

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4147601号
(P4147601)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int.Cl.

F 1

FO1N 3/20 (2006.01)

FO1N 3/20 S

FO2B 37/00 (2006.01)

FO1N 3/20 F

FO2B 37/02 (2006.01)

FO2B 37/00 302A

FO2D 13/02 (2006.01)

FO2B 37/00 302F

FO2D 23/00 (2006.01)

FO2B 37/02 H

請求項の数 11 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-17468
 (22) 出願日 平成10年1月29日(1998.1.29)
 (65) 公開番号 特開平11-210449
 (43) 公開日 平成11年8月3日(1999.8.3)
 審査請求日 平成16年12月10日(2004.12.10)

(73) 特許権者 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 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100094134
 弁理士 小山 廣毅
 (74) 代理人 100107445
 弁理士 小根田 一郎
 (72) 発明者 山形 直之
 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 内田 浩康
 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】 ターボ過給機付エンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの気筒内燃焼室に、互いに独立する排気通路に連通する複数の排気ポートが開口されていて、該各排気ポートに互いに開弁時期が異なる複数の排気弁が配設され、そのうちの早期に開弁する排気弁に連通する第1排気通路にターボ過給機のタービンが配設されたターボ過給機付エンジンにおいて、

上記早期に開弁する排気弁以外の排気弁に連通する第2排気通路は、排気ガスを上記タービンを迂回して排出するように設けられ、

上記第1排気通路のタービン下流側に触媒コンバータが配設されていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項2】

請求項1において、

タービン下流側触媒コンバータは、少なくとも、空燃比が理論空燃比よりも大きいリーン状態で排気中の窒素酸化物を浄化する機能を有するものであることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項3】

請求項1又は2において、

第1排気通路と第2排気通路とは下流側で集合されていて、該集合部には、排気中の未燃炭化水素、一酸化炭素及び窒素酸化物を浄化する機能を有する集合部側触媒コンバータが設けられていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか 1 つにおいて、

タービン下流側触媒コンバータの上流側の第 1 排気通路内から排気ガスの一部を吸気系に還流させる排気還流通路が設けられていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 5】

請求項 4 において、

排気還流通路の上流端は、タービンとタービン下流側触媒コンバータとの間の第 1 排気通路に接続されていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 6】

請求項 5 において、

早期に開弁する排気弁の開弁時期は、下死点前 60 度～下死点前 70 度のクランク角範囲に設定されていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 7】

請求項 4 において、

排気還流通路の上流端は、タービン上流側の第 1 排気通路に接続されていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 8】

請求項 4 において、

早期に開弁する排気弁は他の排気弁よりも小径であることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 9】

請求項 4 において、

早期に開弁する排気弁のリフト量は他の排気弁よりも小さいことを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 10】

請求項 4 において、

早期に開弁する排気弁の開弁期間は他の排気弁よりも短く設定されていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【請求項 11】

請求項 5 において、

排気還流通路には、流通する排気還流ガスを冷却する冷却手段が設けられていることを特徴とするターボ過給機付エンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気ガスにより回転されるタービンでブロワを駆動して、エンジンへの過給を行うターボ過給機を装備したエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、この種のターボ過給機付エンジンとして、例えば特開昭 59-128920 号公報に開示されるように、ターボ過給機のタービンに排気を導く第 1 排気通路と、タービンを迂回して下流側に排気を導く第 2 排気通路とを備え、上記第 1 排気通路を燃焼室に対して開閉する第 1 排気弁の開弁期間を、第 2 排気通路側の第 2 排気弁よりも早い時期に設定したものが知られている。

【0003】

上記のものでは、第 1 排気弁の開弁期間が、各気筒毎に膨張行程から排気行程に移行する下死点近傍から排気行程の半ば過ぎまでに設定され、開弁と同時に第 1 排気通路に噴出する高圧の排気ガス（ブローダウンガス）により、エンジンの排気エネルギーを極めて有効にタービンに与えることができる。一方、第 2 排気弁の開弁期間は、各気筒毎に排気行程の半ば過ぎから吸気行程に移行する上死点近傍までに設定されており、上記第 1 排気弁か

10

20

30

40

50

ら排出しきれなかった排気ガスが第2排気通路によりタービンを迂回して排出される。

【0004】

したがって、低容量の小型タービンを用いてエンジンの低回転域での過給効果を高めるようにして、低回転域でのトルク増強を図ることができるとともに、高回転域での排圧上昇による出力低下を回避することができる。

【0005】

また、上記従来のターボ過給機付エンジンでは、第2排気通路に触媒コンバータが設けられていて、ガソリンエンジンにおいて排気行程の後半に比較的低下になった燃焼室内から排出される未燃炭化水素（HC）を有効に浄化できるようになっている。

【0006】

10

【発明が解決しようとする課題】

ところで、一般に、上記従来のターボ過給機付エンジンのように第1排気弁の開弁期間を第2排気弁よりも早い時期に設定した場合、エンジンの低回転域では、排気ガスの殆どが早期に開弁する第1排気通路から排出される（図3及び図4参照）。つまり、エンジンが例えばアイドル運転状態になっているときには、各気筒からの排気ガスは殆ど第1排気通路に流れていて、第2排気通路の流量は極く僅かである。

【0007】

しかし、上記従来のターボ過給機付エンジンでは、触媒コンバータを第2排気通路に配設している。このため、例えば未暖機状態でのエンジン始動時に、排気ガスによる触媒コンバータの暖機効果が極めて低く、該触媒コンバータが本来の浄化能力を発揮する暖機状態になるまでにかかなり時間がかかるので、エンジン冷間時の排気エミッションを向上させる余地がある。

20

【0008】

本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、開弁時期が早期に設定された第1排気通路にタービンを配設して、低回転域でのトルク増強と高回転域での掃気性の向上とを図るようにしたターボ過給機付エンジンにおいて、触媒コンバータの配置に工夫を凝らして、エンジン冷間時の排気エミッションを向上させるることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

30

上記目的を達成するために、本発明の解決手段では、開弁時期が早期に設定され、エンジンの低回転域での排気ガス流量が大きい第1排気通路に触媒コンバータを配置することで、触媒の暖機性を向上させるようにした。

