

(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2010-24952

(P2010-24952A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 21/08 301A	3D041
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 G	3G065
FO2D 9/02 (2006.01)	FO2D 13/02 K	3G092
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 9/02 361H	3G093
FO2D 29/00 (2006.01)	FO2D 41/04 310A	3G301
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-187124 (P2008-187124)
 (22) 出願日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(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 100106622
 弁理士 和久田 純一
 (74) 代理人 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123319
 弁理士 関根 武彦
 (74) 代理人 100131532
 弁理士 坂井 浩一郎

最終頁に続く

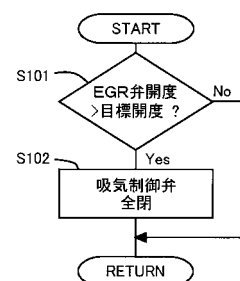
(54) 【発明の名称】 内燃機関のEGR装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関のEGR装置において、EGR弁が目標開度に合わない場合であってもEGRガスを適正量供給することができる技術を提供する。

【解決手段】 内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続するEGR通路と、EGR通路で開閉するEGR弁と、EGR通路が接続されるよりも下流側の吸気通路において吸気の通路断面積を調節する調節装置と、EGR弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、EGR弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、調節装置よりも上流側のガスの圧力が上昇する方向へ該調節装置を作動させる制御装置と、を備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続する E G R 通路と、
前記 E G R 通路で開閉する E G R 弁と、
前記 E G R 通路が接続されるよりも下流側の吸気通路において吸気の通路断面積を調節する調節装置と、
前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記調節装置よりも上流側のガスの圧力が上昇する方向へ該調節装置を作動させる制御装置と、
を備えることを特徴とする内燃機関の E G R 装置。

10

【請求項 2】

前記 E G R 通路が接続されるよりも上流側の吸気通路において開閉するスロットルを備え、
前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記スロットルの開度を大きくすることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 3】

前記調節装置は、吸気通路内で開閉する吸気制御弁を含んで構成され、
前記制御装置は、前記吸気制御弁の開度を小さくすることにより吸気の通路断面積を小さくすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の E G R 装置。

20

【請求項 4】

前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記内燃機関は、1 気筒あたり複数の吸気弁を備え、
前記制御装置は、1 気筒あたり複数ある吸気弁の一部を閉弁状態で維持することにより吸気の通路断面積を小さくすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 5】

前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記制御装置は、吸気弁が閉じる時期を遅らせることにより気筒内のガスを吸気通路へ排出することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の内燃機関の E G R 装置。

30

【請求項 6】

前記制御装置は、内燃機関の要求空気量が少ないほど、吸気弁が閉じる時期を遅くすることを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 7】

前記制御装置は、内燃機関の中回転中負荷以上の運転領域で吸気弁が閉じる時期を遅くすることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 8】

前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記制御装置は、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくすることにより吸気の通路断面積を小さくすることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の内燃機関の E G R 装置。

40

【請求項 9】

前記制御装置は、内燃機関の要求空気量が少ないほど、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくすることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 10】

前記制御装置は、内燃機関の低回転低負荷領域で、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくすることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の内燃機関の E G R 装置。

【請求項 11】

内燃機関の出力軸の回転数を変化させて出力する変速機を備え、
前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合に

50

は、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記内燃機関を低回転高負荷側で運転することを特徴とする請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の内燃機関の E G R 装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の E G R 装置に関する。

【背景技術】

【0002】

E G R 弁が粒子状物質の付着等により閉まらなくなった場合に、スロットル開度を増加させて吸入空気量を増加させることにより、E G R 導入量を減少させる技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。つまり、吸入空気量を増加させると吸気通路内の圧力が高くなるため、吸気通路と排気通路との圧力差が小さくなるので、E G R ガスの流量が減少する。これにより、燃焼状態を良好に保つことができる。

【0003】

しかし、吸入空気量を増加させると発生トルクが大きくなるため、要求トルクに合わせることができなくなる虞がある。

【特許文献 1】特開 2005-207285 号公報

【特許文献 2】特開平 9-25852 号公報

【特許文献 3】特開 2007-100524 号公報

【特許文献 4】特開平 11-22561 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上記したような問題点に鑑みてなされたものであり、内燃機関の E G R 装置において、E G R 弁が目標開度に合わない場合であっても E G R ガスを適正量供給することができる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を達成するために本発明による内燃機関の E G R 装置は、以下の手段を採用した。すなわち、本発明による内燃機関の E G R 装置は、

内燃機関の排気通路と吸気通路とを接続する E G R 通路と、

前記 E G R 通路で開閉する E G R 弁と、

前記 E G R 通路が接続されるよりも下流側の吸気通路において吸気の通路断面積を調節する調節装置と、

前記 E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、前記 E G R 弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記調節装置よりも上流側のガスの圧力が上昇する方向へ該調節装置を作動させる制御装置と、

を備えることを特徴とする。

【0006】

E G R 弁の目標開度は、内燃機関の運転状態（例えば機関回転数及び機関負荷）に基づいて決定される。E G R 弁の開度が目標開度に合わないときであって、目標開度よりも大きい場合には、E G R ガス量が過多となるため、燃焼状態が悪化する虞がある。また、E G R 弁の開度が目標開度に合っているときは、内燃機関の運転状態に基づいて、気筒内のガス量が決定される。

【0007】

ここで、調節装置により吸気の通路断面積を変化させると、吸気通路内の圧力が変化する。

【0008】

調節装置よりも上流側のガスの圧力が上昇する方向へ該調節装置を作動させるとは、調

10

20

30

40

50

節装置よりも上流側のガスの圧力が最終的に高い状態となるように調節装置を作動させれば良い。例えば、調節装置により吸気通路の断面積を小さくすることで調節装置よりも上流側のガスの圧力を上昇させても良い。また、一旦気筒内に導入されたガスを気筒外へ排出するように作動させても良い。

【0009】

これは、気筒内のガス量が減少する方向へ調節装置を作動させるとしても良い。気筒内のガス量が減少する方向へ調節装置を作動させるとは、最終的に気筒内のガス量が少ない状態となるように調節装置を作動させれば良い。例えば、調節装置により吸気通路の断面積を小さくすることで気筒内に流入するガス量を減少させても良い。また、一旦気筒内に導入されたガスを気筒外へ排出するように作動させても良い。

