

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年11月26日(26.11.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/141917 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 21/08 (2006.01) F02M 25/07 (2006.01)
F02D 23/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/059610
 - (22) 国際出願日: 2008年5月20日(20.05.2008)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中山茂樹 (NAKAYAMA, Shigeki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 大西知美 (ONISHI, Tomomi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 松永彰生 (MAT-SUNAGA, Akio) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
 - (74) 代理人: 川口嘉之, 外(KAWAGUCHI, Yoshiyuki et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号アクロポリス21ビル6階 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: EXHAUST REFLUX DEVICE FOR INTERNAL-COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気還流装置

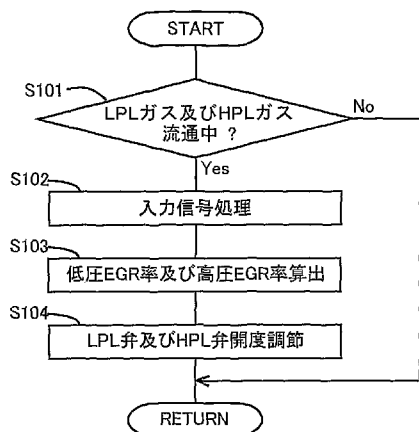


FIG. 2

S101 ARE LPL GAS AND HPL GAS FLOWING?
S102 INPUT SIGNAL PROCESSING
S103 CALCULATION OF LOW-PRESSURE EGR RATIO AND HIGH-PRESSURE EGR RATIO
S104 ADJUSTMENT OF OPENING OF LPL VALVE AND HPL VALVE

(57) Abstract: An exhaust reflux device for an internal-combustion engine provides a technology ensuring accurate calculation of both a low-pressure EGR ratio and a high-pressure EGR ratio, flow rate control for both a low-pressure EGR passage and a high-pressure EGR passage which is configured as a closed-loop control, stabilized intake temperature and charging pressure, and reduced degradation in exhaust emission and motive power performance. The exhaust reflux device calculates a low-pressure EGR ratio representing a ratio of the amount of low-pressure EGR gas to the amount of intake air sucked by the internal-combustion engine and a high-pressure EGR ratio representing a ratio of the amount of high-pressure EGR gas to the amount of intake air using CO₂ concentration at an air-intake passage at the downstream of a connecting location of the low-pressure EGR passage and at the upstream of a connecting location of the high-pressure EGR passage, CO₂ concentration at an air-intake passage at the downstream of the connecting location of the high-pressure EGR passage, and concentration of CO₂ discharged by the internal-combustion engine (S103), and controls calculated values of the low-pressure EGR ratio and high-pressure EGR ratio to be respective target values (S104).

(57) 要約: 内燃機関の排気還流装置において、低圧EGR率及び高圧EGR率の両方を正確に算出し、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とし、吸気温度や過給圧を安定させ、排気エミッションの悪化を抑制し、動力性能の悪化を抑制する技術を提供する。低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路の接続部位よ

りも上流の吸気通路におけるCO₂濃度、高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度、及び内燃機関から排出されるCO₂濃度を用いて、内燃機関が吸入する吸気量に対しての低圧EGRガス量の割合を示す低圧EGR率及び吸気量に対しての高圧EGRガス量の割合を示す高圧EGR率を算出し(S103)、算出する低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御する(S104)。

WO 2009/141917 A1

明 細 書

内燃機関の排気還流装置

5 技術分野

本発明は、内燃機関の排気還流装置に関する。

背景技術

特開 2004-150319 号公報には、ターボチャージャのタービンよりも下流
10 の排気通路から排気の一部を低圧 EGR ガスとして取り込みターボチャージャのコン
プレッサよりも上流の吸気通路へ当該低圧 EGR ガスを還流させる低圧 EGR 通路と、
タービンよりも上流の排気通路から排気の一部を高圧 EGR ガスとして取り込みコン
プレッサよりも下流の吸気通路へ当該高圧 EGR ガスを還流させる高圧 EGR 通路と
を備え、これら低圧 EGR 通路及び高圧 EGR 通路を効果的に併用して、動力性能や
15 EGR 制御の制御性及び応答性を損なうことなく広い運転領域で排気エミッションの
低減を図る技術が開示されている。

発明の開示

上記公報に開示されたような低圧 EGR 通路及び高圧 EGR 通路を併用する装置で
20 は、一方の EGR 通路の流量制御を開ループ制御とする必要があった。このため、内
燃機関の個体差等で一方の EGR 通路の EGR ガス流量がばらつくと、吸気温度や過
給圧が変化し、排気エミッションの悪化や動力性能の悪化を招いてしまう場合がある。

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、内燃機関の
排気還流装置において、低圧 EGR 率及び高圧 EGR 率の両方を正確に算出し、低圧
25 EGR 通路及び高圧 EGR 通路の双方の流量制御を閉ループ制御とし、吸気温度や過