【0010】

具体的には、請求項1記載の発明では、エンジンの気筒内燃焼室に、互いに独立する排気通路に連通する複数の排気ポートが開口されていて、該各排気ポートに互いに開弁時期が異なる複数の排気弁が配設され、そのうちの早期に開弁する排気弁に連通する第1排気通路にターボ過給機のタービンが配設されたターボ過給機付エンジンを前提とする。そして、上記早期に開弁する排気弁以外の排気弁に連通する第2排気通路は、排気ガスを蒸気タービンを迂回して排出するように設けられ、上記第1排気通路のタービン下流側に触媒コンバータが配設されている構成とする。

40

【0011】

この構成によれば、触媒コンバータが第1排気通路に配設されているので、例えばアイドル運転状態等のエンジン低回転域において、殆どの排気ガスが触媒コンバータを流通することになり、このことで、エンジンの冷間始動時にも触媒コンバータを極めて早期に暖機状態にすることができる。よって、エンジン冷間時の排気エミッションを向上させることができる。また、触媒コンバータはタービン下流側に配設されているので、信頼性も高い。

【0012】

また、エンジン高回転域では排気ガスが第2排気通路から排出されるようになるので、

50

上記第1排気通路における排気ガスの最大流量は余り大きくならない。このため、上記触媒コンバータとして比較的小容量のものをを用いることができ、これに伴い、触媒のコスト低減、通気抵抗の低下及び早期暖機性のさらなる向上が図られる。

【0013】

さらに、第2排気通路には触媒コンバータを配設しないことで、通気抵抗を低減させてエンジン高回転域における掃気性の向上が図られる。

【0014】

請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明におけるタービン下流側触媒コンバータは、少なくとも、空燃比が理論空燃比よりも大きいリーン状態で排気中の窒素酸化物を浄化する機能を有するものとする。このことで、車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域で排気ガスの殆どがタービン下流側触媒コンバータを通過することになり、本発明を例えばディーゼルエンジンに適用すれば、低負荷低回転領域で発生し易い排気中の窒素酸化物(NO_x)を極めて有効に浄化することができる。

10

【0015】

請求項3記載の発明では、請求項1又は2記載の発明における第1排気通路と第2排気通路とは下流側で集合されていて、該集合部には排気中の未燃炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)及び窒素酸化物(NO_x)を浄化する機能を有する集合部側触媒コンバータを設けるものとする。このことで、排気下流側に別途集合部側触媒コンバータを設けることで、第1排気通路に設けるタービン下流側触媒コンバータの容量をその分小さくして、早期暖機性を一層高めることができる。

20

【0016】

請求項4記載の発明では、請求項1～3のいずれか1つに記載の発明において、タービン下流側触媒コンバータの上流側の第1排気通路内から排気ガスの一部を吸気系に還流させる排気還流通路を設けるものとする。

【0017】

このことで、車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域において、排気ガスの殆どが第1排気通路を流通し、タービン下流側触媒コンバータが空気絞りの働きをして、その上流の排圧が高まる。このため、吸気側との圧力差によって吸引される排気還流量を十分に確保することができる。特に、ディーゼルエンジンに適用した場合には、排気還流量を確保することで、低負荷低回転領域における NO_x 発生量の低減が図られる。

30

【0018】

請求項5記載の発明では、請求項4記載の発明における排気還流通路の上流端は、タービンとタービン下流側触媒コンバータとの間の第1排気通路に接続されるものとする。

【0019】

このことで、タービンの下流側から排気還流ガスを取り出すことで、タービンの上流側から取り出す場合と比べて排気還流ガスの温度が低くなるので、エンジンの燃焼温度を相対的に低下させることができ、 NO_x 発生量をさらに低減させることができる。また、排気脈動の影響による排気還流量の変動も抑制される上、タービンの上流側から取り出す場合のように排気ガスが排気還流通路に逃げることもないので、このことによる過給効率の低下を回避することができる。

40

【0020】

請求項6記載の発明では、請求項5記載の発明における、早期に開弁する排気弁の開弁時期は、下死点前60度～下死点前70度のクランク角範囲に設定されている。このことで、膨張行程の終期の燃焼ガスが第1排気通路を流通してタービンに供給されるので、燃焼エネルギーの一部を直接的にタービンに与えることができるようになり、過給効率が極めて高いものになる。

【0021】

請求項7記載の発明では、請求項4記載の発明における排気還流通路の上流端は、タービン上流側の第1排気通路に接続されるものとする。このことで、タービンの上流側では下流側に比べて排圧が高いので、吸気側に吸引される排気還流量をその分増大させること

50

ができる。

【0022】

請求項8記載の発明では、請求項4記載の発明における、早期に開弁する排気弁は、他の排気弁よりも小径のものとする。このことで、他の排気弁の直径を相対的に大きくして、相対的に遅く開弁される他の排気弁の開弁時点から閉弁時点までの全開弁期間に亘る総流路断面積を十分に大きくすることができ、これにより、エンジンの掃気性の向上を図ることができる。

【0023】

請求項9記載の発明では、請求項4記載の発明における、早期に開弁する排気弁のリフト量は、他の排気弁よりも小さいものとする。このことで、他の排気弁のリフト量を相対的に大きくして、請求項8記載の発明と同様にエンジンの掃気性の向上を図ることができる。

10

【0024】

請求項10記載の発明では、請求項4記載の発明における、早期に開弁する排気弁の開弁期間は、他の排気弁よりも短く設定されている。このことで、他の排気弁の開弁期間を相対的に長く設定して、請求項8記載の発明と同様にエンジンの掃気性の向上を図ることができる。

【0025】

請求項11記載の発明では、請求項5記載の発明における排気還流通路に、流通する排気還流ガスを冷却する冷却手段を設けるものとする。このことで、排気還流ガスの温度を低くさせてエンジンの燃焼温度を低下させることができるので、NO_x発生量をより一層低減させることができる。

20

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0027】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係るターボ過給機付エンジンAの全体構成を示す。このエンジンAは直列4気筒ディーゼルエンジンであって、エンジン回転数が約4000回転程度で最高出力を発生するものである。