10

【0010】

このときに、他の装置により気筒内のガス量の減少を抑制したり、気筒内のガス量を一定に保ったりしても良い。つまり、調節装置が作動しても、気筒内の実際のガス量が変化しないようにしても良く、減少するようにしても良い。すなわち、調節装置を作動させることにより、調節装置よりも上流側の吸気通路内の圧力が高くなれば良い。

【0011】

例えば、調節装置により吸気の抵抗を大きくすると、該調節装置よりも上流側の吸気通路内の圧力が増加する。つまり、EGR通路の排気通路側の圧力と吸気通路側の圧力との差が小さくなるため、気筒内に導入されるEGRガス量が減少する。このようにすることで、EGR弁の開度が目標開度に合わないときであっても、EGRガス量を調節することができる。

20

【0012】

本発明においては、前記EGR通路が接続されるよりも上流側の吸気通路において開閉するスロットルを備え、

前記EGR弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、前記EGR弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記スロットルの開度を大きくすることができる。

【0013】

ここで、スロットルの開度を変化させると、それよりも下流の吸気通路内の圧力が変化する。そして、スロットルの開度を大きくすると、該スロットルよりも下流側の吸気通路内の圧力が上昇する。つまり、EGR通路の排気通路側の圧力と吸気通路側の圧力との差が小さくなるため、気筒内に導入されるEGRガス量が減少する。そして、スロットルの開度を大きくしたとしても、そのときに調節装置は気筒内のガス量が減少する方向へ作動しているため、機関発生トルクの上昇を抑制することができる。つまり、気筒内のガス量を変化させないようにして、トルク変動が発生することを抑制できる。

30

【0014】

本発明においては、前記調節装置は、吸気通路内で開閉する吸気制御弁を含んで構成され、

前記制御装置は、前記吸気制御弁の開度を小さくすることにより吸気の通路断面積を小さくすることができる。

40

【0015】

吸気制御弁は、例えば1気筒あたり複数の吸気ポートを備えている場合の一部の吸気ポートまたは吸気枝管に備えられる。例えばスワールコントロールバルブまたはタンブルコントロールバルブとしても良い。そして、吸気制御弁を閉弁することにより、吸気通路の断面積を減少させることができる。また、一部の吸気ポートにおける吸気の流通を遮断することもできる。これにより、吸気の抵抗を大きくすることができるので、吸気制御弁よりも上流の吸気圧を上昇させることができるため、EGRガス量を減少させることができる。また、吸気の流速が上昇するため、乱れが発生するので、EGRガス量が多くなっても良好な燃焼状態を維持することができる。

【0016】

50

本発明においては、前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記内燃機関は、1気筒あたり複数の吸気弁を備え、
前記制御装置は、1気筒あたり複数ある吸気弁の一部を閉弁状態で維持することにより
吸気の通路断面積を小さくすることができる。

【0017】

1気筒あたり複数ある吸気弁の一部を閉弁状態で維持すると、その分、吸気の通路面積
が減少するため、吸気の抵抗が大きくなる。これにより、吸気の抵抗を大きくすることが
できるので、吸気弁よりも上流の吸気圧を上昇させることができるため、EGRガス量を
減少させることができる。また、吸気の流速が上昇するため、乱れが発生するので、EGR
ガス量が多くなっても良好な燃焼状態を維持することができる。

10

【0018】

本発明においては、前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記制御装置は、吸気弁が閉じる時期を遅らせることにより気筒内のガスを吸気通路へ
排出することができる。

【0019】

吸気弁を閉じる時期を遅らせることにより、気筒内に吸入されたガスが再度吸気通路へ
排出される。これにより、気筒内のガス量が減少する。つまり、吸気弁を閉じる時期を遅
らせることは、吸気弁を気筒内のガス量が減少する方向へ作動させているといえる。気筒
内から吸気通路へガスが排出されることにより、吸気圧が高くなるため、EGRガス量を
減少させることができる。

20

【0020】

この場合、前記制御装置は、内燃機関の要求空気量が少ないほど、吸気弁が閉じる時期
を遅くすることができる。

【0021】

つまり、内燃機関の要求空気量が少ないときほど吸気の圧力は低くなるためにEGRガ
ス量が増加し易いので、吸気弁が閉じる時期を遅くして、より多くのガスを吸気通路へ排
出する。これにより、EGRガス量の増加分に応じて吸気弁を制御することができる。

【0022】

また、前記制御装置は、内燃機関の中回転中負荷以上の運転領域で吸気弁が閉じる時期
を遅くすることができる。

30

【0023】

つまり、吸気弁が閉じる時期を遅くしてEGRガス量を減少させても、低負荷領域にお
いてはEGRガス量が過度に多くなったり、圧縮端温度が低くなって燃焼状態が悪化した
りする虞がある。これに対し、内燃機関の中回転中負荷以上の運転領域で吸気弁が閉じる
時期を遅くすれば、燃焼状態の悪化を抑制できる。

【0024】

本発明においては、前記調節装置は、吸気弁を含んで構成され、
前記制御装置は、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくすることにより吸気の通路断
面積を小さくすることができる。

【0025】

吸気弁の作用角またはリフト量が小さくなると、吸気の抵抗が大きくなるため、気筒内の
ガス量が減少する。これにより、吸気の圧力が高くなるので、EGRガス量を減少させる
ことができる。

40

【0026】

この場合、前記制御装置は、内燃機関の要求空気量が少ないほど、吸気弁の作用角また
はリフト量を小さくすることができる。

【0027】

つまり、内燃機関の要求空気量が少ないときほど吸気の圧力は低くなるためにEGRガ
ス量が増加し易いので、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくして吸気の圧力を上昇さ
せる。これにより、EGRガス量の増加分に応じて吸気弁を制御することができる。

50

【0028】

また、前記制御装置は、内燃機関の低回転低負荷領域で、吸気弁の作用角またはリフト量を小さくすることができる。

【0029】

つまり、吸気弁5の作用角またはリフト量を小さくすることによりEGRガス量を減少させると、中負荷以上の運転領域では圧縮端温度が高くなりすぎてノッキングの発生等が起こり得るため、これを抑制する。

