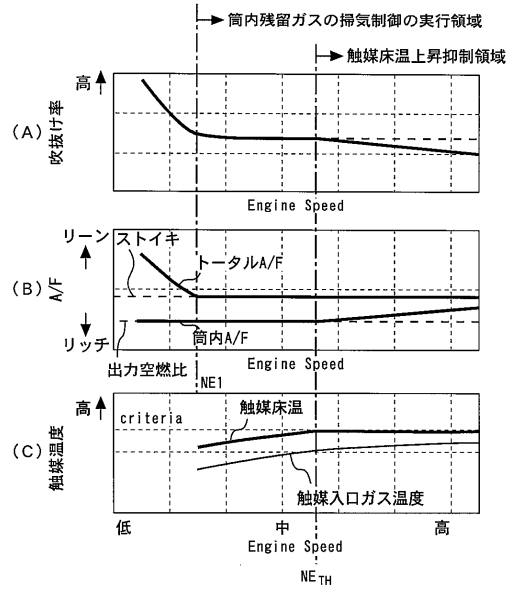
【図4】



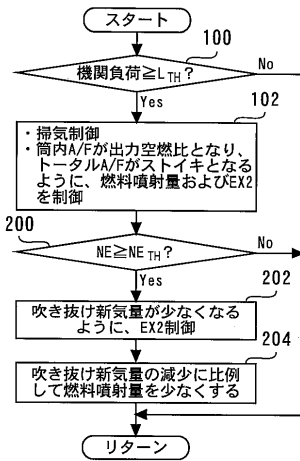
【図5】



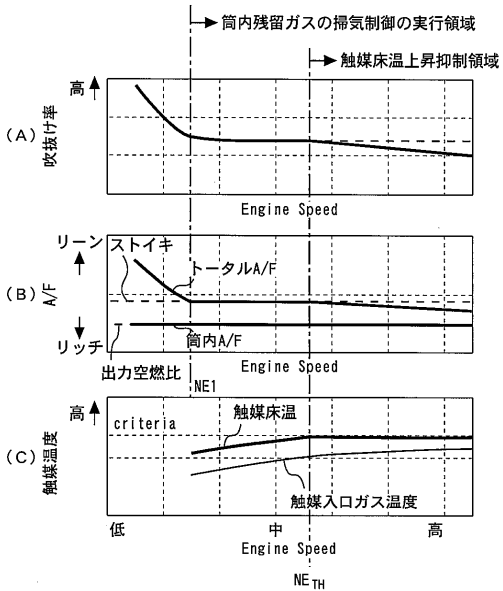
【図6】



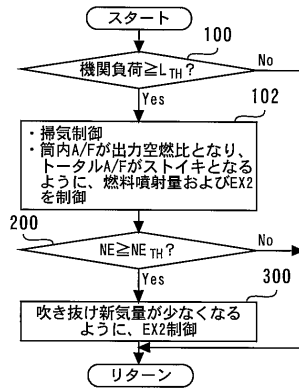
【図7】



【図8】



【図9】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 D 41/02</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	13/02	J
<i>F 0 2 D 43/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	13/02	B
<i>F 0 2 D 45/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	23/00	K
<i>B 0 1 D 53/94</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	23/00	P
		F 0 2 D	41/04	3 0 5 D
		F 0 2 D	41/04	3 0 5 F
		F 0 2 D	41/02	3 0 1 D
		F 0 2 D	43/00	3 0 1 E
		F 0 2 D	43/00	3 0 1 Z
		F 0 2 D	43/00	3 0 1 T
		F 0 2 D	45/00	3 0 1 E
		B 0 1 D	53/36	1 0 3 B
		B 0 1 D	53/36	1 0 1 B
		B 0 1 D	53/36	1 0 1 A

- (56) 参考文献 特開平 1 0 - 0 8 9 1 0 6 ( J P , A )  
 特開平 1 1 - 2 5 7 1 0 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 2 4 7 4 0 9 ( J P , A )  
 特公昭 6 3 - 0 4 4 9 3 6 ( J P , B 1 )

## (58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB名)

F 0 2 D 2 3 / 0 0  
 B 0 1 D 5 3 / 9 4  
 F 0 1 N 3 / 2 4  
 F 0 2 B 3 7 / 0 0  
 F 0 2 D 1 3 / 0 2  
 F 0 2 D 4 1 / 0 2  
 F 0 2 D 4 1 / 0 4  
 F 0 2 D 4 3 / 0 0  
 F 0 2 D 4 5 / 0 0