30

【0028】

同図において、1は4つの気筒2, 2, 2, 2が形成されたエンジン本体であり、図示しないが、各気筒2内にはピストンが往復動可能に嵌装されていて、このピストンにより各気筒2内に燃焼室が区画形成されている。上記エンジン本体1のシリンダヘッドの一方(図の右側)には、気筒2毎に上記燃焼室上面に開口する2つの吸気ポート3, 3と、該吸気ポート3, 3をそれぞれ開閉する2つの吸気弁4, 4が設けられており、また他方(図の左側)には同様に第1及び第2の2つの排気ポート5, 6と第1及び第2の2つの排気弁7, 8とが設けられている。この第2排気弁8は第1排気弁7よりも大径のものとしていて、第2排気ポート6の開弁時の流路断面積は第1排気ポート5よりも大きくなっている。上記燃焼室上面の略中央部には、燃焼室内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁9が設けられている。

40

【0029】

また、10は上記各気筒2に吸気を供給する吸気通路である。この吸気通路10の下流端は4つに分岐していて、各気筒2毎に上記吸気ポート3, 3により燃焼室に連通される一方、上流端は図示しないエアクリーナに接続され、その下流には後述のタービン16により駆動されて吸気を加圧するブロワ11と、このブロワ11により加圧した吸気を冷却するインタークーラ12と、サージタンク13とが上流側から順に設けられている。

【0030】

一方、15及び18はそれぞれ各気筒から排気ガスを排出する排気通路であり、第1排気通路15の上流端は4つに分岐していて、各気筒2毎に第1排気ポート5を介して燃焼

50

室に連通されている。この第1排気通路1には、ケーシング16a内に流入する排気ガスにより回転されるタービン16と、空燃比リーン状態でも排気中のNO_xを還元浄化するリーンNO_x触媒（タービン下流側触媒コンバータ）17とが配設されている。上記タービン16及びブロワ11からなるターボ過給機は、排気流速が低いときの過給性能が高くなるように、タービン16の直径又は厚さ若しくはその両方が小さく設計された低速用の小型のものである。

【0031】

また、上記リーンNO_x触媒17は、例えばハニカム状のコーゼライト担体の壁表面の触媒層をゼオライトで構成し、そのゼオライトに鉄Fe、コバルトCo、銅Cu、ニッケルNi等の遷移金属とイリジウムIr又は白金Pt等の貴金属とを担持したものが用いられ、空燃比リーン状態でも排気中のHCとNO_xとを反応させてNO_xを還元分解するものである。このリーンNO_x触媒17は、後述の如く昇容量のものとされている。

【0032】

上記第2排気通路18の上流端は、第1排気通路15と同様に4つに分岐して各気筒2毎に第2排気ポート6を介して燃焼室に連通される一方、下流端は上記第1排気通路15におけるリーンNO_x触媒17よりも下流側の部位に合流している。この合流部（集合部）よりも下流側の排気通路19には、排気ガス中のHC、CO及びNO_x並びにパティキュレートを浄化する主触媒（集合部側触媒コンバータ）20が配設され、上記第1及び第2排気通路15、18からの排気ガスを浄化した後に大気中に放出するようになっている。

【0033】

さらに、上記第1排気通路15は、タービン16とリーンNO_x触媒17との間で、排気ガスの一部を吸気側に還流させる排気還流通路22の上流端に分岐接続されている。この排気還流通路22の下流端は吸気通路10におけるインタークーラ12の下流側に接続され、その途中には、流通する還流排気ガスを外気と熱交換して冷却するクーラ23と、開度調整可能な電気式の排気還流制御弁24とが配置されていて、第1排気通路15の排気ガスの一部をクーラ23により冷却しつつ排気還流制御弁24により流量調整しながら、吸気通路10に還流させるようになっている。尚、上記排気還流通路22の下流端を図1に点線で示すようにブロワ11の上流に接続してもよい。

【0034】

そして、このように構成された本発明のターボ過給機付エンジンAでは、タービン16の配設された第1排気通路15を燃焼室に対して開閉する第1排気弁7、7、…の開弁期間が第2排気弁8、8、…よりも早期に設定されている。

【0035】

具体的に、各気筒2における吸気弁3、3、第1排気弁7及び第2排気弁8の開閉期間は、図2に示すように第1排気弁7の開弁時期EO1が下死点（BDC）前60度で、閉弁時期EC1が上死点（TDC）前70度に、また第2排気弁8の開弁時期EO2が下死点（BDC）後30度で、閉弁時期EC2が上死点（TDC）後10度にそれぞれ設定されている。一方、2つの吸気弁3、3の開弁時期IOは両方ともに上死点（TDC）前5度に、同じく閉弁時期ICは下死点（BDC）後45度に設定されている。すなわち、排気行程における最初の1/3程度の期間は下死点前に開弁した第1排気弁7のみが開弁していて、この間に高圧の排気ガス（ブローダウングス）が燃焼室から第1排気通路15に流通してタービン16に送られる。続く排気行程中期には、第1排気弁7及び第2排気弁8がオーバーラップして開弁する期間があり、第1排気弁7が閉弁してから後は第2排気弁8のみが開弁していて、比較的低下した燃焼室内の排気ガスは第2排気通路18に流通し、タービン16を迂回して下流側の排気通路19に排出される。

【0036】

このように、エネルギーの蓄まっているブローダウングスを全てタービン16に送ってエンジンの排気エネルギーを有効に回収することができる。また、第2排気弁8が大径のものとされていて、開弁時点から閉弁時点までの全開弁期間に亘る総流路断面積が十分に大き

くなっており、しかも、第2排気通路18内の排気ガスの流通抵抗が小さいので、排気行程後半の比較的低压の排気ガスを第2排気通路18から十分に排出することができ、エンジンの掃気性は極めて良い。さらに、この実施形態では、第1排気弁7の開弁時期IO1が下死点前のかかなり早い時期に設定されているので、膨張行程の終期の燃焼エネルギーをタービン16に与えることができ、過給効率が極めて高いものになる。