【0030】

本発明においては、内燃機関の出力軸の回転数を変化させて出力する変速機を備え、前記EGR弁の開度が目標開度に合わないときであって該目標開度よりも大きい場合には、前記EGR弁の開度が目標開度に合っているときと比較して、前記内燃機関を低回転高負荷側で運転することができる。

10

【0031】

低回転高負荷とすることにより、スロットルが開いた状態となるため、吸気の圧力が上昇する。これにより、気筒内に導入されるEGRガス量を減少させることができる。

【発明の効果】

【0032】

本発明に係る内燃機関のEGR装置によれば、EGR弁が目標開度に合わない場合であってもEGRガスを適正量供給することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0033】

以下、本発明に係る内燃機関のEGR装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。

【実施例1】

【0034】

図1及び図2は、本実施例に係る内燃機関1の概略構成を表す図である。なお、本実施例においては、内燃機関1を簡潔に表示するため、一部の構成要素の表示を省略している。内燃機関1は4つの気筒2を備えているが、図1では1気筒のみを表している。

【0035】

内燃機関1のシリンダヘッド10には、吸気枝管41が接続されている。この吸気枝管41は、各気筒に2本ずつ接続されており、夫々が吸気ポート3を介して各気筒2の燃焼室と通じている。気筒2への吸気の流入は吸気弁5によって制御される。この吸気弁5は、各気筒2に2本ずつ備わる。そして、吸気弁5の開閉は、吸気側動弁機構23によって行われる。

30

【0036】

前記吸気枝管41は、サージタンク42に接続され、該サージタンク42で集合している。サージタンク42には、吸気管43が接続されている。なお、本実施例では、吸気ポート3、吸気枝管41、サージタンク42、吸気管43を合わせて吸気通路4と称する。

【0037】

また、吸気管43の途中には、該吸気管43を流れる吸気の量を調整するスロットル16が備えられている。スロットル16よりも上流の吸気管43には、該吸気管内を流れる空気の量に応じた信号を出力するエアフローメータ95が取り付けられている。このエアフローメータ95により内燃機関1の吸入空気量が検出される。

40

【0038】

各気筒2の一方の吸気枝管41には、該吸気枝管41を流れる吸気の量を調整する吸気制御弁17が備えられている。この吸気制御弁17は、全閉または全開のみ行うことができる弁である。なお、吸気制御弁17を全閉としても、少量の吸気が流通できるように、吸気制御弁17と吸気枝管41との間に隙間を設けておいても良い。

【0039】

一方、内燃機関1には、排気管8が接続されている。排気管8は、シリンダヘッド10

50

に設けられた排気ポート 7 を介して各気筒 2 の燃焼室と通じている。そして、気筒 2 外へのガスの排出は排気弁 9 によって制御される。この排気弁 9 の開閉は排気側動弁機構 2 6 によって行われる。各気筒 2 には、夫々 2 本の排気弁 9 が備わる。排気管 8 の途中には、該排気管 8 内を流れる排気の温度に応じた信号を出力する排気温度センサ 9 3 が取り付けられている。

【0040】

吸気側動弁機構 2 3 は、吸気弁 5 の作用角又はリフト量を連続的に変更する。例えば、カムシャフトに備わるカムの押圧力が吸気弁 5 へ伝達される期間を調節することにより吸気弁 5 の作用角又はリフト量を連続的に変更することができる。また、電磁駆動とすれば、吸気弁 5 の作用角又はリフト量を連続的に変更することができる。これらの機構により、各気筒 2 の一方の吸気弁 5 のみの開閉を停止させることもできる。なお、排気側動弁機構 2 6 についても同じ構造とする。

【0041】

また、内燃機関 1 には、排気管 8 内を流通する排気の一部（以下、EGR ガスという。）を吸気通路 4 へ再循環させる EGR 装置 3 0 が備えられている。この EGR 装置 3 0 は、EGR 通路 3 1、EGR 弁 3 2 を備えて構成されている。EGR 通路 3 1 は、排気管 8 と、サージタンク 4 2 と、を接続している。この EGR 通路 3 1 を通って、EGR ガスが再循環される。また、EGR 弁 3 2 は、EGR 通路 3 1 の通路断面積を調整することにより、該 EGR 通路 3 1 を流れる EGR ガスの量を調整する。そして、EGR 弁 3 2 には、該 EGR 弁 3 2 の開度を測定する開度センサ 3 3 が取り付けられている。なお、EGR 通路 3 1 は、スロットル 1 6 よりも下流で且つ吸気制御弁 1 7 よりも上流の吸気通路 4 であれば、吸気管 4 3 または吸気枝管 4 1 に接続されていても良い。

【0042】

また、内燃機関 1 には、気筒 2 内へ燃料を噴射する噴射弁 8 2 が取り付けられている。そして、内燃機関 1 には、クランクシャフト 1 3 が備わり、該クランクシャフト 1 3 にコンロッド 1 4 を介して連結されたピストン 1 5 が、気筒 2 内で往復運動を行う。クランクシャフト 1 3 には、減速比を変化させる変速機 5 0 が接続されている。変速機 5 0 の出力軸 5 1 は、車輪等に接続されている。

【0043】

さらに、内燃機関 1 には、該内燃機関 1 を制御するための電子制御ユニットである ECU 9 0 が併設されている。この ECU 9 0 は、CPU の他、各種のプログラム及びマップを記憶する ROM、RAM 等を備えており、内燃機関 1 の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関 1 の運転状態等を制御するユニットである。

【0044】

上記各種センサの他、アクセル開度センサ 9 1 およびクランクポジションセンサ 9 2 が ECU 9 0 と電氣的に接続されている。ECU 9 0 はアクセル開度センサ 9 1 からアクセル開度に応じた信号を受け取り、この信号に応じて内燃機関 1 に要求される機関負荷等を算出する。また、ECU 9 0 はクランクポジションセンサ 9 2 から内燃機関 1 の出力軸の回転角に応じた信号を受け取り、内燃機関 1 の機関回転速度を算出する。

【0045】

一方、ECU 9 0 には、スロットル 1 6、吸気制御弁 1 7、吸気側動弁機構 2 3、排気側動弁機構 2 6、EGR 弁 3 2、噴射弁 8 2 が電気配線を介して接続されており、該 ECU 9 0 によりこれらの開閉時期が制御される。

【0046】

そして、本実施例では、EGR 弁 3 2 が故障したり、PM が付着したりする等により作動しなくなった場合や、目標開度に合わせることができなくなった場合であって、実際の開度が目標開度よりも大きい場合に、EGR 通路 3 1 が接続されている箇所における吸気通路 4 の圧力（以下、吸気圧ともいう。）を上昇させる。なお、目標開度は、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定される開度である。

【0047】

つまり、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも大きな場合には、気筒2内へ導入されるEGRガス量が過多となる。これに対し吸気通路4の圧力を上昇させると、EGR通路31の排気管8側の圧力と吸気通路4側の圧力との差が小さくなるため、該EGR通路31を流通するEGRガス量を減少させることができる。

【0048】

ここで、吸気制御弁17を全閉とすることにより、該吸気制御弁17よりも上流側の吸気の圧力を上昇させることができる。つまり、サージタンク42内の圧力を上昇させることができるため、EGRガス量を減少させることができる。これにより、EGRガスが過剰に供給されることを抑制できる。

【0049】

なお、EGR弁32の実際の開度が目標開度と一致しているときには、吸気制御弁17の開度は、内燃機関1の運転状態に応じて決定される。

【0050】

ところで、吸気制御弁17を全閉とすると、吸気の抵抗が大きくなるため、気筒2内に導入されるガス量が減少する。これに対し、このとき同時にスロットル16を開き側へ作動させてもよい。なお、気筒2内に導入されるガス量が減少すると発生トルクが減少するため、運転者がアクセルペダルを踏み込んでスロットル16を開き側へ動かし、発生トルクの増加が図られることもある。

【0051】

また、吸気制御弁17の全閉に代えて、各気筒2に備わる一方の吸気弁5を全閉のまま維持しても良い。つまり、各気筒2に2本ずつ備わる吸気弁5の一方を全閉のまま維持し、他方の吸気弁5を開閉することにより吸気の導入を図っても良い。他方の吸気弁5のみを開閉することにより気筒2内へ吸気を導入すると、吸気が流通する通路の断面積が小さくなるため、吸気の抵抗が大きくなる。これにより、吸気弁5よりも上流側の吸気の圧力を上昇させることができる。つまり、サージタンク42内の圧力を上昇させることができるため、EGRガス量を減少させることができる。これにより、EGRガスが過剰に供給されることを抑制できる。

【0052】

図3は、本実施例における吸気圧（サージタンク内の圧力）と、吸気量と、の関係を示した図である。一点鎖線は本実施例に係る制御を行う前、実線は本実施例に係る制御を行った後を示している。

【0053】

本実施例に係る制御を行うと、図3の矢印で示したように、気筒2内へ導入される吸気量を変化させずに、サージタンク42内の圧力を増加させることができる。

【0054】

なお、吸気制御弁17を全閉にすること、または一方の吸気弁5を全閉のまま維持することは、一部の気筒2のみで行っても良い。また、吸気制御弁17が全開及び全閉以外の開度で維持できる場合には、通常よりも閉じ側とすればよい。さらに、一方の吸気弁5の作用角又はリフト量を通常よりも小さくしても良い。これらによってもサージタンク42内の圧力を高めることができる。

【0055】

なお、吸気が流通する通路の断面積が小さくなることにより、吸気の乱れが大きくなる。これにより、EGRガス量が増加している場合であっても、良好な燃焼状態を得ることができる。

【0056】

図4は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはECU90により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0057】

ステップS101では、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも大きいかな否かを判定される。つまり、EGRガス量が過多となる状態であるかな否かを判定される。なお、EGR

10

20

30

40

50

弁 3 2 が全開のまま作動しないか否か判定しても良い。判定は、E C U 9 0 により設定される目標開度と、開度センサ 3 3 により測定される実際の開度とを比較することにより行う。ステップ S 1 0 1 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 2 へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、吸気制御弁 1 7 の開度または吸気弁 5 の開閉時期を、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定する。

【0058】

ステップ S 1 0 2 では、吸気制御弁 1 7 が全閉とされる。本ステップでは、各気筒 2 の一方の吸気弁 5 を全閉のまま維持しても良い。つまり、サージタンク 4 2 よりも下流の吸気の抵抗を大きくすれば良い。なお、本実施例においてはステップ S 1 0 2 を処理する E C U 9 0 が、本発明における制御装置に相当する。また、本実施例においては吸気制御弁 1 7 または吸気弁 5 が、本発明における調節装置に相当する。

10

【0059】

このようにして、吸気通路 4 の断面積を減少させることで気筒 2 内へ導入される E G R ガス量を減少させることができるため、気筒 2 内へ導入される E G R ガス量を適正化することができる。これにより、失火の発生を抑制したり、燃焼状態が悪化することを抑制したりできる。

【実施例 2】

【0060】

本実施例では、吸気弁 5 が閉じる時期を負荷に応じて制御することにより、サージタンク 4 2 内の圧力を調節することで、E G R ガス量が過多となることを抑制する。その他の装置は実施例 1 と同じため説明を省略する。

20

【0061】

図 5 は、吸気弁 5 が閉じる時期と、吸気圧（サージタンク内の圧力）と、の関係を示した図である。「通常」とは、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定される吸気弁 5 が閉じる時期である。つまり、本実施例に係る制御を行っていない場合を示している。実線は、等吸気量線である。等吸気量線は、吸入空気量が等しくなる吸気弁の閉じ時期と吸気圧との関係を表している。つまり、同じ等吸気量線上ではどの位置であっても吸気量が等しい。また、吸気圧が高い側の等吸気量線ほど、吸気量が多い。

【0062】

等吸気量線上で吸気弁 5 が閉じる時期を遅くしていくと、図 5 の矢印で示したように吸気圧が上昇する。ここで、吸気弁 5 を閉じる時期を遅くすると、気筒 2 内へ導入されたガスが、ピストン 1 5 の上昇と共に吸気ポート 3 内へ排出される。つまり、気筒 2 内に残留するガス量が減少する。これにより、吸気圧が高くなる。すなわち、サージタンク 4 2 内の圧力が上昇するため、気筒 2 内へ導入される E G R ガス量が減少する。