ここで、上記第1及び第2排気通路15, 18における排気流量の変化を更に詳しく説明すると、図3に示すように排気ガス総流量はエンジン回転数の上昇とともに増大するが、第1排気通路15の排気ガス流量の増大は同図に一点鎖線で示すように途中から頭打ちになり、これに伴い第2排気通路18の流量が増大する。これは、エンジン回転数の上昇とともに第1及び第2の各排気弁7, 8の1サイクルあたりの開弁時間が短くなるため、開弁時間が相対的に長くなるエンジンの低回転域では、排気ガスの殆どが早期に開弁する第1排気通路から排出される一方、エンジン回転数が高まり開弁時間が相対的に短くなると、第1排気通路15から排出しきれなかった排気ガスが第2排気通路18から排出されるようになり、その排気ガス流量が増大するのである。

【0037】

つまり、上記第1及び第2の各排気通路15, 18における排気ガス流量割合は、図4に示すようにエンジン回転数に応じて変化し、低回転ほど第1排気通路15における流量割合が高くなる一方、高回転ほど第2排気通路18における流量割合が高くなる。従って、エンジン低回転域では、排気ガスの殆どが第1排気通路15を通過してタービン16に供給されるようになり、小型ターボ過給機の特性を生かして低回転域でも良好なエンジンレスポンスが得られる。また、エンジン高回転域では、排気ガスの半分以上が第2排気通路18を通りタービン16を迂回して排出されるので、タービン16上流での排圧の過度の上昇を抑制して、ポンピングロスの低減により出力向上が図られる。

【0038】

さらに、第1及び第2の各排気通路15, 18における排気ガス総流量は、エンジン負荷に応じて例えば図5に示すように変化するものであり、低負荷域では排気ガスの殆どが第1排気通路15から排出される。

【0039】

したがって、本発明の第1の特徴は、上述の如き排気ガス流量の変化特性を考慮して、排気系におけるリーンNO_x触媒17等の配置を決定したことにある。すなわち、リーンNO_x触媒17を第1排気通路15に配設したことで、エンジン始動直後のアイドル運転状態等において、排気ガスの略全量をリーンNO_x触媒17に流通させることができ、このことで、エンジンの冷間始動時にもリーンNO_x触媒17を極めて早期に暖機状態にすることができるので、エンジン冷間時の排気エミッションの向上が図られる。

【0040】

また、車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域でも排気ガスの殆どがリーンNO_x触媒17を通過することになり、低負荷低回転領域で発生し易い排気中のNO_xを十分に浄化することができる。尚、リーンNO_x触媒17におけるNO_xの還元浄化を促進するために、各気筒2毎に、第1排気弁7が開弁している排気行程前半において微量の燃料を噴射して、排気中のHC濃度を高めるようにしている。

【0041】

一方、エンジンの高回転域では、排気ガスの半分以上が第2排気通路18を流通するので、第1排気通路15における排気ガス流量はあまり増大しない(図3参照)。すなわち、リーンNO_x触媒17を流通する排気ガスの最大流量はそれほど大きくならないので、比較的小型の触媒を用いることができ、これに伴い、触媒のコスト低減、通気抵抗の低下及び早期暖機性のさらなる向上が図られる。しかも、エンジン高回転時の排気ガス流量があまり大きくならないことから触媒温度の過度の上昇が抑制されて耐久性が向上する。さらに、タービン16の下流に設けられていることで、上記リーンNO_x触媒17の耐久性は一層向上する。つまり、ディーゼルエンジンにおいて、車両の運転中に常用される低負荷低回転領域で発生し易い排気中のNO_xを有効に浄化することができる。

【0042】

次に、本発明の第2の特徴は、早期開弁により低回転域でも排圧が高まる第1排気通路15から排気ガスの一部を吸気側に還流させるようにすることで、排気還流量を十分に確保してNO_xの排出を抑制したことである。

【0043】

すなわち、この実施形態では、排気還流通路22の上流端が第1排気通路15におけるリーンNO_x触媒17の上流側に接続されており、上述の如く車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域では、排気ガスの殆どが上記第1排気通路15に流れる上、リーンNO_x触媒17が空気絞りの働きをすることから、該リーンNO_x触媒17の上流側の排圧が高まり、このことで、吸気側との圧力差により吸引される排気還流量を十分に確保することができる。

10

【0044】

その際、上述の如くエンジンの掃気性が高められていることから、燃焼室内の高温の残留ガスは極めて少なくなっていて、燃焼室内の温度が相対的に低下している。また、残留ガスが極めて少ないことからその分燃焼室への排気還流量が増大するので、燃焼室中の吸気の熱容量を高めて圧縮上死点近傍における燃焼温度を低下させることができる。よって、車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域において、排気還流量を十分に確保してNO_xの発生を抑制することができる。

【0045】

ここで、一般に、排気還流ガス量を増大させ過ぎると、NO_x発生量は低減できるものの、酸素濃度の低下によりエンジン出力の低下を招く上、スモークの発生量が増大することが知られている。従って、スモークの発生を確実に回避しつつNO_x低減のために排気還流量を最大限に大きくしようとするれば、排気還流量の調整を極めて高精度に行う必要がある。

20

【0046】

しかし、通常、ターボ過給機付エンジンにおいては、タービン上流の排圧の上昇が排気の妨げになり、エンジンの容積効率が図6に特性aとして示すように排圧の上昇とともに低下して、これに伴い排気還流量も低下する。つまり、タービン上流の排圧の変動により排気還流量が変動するので、この変動の分だけ余裕を持たせて、排気還流量を少なめに設定する必要があった。

30

【0047】

これに対し、この実施形態では、タービン16の上流で排圧が上昇しても燃焼室内の排気ガスは第2排気通路18から排出されるので、上記図6に特性bとして示すように、エンジンの容積効率は殆ど低下せず、排圧の変化によらない略一定の値になる。従って、排圧の変化に伴う排気還流量の変動が殆どなく、スモークが発生しない範囲で排気還流量を最大限に大きく設定することができる。このことで、排気還流によるNO_x発生量の低減効果を最大限に高めることができる。