30

【0063】

このとき同時にスロットル 1 6 を開き側へ作動させてもよい。なお、気筒 2 内に導入されるガス量が減少すると発生トルクが減少するため、運転者がアクセルペダルを踏み込んでスロットル 1 6 を開き側へ動かし、発生トルクの増加が図られることもある。スロットル 1 6 が開かれると、吸気圧が上昇すると共に、気筒 2 内に残留するガス量の減少を抑制したり、気筒 2 内のガス量を一定としたりすることができる。

40

【0064】

図 6 は、本実施例に係る制御を行ったときの要求吸気量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）及び吸気弁が閉じる時期との関係を示した図である。要求空気量は、内燃機関 1 の負荷としても良い。ここで、吸気圧が高くなりすぎると、負圧を必要とする機器の機能低下を招く。例えばブレーキの倍力装置の負圧が不足したり、アクチュエータを作動させるための負圧が不足したりする虞がある。一方、吸気圧が低くなりすぎると、気筒 2 内へ導入される E G R ガス量が多くなりすぎて、燃焼状態の悪化を招く。つまり吸気圧には、適正範囲があり、図 6 ではその上限値及び下限値を破線で示している。すなわち、吸気圧がこの上限値以下で且つ下限値以上となるように、吸気弁 5 が閉じる時期を制御する。これ

50

は、吸気圧をセンサで測定し、吸気弁 5 が閉じる時期をフィードバック制御することもできる。また、実験等により最適値を求めておくこともできる。

【0065】

ここで、要求空気量が多いほど、吸気弁 5 が閉じる時期を早くすることにより、吸気圧を適正範囲内とすることができる。なお、吸気弁 5 が閉じる時期を早くするといっても、通常よりは遅くなっている。つまり、吸気弁 5 が閉じる時期を早くする度合いを変化させる。

【0066】

ここで、実施例 1 のように、吸気制御弁 17 により吸気圧の上昇を図る場合には、吸気制御弁 17 を全開とするか全閉とするかの 2 通りしかできない。このような場合には、吸気圧を上限値と下限値との間に維持することが困難な場合もある。一方、本実施例によれば、吸気弁 5 の閉じる時期を連続的に変更することができるため、吸気圧を連続的に変更することができるので、吸気圧を適正範囲に維持することがより容易となる。

【0067】

図 7 は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンは ECU 90 により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0068】

ステップ S201 では、EGR 弁 32 の実際の開度が目標開度よりも大きいかな否かを判定される。本ステップは、前記ステップ S101 と同じ処理がなされる。ステップ S201 で肯定判定がなされた場合にはステップ S202 へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、吸気弁 5 の閉じ時期を、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定する。

【0069】

ステップ S202 では、吸気弁 5 の閉じ時期を機関負荷に応じて遅くする。つまり、図 6 の関係に従って、吸気弁 5 の閉じる時期が決定される。これにより、サージタンク 42 内の圧力が上昇される。なお、本実施例においてはステップ S202 を処理する ECU 90 が、本発明における制御装置に相当する。また、本実施例においては吸気弁 5 が、本発明における調節装置に相当する。

【0070】

このようにして、気筒 2 内へ導入される EGR ガス量を連続的に減少させることができるため、気筒 2 内へ導入される EGR ガス量を適正化することができる。また、機関負荷に応じて吸気圧を制御するため、吸気量を制御し易くなる。これらにより、失火の発生を抑制したり、燃焼状態が悪化することを抑制したりできる。

【実施例 3】

【0071】

本実施例では、変速機 50 における減速比を変更することにより、EGR ガス量が過多となることを抑制する。その他の装置は実施例 1 と同じため説明を省略する。

【0072】

例えば内燃機関 1 の低負荷運転時には、スロットル 16 が閉じられるため、該スロットル 16 よりも下流の吸気圧が低い。そのため、EGR 通路 31 の排気管 8 側の圧力と吸気通路 4 側の圧力との差が大きくなるので、気筒 2 内に導入される EGR ガス量が多くなる。

【0073】

このような場合に本実施例では、変速機 50 の入力と出力との比（減速比）を変更することで、内燃機関 1 の負荷を調節する。

【0074】

ここで、車速を一定に保ちつつ減速比を低くすると、機関回転数が減少し、スロットル 16 の開度が大きくされるので、吸気通路 4 内の圧力が上昇して気筒 2 内に導入される EGR ガス量が減少する。つまり、低回転で且つ高負荷側の領域で内燃機関 1 を運転することにより吸気圧を高めて、EGR ガス量を減少させることができる。

【0075】

図8は、本実施例における機関回転数と機関負荷と減速比との関係を示した図である。実線は減速比を示し、破線は等速度線を示している。等速度線は、車速または出力軸51の回転数が同じとなる機関回転数と機関負荷との関係を表している。つまり、同じ等速度線上であれば機関回転数及び機関負荷が異なっても、車速は同じであり、出力軸51の回転数も同じとなる。同一機関回転数では、機関負荷が大きくなるほど減速比は低くなる。

【0076】

そして、本実施例では、EGRガスの導入量が過多となる場合に、等速度線上で機関回転数を下降させ且つ機関負荷を上昇させる。つまり、図8の矢印の方向に運転状態を変化させる。ここで、実施例2で説明した制御を行うと、低負荷時に吸気圧が前記下限値を下回り、気筒2内へ導入されるEGRガス量が多くなりすぎて、燃焼状態の悪化を招くこともある。このような場合でも、減速比を低くすることで、EGRガス量の増加を抑制できる。

10

【0077】

図9は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはECU90により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0078】

ステップS301では、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも大きいかな否か判定される。本ステップは、前記ステップS101と同じ処理がなされる。ステップS301で肯定判定がなされた場合にはステップS302へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、機関回転数及び機関負荷が予め設定された最適値となるように調節される。

20

【0079】

ステップS302では、吸気弁5の閉じ時期を機関負荷に応じて決定する制御が行われているかな否か判定される。つまり、実施例2で説明した制御が行われているかな否か判定する。これは、他の制御を行ってもなお、EGRガス量が過多となるときに減速比を変更することによる。つまり、他の制御を優先して行っている。そのため、実施例1で説明した制御が行っていることも併せて判定してもよい。ステップS302で肯定判定がなされた場合にはステップS303へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。つまり、否定判定がなされた場合には、EGRガス量を低減させる他の制御が行われる。

30

【0080】

ステップS303では、EGRガス量が閾値以下となるように、減速比が決定される。なお、吸気圧（サージタンク42内の圧力）が下限値以上となるように減速比を決定しても良い。また、等速度線上で、機関負荷を規定値だけ上昇させても良い。また、機関負荷が既に高い場合には、減速比を低くすることができないため、本ステップは、機関負荷が所定値よりも低いときに限り行っても良い。

【0081】

このようにして、気筒2内へ導入されるEGRガス量を減少させることができるため、特に低負荷時において気筒2内へ導入されるEGRガス量を適正化することができる。これにより、失火の発生を抑制したり、燃焼状態が悪化することを抑制したりできる。

40

【実施例4】

【0082】

本実施例では、吸気弁5の作用角またはリフト量を小さくすることにより、吸気圧を高める。これにより、EGRガス量が過多となることを抑制する。その他の装置は実施例1と同じため説明を省略する。

【0083】

例えば実施例3で説明した制御のように、減速比を低くして機関回転数を下降させると、機関回転数が低くなりすぎて燃焼状態が悪化する虞がある。これに対し、吸気弁5の作

50

用角またはリフト量を小さくすると、吸気の抵抗が大きくなるため、該吸気弁 5 よりも上流側の圧力が高くなる。つまり、吸気圧が高くなるため、EGR ガス量を減少させることができる。

【0084】

また、このとき同時にスロットル 16 を開き側へ作動させても良い。なお、気筒 2 内に導入されるガス量が減少すると発生トルクが減少するため、運転者がアクセルペダルを踏み込んでスロットル 16 を開き側へ動かし、発生トルクの増加が図られることもある。スロットル 16 を開き側へ作動させることにより、吸気圧を高めると共に、気筒 2 内へ導入される新気の量を増加させることができる。

【0085】

また、吸気弁 5 の作用角またはリフト量を小さくすることで、気筒 2 内へ導入されるガスの乱れが大きくなるため、特に低回転領域で燃焼状態を良好に保つことができる。

【0086】

図 10 は、吸気弁 5 の作用角またはリフト量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）との関係を示した図である。「通常」とは、内燃機関 1 の運転状態に応じて決定される吸気弁 5 の作用角またはリフト量である。つまり、本実施例に係る制御を行っていない場合を示している。実線は、等吸気量線である。等吸気量線は、吸気量が同じとなる吸気弁 5 の作用角またはリフト量と、吸気圧との関係を示している。つまり、同じ等吸気量線上ではどの位置であっても吸入空気量が等しい。また、吸気圧が高い側の等吸気量線ほど、吸気量は多い。

【0087】

等吸気量線上で吸気弁 5 の作用角またはリフト量を小さくしていくと、図 10 の矢印で示したように吸気圧が上昇する。ここで、吸気弁 5 の作用角またはリフト量を小さくすると、気筒 2 内へガスが導入され難くなる。つまり、吸気通路 4 の断面積が小さくなることにより吸気の抵抗が大きくなり、気筒 2 内に導入されるガス量が減少する。これにより、吸気の圧力が高くなる。すなわち、サージタンク 42 内の圧力が上昇するため、気筒 2 内へ導入される EGR ガス量が減少する。このとき同時にスロットル 16 を開いても良い。

【0088】

図 11 は、本実施例に係る制御を行ったときの要求吸気量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）及び吸気弁が閉じる時期との関係を示した図である。要求空気量は、内燃機関 1 の負荷としても良い。

【0089】

ここで、要求空気量が少ないほど、吸気弁 5 の作用角またはリフト量を小さくすることにより、吸気圧を適正範囲内とすることができる。つまり、要求空気量が少ない低負荷領域で吸気弁 5 の作用角またはリフト量をより小さくすれば、連続的に吸気圧を適正範囲に保つことができる。特に低負荷領域では、実施例 2 で説明した制御等と比較して、吸気圧を高くし易い。

【0090】

図 12 は、吸気弁の開閉時期を示した図である。斜線部において吸気弁 5 が開いている。ここで、作用角が小さくなることにより吸気行程の中間よりも少し前に吸気弁 5 が開く。つまり、ピストン 15 がある程度下がったときに吸気弁 5 が開かれるため、吸気弁 5 よりも上流の圧力と、気筒 2 内の圧力差が大きい。これにより、気筒 2 内に導入される吸気の流速が速くなり、気筒 2 内の温度が上昇する。また、乱れも大きくなる。これらにより、燃焼が促進される。

【0091】

一方、吸気下死点よりを少し過ぎたあたりで吸気弁 5 が閉じられる。これにより、実圧縮比が高くなり、気筒 2 内に導入されるガス量を増加させることができるので、圧縮端温度が高くなる。つまり、燃焼が促進される。

【0092】

このように、吸気弁 5 の作用角またはリフト量を小さくすることで、燃焼を促進させる

10

20

30

40

50

ことができるので、EGR量が増加したとしても良好な燃焼状態を保つことができる。

【0093】

また、吸気弁5の作用角またはリフト量が通常よりも小さい範囲内で該作用角またはリフト量を大きくすると吸気圧は低くなる。つまり、EGRガス量が増加して燃焼状態が悪化する虞がある。一方、吸気圧が高くなると、EGRガス量が減少するため、燃焼状態がより良くなる。

【0094】

ここで、図13は、EGRガス量と、EGR限界値との関係を示した図である。EGR限界値とは、燃焼状態が良好となるEGRガス量の上限值とすることができる。つまり、実際のEGR量が、EGR限界値よりも多いと、燃焼状態が悪化する虞がある。