【0048】

さらに、排気還流通路22の上流端はタービン16の下流に接続されていて、高温高圧のブローダウンガスが直接還流されることがないので、排気還流ガスの温度はタービン16の上流から還流させる場合と比べて相対的に低くなり、しかも、クーラ23により冷却されて、エンジンの燃焼温度を相対的に低下させるので、NO_xの発生量をさらに低減させることができる。また、排気脈動の影響による排気還流量の変動も抑制される上、タービン16の上流側から還流させる場合のようにブローダウンガスが排気還流通路22に逃げてしまうこともないので、このことによる過給効率の低下を回避することができる。

40

【0049】

尚、この実施形態では、上述の如く排気還流通路22の上流端を第1排気通路15のタービン16の下流側に接続しているが、図7に示すように、タービン16の上流側に接続してもよい。このようにすれば、タービン16の上流側は下流側に比べて排圧が高くなるので、上記実施形態1に比べて、より大量の排気還流を実現することができる。

50

(実施形態 2)

図 8 は、本発明の実施形態 2 に係るターボ過給機付エンジン A を示す（この実施形態 2 のエンジン A は実施形態 1 のものと略同様に構成されているので、以下、同一の部分には同一の符号を付し異なる部分だけを詳細に説明する）。この実施形態 2 は、実施形態 1 のものに加えて、排気還流通路 22 の上流端を第 1 排気通路 15 におけるタービン 16 の上流側又は下流側のいずれか一方に切替えて接続する還流元切替弁 30 を設け、エンジンの運転状態に応じて制御手段としての ECU (Electronic Control Unit) 31 により上記還流元切替弁 30 を切替作動させるようにしたものである。

【0050】

すなわち、上記排気還流通路 22 の上流端は 2 つに分岐されていて、一方の分岐路 22 a が第 1 排気通路 15 におけるタービン 16 の上流側に接続され、また他方の分岐路 22 b がタービン 16 の下流に接続されており、上記分岐部に配設された還流元切替弁 30 の切替作動により、上記第 1 排気通路 15 におけるタービン 16 の上流側又は下流側のいずれか一方に選択的に連通されるようになっている。

【0051】

また、上記 ECU 31 は、マイクロコンピュータ等により構成され、エンジン回転数を検出する回転数センサ 32、運転者のアクセル操作量を検出するアクセルセンサ 33 等からの各出力信号が入力される一方、上記還流元切替弁 30 に対して制御信号を出力するものである。

【0052】

上記 ECU 31 による具体的な制御を図 9 に基づいて説明すると、まずステップ S A 1 では、エンジンが排気還流領域にあるか否かを判定する。この排気還流量域は、図 10 に示すように、回転数センサ 32 により検出されるエンジン回転数、及びアクセルセンサ 33 により検出されるアクセル操作量に基づいて予め設定されたもので、ターボ過給が行われないエンジンの低負荷低回転領域（非過給領域）、及びターボ過給が行われるもののその過給度合が極めて低い領域である。この排気還流量域では、過給による NOx 発生量の低減があまり期待できないので、排気還流によって NOx 発生量の低減を図るようにしている。

【0053】

そして、排気還流量域でない NO と判定されればリターンする一方、排気還流量域である YES と判定されればステップ S A 2 に進み、今度は非過給領域であるか否かを上記ステップ S A 1 と同様にして判定する。そして、非過給領域である YES と判定されればステップ S A 3 に進んで、還流元切替弁 30 の作動により排気還流通路 22 の上流端を第 1 排気通路 15 におけるタービン 16 の下流側に接続する一方、非過給領域でない NO と判定されればステップ S A 4 に進んで、還流元切替弁 30 の作動により排気還流通路 22 の上流端を第 1 排気通路 15 におけるタービン 16 の上流側に接続するようになっている。

【0054】

したがって、上記実施形態 2 によれば、非過給領域において、還流元切替弁 30 の作動によりタービン 16 下流側の第 1 排気通路 15 内から排気還流ガスを取り出して、吸気通路 10 のブロワ 11 下流側に還流させるようにしており、ブロワ 11 下流側の吸気通路 10 内の吸気圧が低いので、タービン 16 の下流側からでも十分な流量の排気還流ガスを吸引することができる。また、上記実施形態 1 と同様、排気還流ガスの温度が相対的に低くなるので、エンジンの燃焼温度の低下による NOx 発生量の低減が図られ、排気脈動の影響による排気還流量の変動も抑制され、さらに、過給効率の低下が回避される。

【0055】

一方、ターボ過給領域では、ブロワ 11 下流側吸気通路 10 の吸気圧が高くなるので、第 1 排気通路 15 において、下流側に比べて排圧の高いタービン 16 上流側から排気還流ガスを取り出して還流させることで、ターボ過給領域であっても排気還流量を確保することができ、よって、排気還流による NOx 発生量の低減が図られる。

(実施形態 3)

10

20

30

40

50

図 1 1 は、本発明の実施形態 3 に係るターボ過給機付エンジン A を示す（この実施形態 3 のエンジン A は実施形態 1 又は 2 のものと略同様に構成されているので、以下、同一の部分には同一の符号を付し異なる部分だけを詳細に説明する）。この実施形態 3 は、実施形態 2 のものに加えて、排気還流通路 2 2 の下流端を吸気通路 1 0 におけるブロワ 1 1 の上流側又は下流側のいずれか一方に切替えて接続する還流先切替手段を設け、エンジンの運転状態に応じて E C U（Electronic Control Unit）3 1 により切替作動させるようにしたものである。

【0056】

すなわち、上記排気還流通路 2 2 は、排気還流制御弁 2 4 の下流側で 2 つに分岐されていて、一方の分岐路 2 2 c が吸気通路 1 0 におけるブロワ 1 1 の上流側に接続され、また他方の分岐路 2 2 d がブロワ 1 1 の下流に接続されており、加えて、上記排気還流制御弁 2 4 が、排気還流ガスの流量を調整するとともに、その流通する先を上記分岐路 2 2 c、2 2 d のいずれか一方に切替える還流先切替手段としての構成を有している。さらに、上記 E C U 3 1 は、還流元切替弁 3 0 と同様に上記排気還流制御弁 2 4 に対しても制御信号を出力するものである。

【0057】

上記 E C U 3 1 による具体的な制御を図 1 2 に基づいて説明すると、同図におけるステップ S B 1 及びステップ S B 2 は、実施形態 2 におけるステップ S A 1 及びステップ S A 2 と同様であり、上記ステップ S B 2 で非過給領域である Y E S と判定されて進んだステップ S B 3 では、還流元切替弁 3 0 の作動により排気還流通路 2 2 の上流端を第 1 排気通路 1 5 におけるタービン 1 6 の下流側に接続し、続くステップ S B 4 で、排気還流制御弁 2 4 により排気還流ガスを吸気通路 1 0 におけるブロワ 1 1 の下流側に還流させるようにする。

【0058】

つまり、非過給領域はエンジンの低負荷域に相当していて、タービン 1 6 の上流側であっても排気脈動の影響が比較的小さいので、第 1 排気通路 1 5 におけるタービン 1 6 上流側から排気還流ガスを大量に取り出すことができる。このことで、ターボ過給による N O x 発生量の低減が期待できないエンジンの低負荷低回転領域において、排気還流による N O x 低減効果が高められる。

【0059】

一方、上記ステップ S B 2 で非過給領域でない N O と判定されて進んだステップ S B 5 では、還流元切替弁 3 0 の作動により排気還流通路 2 2 の上流端を第 1 排気通路 1 5 におけるタービン 1 6 の上流側に接続し、続くステップ S B 6 で、排気還流制御弁 2 4 により排気還流ガスを吸気通路 1 0 におけるブロワ 1 1 の上流側に還流させるようにする。

【0060】

つまり、相対的に排気脈動の影響が大きくなるエンジンの高負荷域では、排気還流ガスをタービン 1 6 の上流側から取り出した場合、吸気側へ還流させる排気還流ガス量の変動幅が大きくなり、制御性が悪化する虞れがある。そこで、この実施形態では、ターボ過給領域ではタービン 1 6 の下流側から排気還流ガスを取り出すことで、上記排気脈動の影響による排気還流量の変動を防止するようにしている。

【0061】

その際、ターボ過給によりブロワ 1 1 下流側の吸気通路 1 0 内の吸気圧が高くなり、タービン 1 6 の下流側からでは十分に排気還流ガスを吸引できないので、排気還流制御弁 2 4 により排気還流ガスを上記ブロワ 1 1 の上流側に還流させるようにして、排気還流量を確保するようにしている。

【0062】

したがって、上記実施形態 3 によれば、非過給領域において排気脈動の影響による排気還流量の制御性の悪化を防止しつつ、過給領域において排気還流量を確保することができる。

【0063】

尚、本発明は上記各実施形態限定されるものではなく、その他種々の実施形態を包含するものである。すなわち、上記各実施形態では、ターボ過給機付エンジンとしてディーゼルエンジンを用いているが、これに限らず、例えばガソリンエンジン等を用いてもよい。

【0064】

また、上記各実施形態では、排気還流通路22により排気ガスの一部を吸気側に還流させるようにしているが、これを行わないようにしてもよい。

【0065】

さらに、上記各実施形態では、第2排気弁8, 8, …を第1排気弁7, 7, …よりも大径のものとしてエンジン1の掃気性の向上を図っているが、これに限らず、両排気弁7, 8の弁径を同一として排気弁の共通化を図るとともに、例えばカム形状の変更により、第2排気弁8の開弁期間ないし開弁リフト量の少なくとも一方を第1排気弁7よりも大きく設定することで、第2排気弁8の開弁時点から閉弁時点までの全開弁期間に亘る総流路断面積を十分に大きくして、エンジン1の掃気性の向上を図るようにしてもよい。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1記載の発明におけるターボ過給機付エンジンによれば、触媒コンバータを第1排気通路に配設することで、エンジンの冷間始動時にも触媒コンバータを極めて早期に暖機状態にすることができるので、エンジン冷間時の排気エミッションを向上させることができる。また、上記触媒コンバータとして比較的小容量のものをを用いることができるので、触媒のコスト低減、通気抵抗の低下及び早期暖機性のさらなる向上が図られる。さらに、第2排気通路には触媒コンバータが配設されず、このことで、エンジン高回転域における掃気性の向上が図られる。

【0067】

請求項2記載の発明によれば、例えばディーゼルエンジンの低負荷低回転領域で発生し易い排気中の窒素酸化物を極めて有効に浄化することができる。

【0068】

請求項3記載の発明によれば、タービン下流側触媒コンバータの容量を一層小さくして、早期暖機性をさらに高めることができる。

【0069】

請求項4記載の発明によれば、車両の運転中に常用されるエンジンの低負荷低回転領域において、排気還流量を十分に確保することができ、特にディーゼルエンジンに適用した場合に有効な効果が得られる。

【0070】

請求項5記載の発明によれば、排気還流ガスの温度を相対的に低くして、排気還流によるNO_x低減効果を高めることができ、また排気脈動の影響による排気還流量の変動を抑制することができ、さらに過給効率の低下を回避することができる。

【0071】

請求項6記載の発明によれば、燃焼エネルギーの一部を直接的にタービンに与えることができるので、過給効率が極めて高いものになる。

【0072】

請求項7記載の発明によれば、排気還流ガスをタービンの下流側から取り出す場合に比べて排気還流量を増大させることができる。

【0073】

請求項8記載の発明によれば、他の排気弁の直径を相対的に大きくすることで、また請求項9記載の発明によれば、上記他の排気弁のリフト量を相対的に大きくすることで、さらに請求項10記載の発明によれば、上記他の排気弁の開弁期間を相対的に長く設定することで、それぞれエンジンの掃気性の向上を図ることができる。

【0074】

請求項11記載の発明によれば、排気還流ガスを冷却することでエンジンの燃焼温度を低下させて、NO_x発生量をより一層低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 の全体構成を示す模式図である。