10

【0095】

吸気弁5の作用角またはリフト量が小さくなるほど、乱れが大きくなったり、気筒2内の温度が上昇したりするため、燃焼状態がより良好となる。つまり、EGRガス量が多くなっても、燃焼状態の悪化を抑制し得る。これは、吸気弁5の作用角またはリフト量が小さくなるほど、EGR限界値が高くなることを示している。

【0096】

そして本実施例では、EGRガス量がEGR限界値以下となるように、吸気弁5の作用角またはリフト量を調節する。これにより、EGRガス量が過多となることを抑制しつつ、吸気弁5の作用角またはリフト量が過度に小さくなることを抑制して、適正な量のEGRガスを導入する。

20

【0097】

図14は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはECU90により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0098】

ステップS401では、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも大きいかな否か判定される。本ステップは、前記ステップS101と同じ処理がなされる。ステップS401で肯定判定がなされた場合にはステップS402へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。なお、否定判定がなされた場合には、吸気弁5の作用角またはリフト量を、内燃機関1の運転状態に応じて決定する。

【0099】

30

ステップS402では、EGRガス量がEGR限界値以下となるように、吸気弁5の作用角またはリフト量を決定する。なお、本実施例においてはステップS402を処理するECU90が、本発明における制御装置に相当する。また、本実施例においては吸気弁5が、本発明における調節装置に相当する。

【0100】

このようにして、気筒2内へ導入されるEGRガス量を減少させることができるため、特に低負荷時において気筒2内へ導入されるEGRガス量を適正化することができる。これにより、失火の発生を抑制したり、燃焼状態が悪化することを抑制したりできる。

【0101】

40

また、吸気弁5の作用角またはリフト量を調節することにより、EGRガス量を調節しつつ内燃機関1の出力を調節することができる。さらに、乱れを大きくしたり、気筒2内の温度を上昇させたりすることで、燃焼状態をより良くすることができるため、EGRガス量が多くなったとしても、燃焼状態の悪化を抑制することができる。

【実施例5】

【0102】

本実施例では、前記実施例で説明した制御を内燃機関1の運転状態に応じて使い分ける。その他の装置は実施例1と同じため説明を省略する。

【0103】

例えば、吸気弁5の作用角またはリフト量を小さくすることによりEGRガス量を減少させると、中負荷以上の運転領域では圧縮端温度が高くなりすぎてノッキングの発生等が

50

起こり得る。

【0104】

一方、吸気弁5の閉じ時期を遅くしてEGRガス量を減少させても、低負荷領域においては、EGRガス量が過度に多くなったり、圧縮端温度が低くなってEGR限界値が小さくなったりする虞がある。

【0105】

そこで本実施例では、低回転低負荷領域では、吸気弁5の作用角またはリフト量を小さくすることでEGRガス量を減少させ、中回転中負荷以上の領域では、吸気弁5の閉じ時期を遅くすることでEGRガス量を減少させる。

【0106】

図15は、本実施例における制御フローを示したフローチャートである。本ルーチンはECU90により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0107】

ステップS501では、EGR弁32の実際の開度が目標開度よりも大きいかな否か判定される。本ステップは、前記ステップS101と同じ処理がなされる。ステップS501で肯定判定がなされた場合にはステップS502へ進み、否定判定がなされた場合には本ルーチンを一旦終了させる。

【0108】

ステップS502では、機関回転数及び機関負荷に基づいて、EGRガスを減少させるための制御を決定する。

【0109】

ここで、図16は、機関回転数及び機関負荷と、EGRガス量を減少させるために行う制御と、の関係を示した図である。Aの領域では、吸気弁5の作用角またはリフト量を小さくする制御が選択される。Bの領域では、吸気弁5の閉じ時期を遅くする制御が選択される。

【0110】

このようにして、内燃機関1の運転状態に応じて、より適切な制御を選択しつつ、気筒2内へ導入されるEGRガス量を減少させることができるため、内燃機関1の燃焼状態が悪化することを抑制できる。つまり、失火の発生を抑制したり、ノッキングの発生を抑制したりできる。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】実施例に係る内燃機関の概略構成を表す図（側面図）である。

【図2】実施例に係る内燃機関の概略構成を表す図（上面図）である。

【図3】実施例1における吸気圧（サージタンク内の圧力）と、吸気量と、の関係を示した図である。

【図4】実施例1における制御フローを示したフローチャートである。

【図5】吸気弁が閉じる時期と、吸気圧（サージタンク内の圧力）と、の関係を示した図である。

【図6】実施例2に係る制御を行ったときの要求吸気量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）及び吸気弁が閉じる時期との関係を示した図である。

【図7】実施例2における制御フローを示したフローチャートである。

【図8】実施例3における機関回転数と機関負荷と減速比との関係を示した図である。

【図9】実施例3における制御フローを示したフローチャートである。

【図10】吸気弁の作用角またはリフト量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）と、の関係を示した図である。

【図11】実施例4に係る制御を行ったときの要求吸気量と、吸気圧（サージタンク内の圧力）及び吸気弁が閉じる時期との関係を示した図である。

【図12】吸気弁の開閉時期を示した図である。

【図13】EGRガス量と、EGR限界値との関係を示した図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】実施例 4 における制御フローを示したフローチャートである。

【図 1 5】実施例 5 における制御フローを示したフローチャートである。

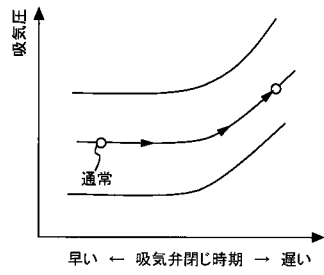
【図 1 6】機関回転数及び機関負荷と、EGR ガス量を減少させるために行う制御と、の関係を示した図である。

【符号の説明】

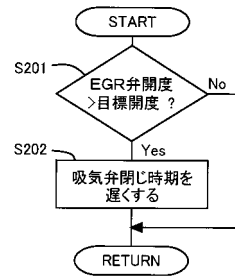
【 0 1 1 2 】

1	内燃機関	
2	気筒	
3	吸気ポート	
4	吸気通路	10
5	吸気弁	
7	排気ポート	
8	排気管	
9	排気弁	
10	シリンダヘッド	
13	クランクシャフト	
14	コンロッド	
15	ピストン	
16	スロットル	
17	吸気制御弁	20
23	吸気側動弁機構	
26	排気側動弁機構	
30	EGR 装置	
31	EGR 通路	
32	EGR 弁	
33	開度センサ	
41	吸気枝管	
42	サージタンク	
43	吸気管	
50	変速機	30
51	出力軸	
82	噴射弁	
90	ECU	
91	アクセル開度センサ	
92	クランクポジションセンサ	
93	排気温度センサ	
95	エアフローメータ	