【図 2】 吸気弁、第 1 排気弁及び第 2 排気弁の開弁期間を示す説明図である。

【図 3】 エンジン回転数の変化に対する第 1 排気通路及び第 2 排気通路の排気ガス流量の変化特性を示す説明図である。

【図 4】 エンジン回転数の変化に対する第 1 排気通路及び第 2 排気通路の排気ガス流量割合の変化を示す説明図である。

【図 5】 エンジン負荷の変化に対する第 1 排気通路及び第 2 排気通路の排気ガス流量の変化特性を示す説明図である。

【図 6】 ターボ過給機付エンジンにおける、排圧及び容積効率の変化を対応づけて示す説明図である。 10

【図 7】 実施形態 1 の変形例に係る図 1 相当図である。

【図 8】 実施形態 2 に係る図 1 相当図である。

【図 9】 排気還流通路の上流端の第 1 排気通路への接続部位を切り換える手順を示すフローチャート図である。

【図 10】 排気還流領域及び非過給領域をそれぞれ示す説明図である。

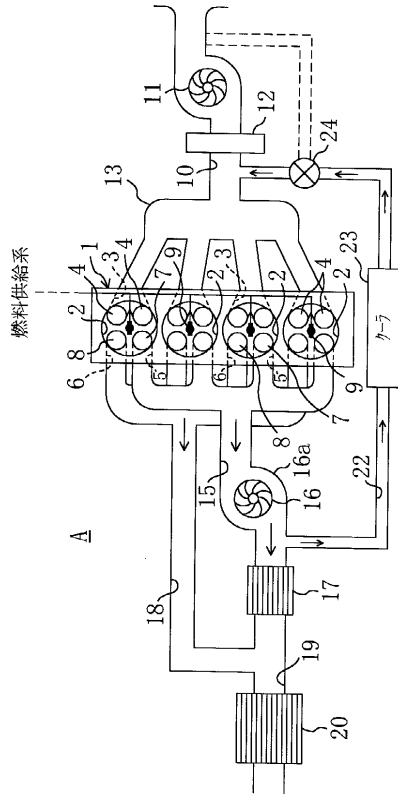
【図 11】 実施形態 3 に係る図 1 相当図である。

【図 12】 実施形態 3 に係る図 9 相当図である。

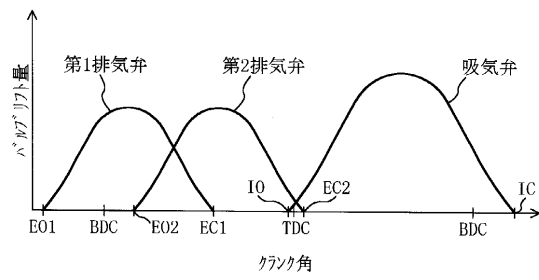
【符号の説明】

A	ターボ過給機付エンジン	20
5, 6	排気ポート	
7	第 1 排気弁（早期に開弁する排気弁）	
8	第 2 排気弁（他の排気弁）	
10	吸気通路	
11	ブロワ	
15	第 1 排気通路	
16	タービン	
17	リーン NO _x 触媒（タービン側触媒コンバータ）	
18	第 2 排気通路	
19	下流側の排気通路（集合部）	30
20	主触媒（集合部側触媒コンバータ）	
22	排気還流通路	
23	クーラ（冷却手段）	
24	排気還流制御弁（還流先切替手段）	
30	還流元切替手段	
31	E C U（制御手段）	

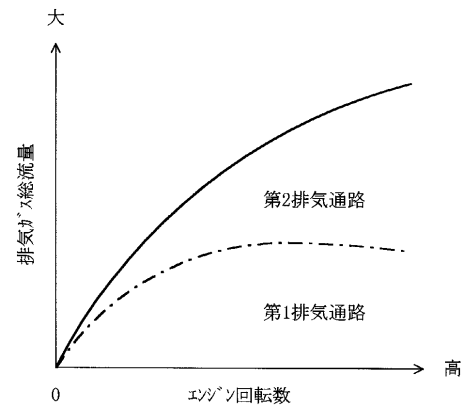
【図 1】



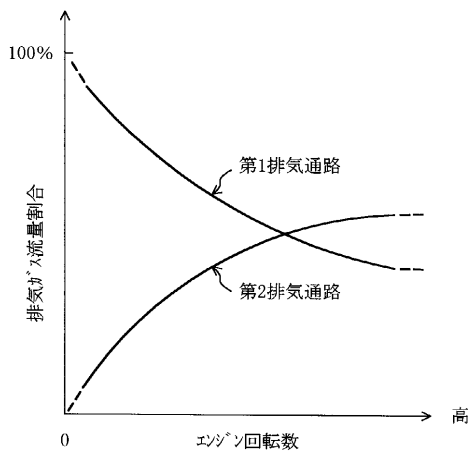
【図 2】



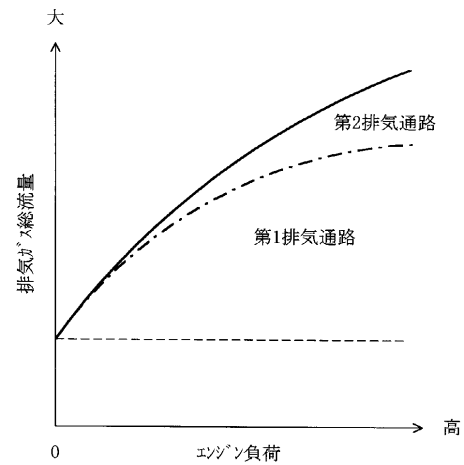
【図 3】



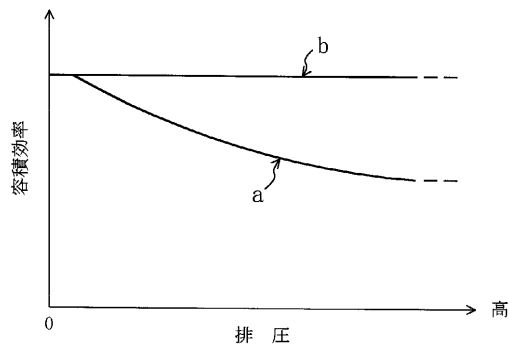
【図 4】



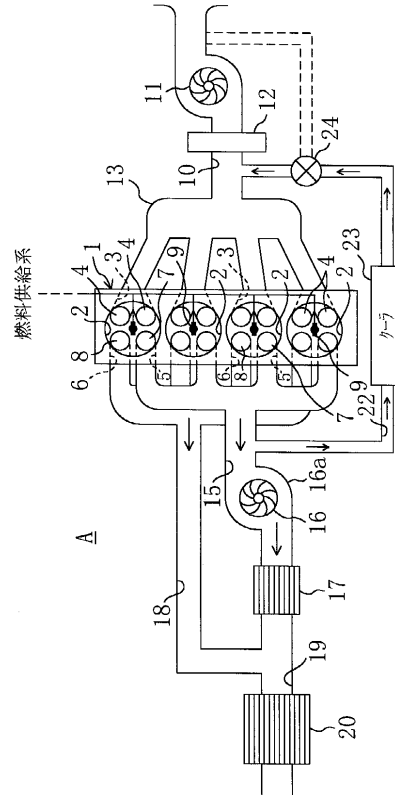
【図 5】



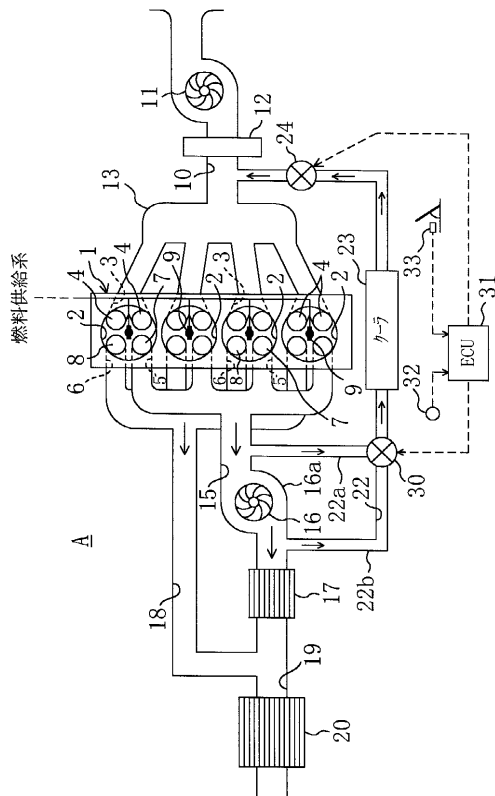
【図 6】



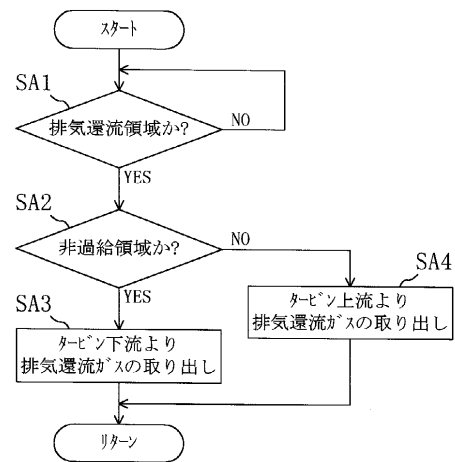
【図 7】



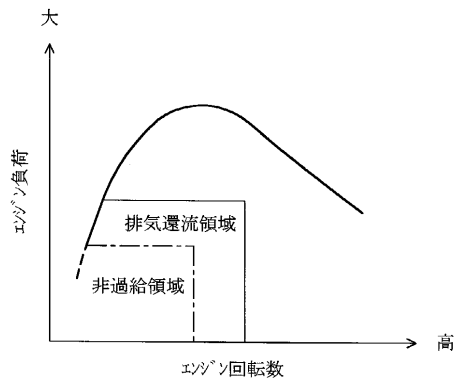
【図 8】



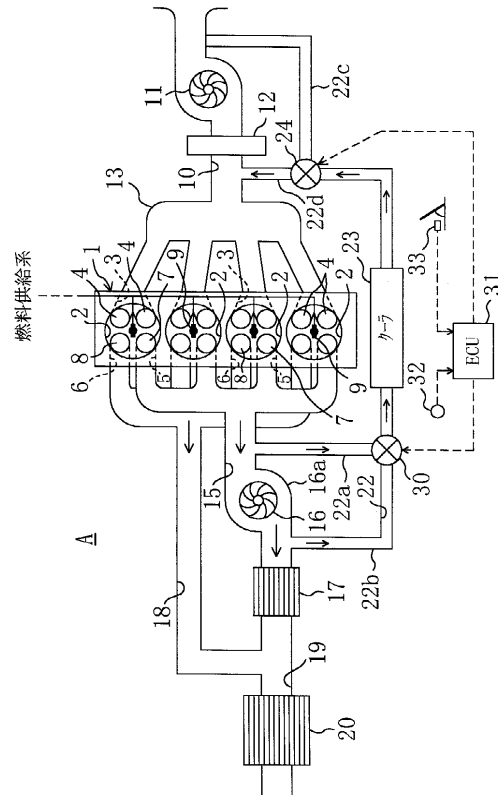
【図 9】



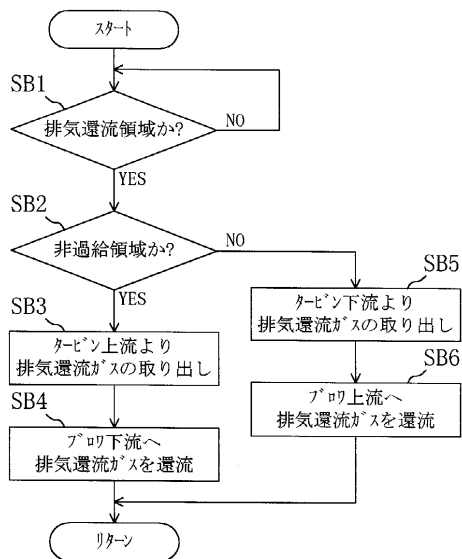
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 43/00 (2006.01) F 0 2 D 13/02 G
F 0 2 M 25/07 (2006.01) F 0 2 D 13/02 B
F 0 2 D 23/00 K
F 0 2 D 23/00 J
F 0 2 D 23/00 P
F 0 2 D 43/00 3 0 1 R
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
F 0 2 M 25/07 5 7 0 P

(72)発明者 益田 俊治
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 荒木 啓二
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 6 1 0 7 0 (J P, A)
特開昭 5 9 - 1 2 8 9 2 0 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
F01N 3/08 - 3/28
F02B 37/00 - 37/02
F02D 13/02
F02D 23/00
F02D 43/00
F02M 25/07