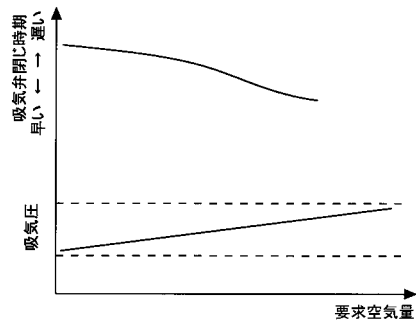
【図 5】



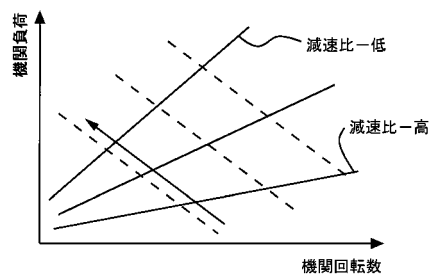
【図 7】



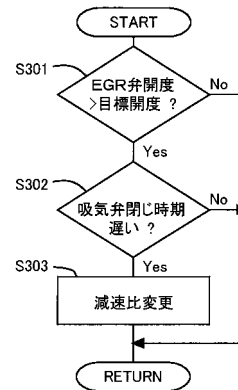
【図 6】



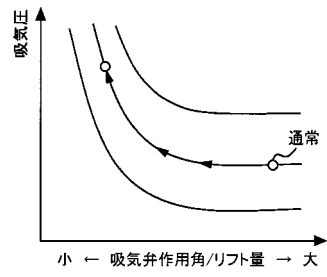
【図 8】



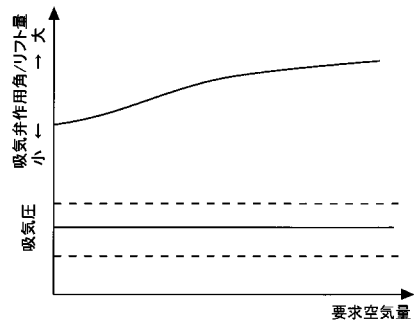
【図 9】



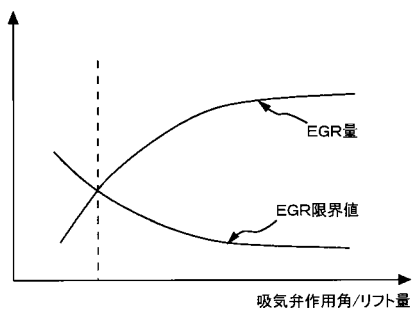
【図 10】



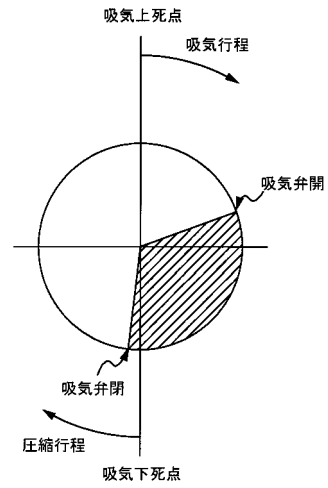
【図 11】



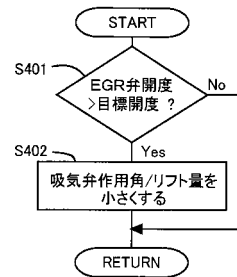
【図 13】



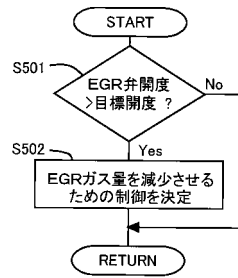
【図 12】



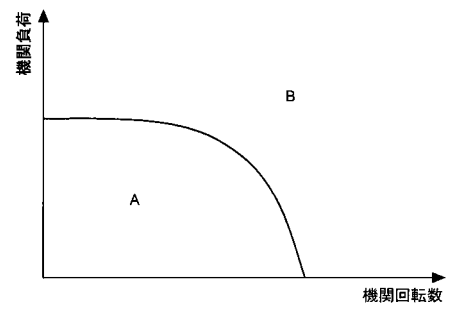
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
B 6 0 W 10/04 (2006.01)		F 0 2 D 29/00		H
B 6 0 W 10/10 (2006.01)		B 6 0 K 41/00	3 0 1 A	
		B 6 0 K 41/00	3 0 1 D	
		B 6 0 K 41/06		
		F 0 2 D 9/02		S

(74)代理人 100143797

弁理士 宮下 文徳

(72)発明者 細川 陽平

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 品川 知広

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 加藤 雄一

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 是永 真吾

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) 3D041 AA19 AA21 AA71 AB01 AC01 AC15 AC18 AC30 AD02 AD05
 AD10 AE03 AE05 AE31 AF01 AF03
 3G065 AA10 CA11 CA12 CA31 CA40 EA10 FA02 FA12 GA05 GA08
 GA10 GA14 GA15 GA31 GA41 HA02
 3G092 AA01 AA06 AA11 AA17 BA04 DA01 DA03 DA08 DA14 DC02
 DC03 DC09 EA02 EA08 EA11 EA13 FA13 FA17 FA21 FB03
 FB05 GA06 GA17 GA18 HA01X HA01Z HA13X HD01Z HD07X HD07Z
 HE03Z HF08Z
 3G093 AA05 BA12 BA14 BA17 CA07 CA10 DA01 DA04 DA06 DA07
 DA09 EA02 EA03 EA06 EA09 EB03 FA11 FA12 FB01 FB02
 3G301 HA01 HA13 HA19 JA15 JA25 JB02 JB07 KA09 KA24 KA25
 LA03 LA07 MA01 NA01 NA06 NA08 NC02 ND12 NE06 NE12
 PA01A PA01Z PD11Z PD15Z PE03Z PE10A PF03Z