給圧を安定させ、排気エミッションの悪化を抑制し、動力性能の悪化を抑制する技術を提供することにある。

本発明にあっては、以下の構成を採用する。すなわち、本発明は、

内燃機関の排気通路に配置されたタービン及び内燃機関の吸気通路に配置されたコ

5 ンプレッサを有するターボチャージャと、

前記タービンよりも下流の排気通路から排気の一部を低圧EGRガスとして取り込み前記コンプレッサよりも上流の吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記タービンよりも上流の排気通路から排気の一部を高圧EGRガスとして取り込み前記コンプレッサよりも下流の吸気通路へ当該高圧EGRガスを還流させる高圧EGR通路と、

前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度、前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度、及び内燃機関から排出されるCO₂濃度を用いて、内燃機関が吸入する吸気量に対しての低圧EGRガス量の割合を示す低圧EGR率及び前記吸気量に対しての高圧EGRガス量の割合を示す高圧EGR率を算出する算出手段と、

15 前記算出手段が算出する前記低圧EGR率及び前記高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御するEGR率制御手段と、

20 を備えたことを特徴とする内燃機関の排気還流装置である。

本発明では、低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度、高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度、及び内燃機関から排出されるCO₂濃度を用いて、内燃機関が吸入する吸気量に対しての低圧EGRガス量の割合を示す低圧EGR率及び前記吸気量に対しての高圧EGRガス量の割合を示す高圧EGR率を算出する。

25

本発明によると、低圧EGR率及び高圧EGR率の両方が正確に算出できる。このため、低圧EGR率及び高圧EGR率に基づいて、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御することができる。よって、吸気温度や過給圧を安定させることができ、排気エミッションの悪化を抑制でき、動力性能の悪化を抑制できる。

また、低圧EGR率を求める際に低圧EGRガス量を正確に算出できるので、低圧EGR通路及び高圧EGR通路を併用する場合における、排気通路に配置された排気浄化装置を通過する排気流量を正確に算出でき、排気浄化装置の温度制御精度を向上できる。

- 10 前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第1のCO₂濃度検出手段と、
前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第2のCO₂濃度検出手段と、
内燃機関から排出されるCO₂濃度を検出する第3のCO₂濃度検出手段と、
15 を備えるとよい。

本発明によると、各部位のCO₂濃度が正確に検出でき、各部位のCO₂濃度を用いて低圧EGR率及び高圧EGR率の両方が正確に算出できる。

前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第1のCO₂濃度検出手段と、

- 20 前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度を、前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路における吸気圧、行程容積、容積効率及び吸気温度、並びに新気量及び燃料噴射量から算出する第1のCO₂濃度算出手段と、

内燃機関から排出されるCO₂濃度を、新気量及び燃料噴射量から算出する第2の

- 25 CO₂濃度算出手段と、

を備えるとよい。

本発明によると、高価なCO₂濃度検出手段を1つだけ用いるようにしてコストダウンを図りつつ、各部位のCO₂濃度が正確に導出でき、各部位のCO₂濃度を用いて低圧EGR率及び高圧EGR率の両方が正確に算出できる。

- 5 前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路において、前記コンプレッサよりも下流の吸気通路の吸気を前記コンプレッサよりも上流の吸気通路へ戻すバイパス通路と、

前記バイパス通路において下流の圧力を一定に調圧する圧力調整手段と、

- 前記圧力調整手段よりも下流の前記バイパス通路において、前記低圧EGR通路の
10 接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第1のCO₂濃度検出手段と、

を備えるとよい。

- 本発明によると、新気と低圧EGRガスが十分に混ざり合っただ後の混合ガスのCO₂濃度を検出するため、当該混合ガスは混ざり合っただ後
15 一定の圧力となるために検出時の計測誤差が縮小でき、当該混合ガスのCO₂濃度を正確に検出できる。

- 本発明によると、内燃機関の排気還流装置において、低圧EGR率及び高圧EGR率の両方を正確に算出し、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とし、吸気温度や過給圧を安定させ、排気エミッションの悪化を抑制でき、
20 動力性能の悪化を抑制できる。

図面の簡単な説明

図1は、実施例1に係る内燃機関とその吸・排気系を示す図である。

図2は、実施例1に係るEGR率制御のルーチンを示すフローチャートである。

- 25 図3は、実施例2に係る内燃機関とその吸・排気系を示す図である。

図4は、実施例3に係る内燃機関とその吸・排気系を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の具体的な実施例を説明する。

5 <実施例1>

図1は、本実施例に係る内燃機関の排気還流装置を適用する内燃機関とその吸・排気系の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2を有する水冷式の4ストロークサイクル・ディーゼルエンジンである。内燃機関1には、吸気通路3及び排気通路4が接続されている。

10 内燃機関1に接続された吸気通路3の途中には、排気のエネルギを駆動源として作動するターボチャージャ5のコンプレッサハウジング5aが配置されている。また、コンプレッサハウジング5aよりも上流の吸気通路3には、該吸気通路3内を流通する吸気の流量を調節する第1スロットル弁6が配置されている。この第1スロットル弁6は、電動アクチュエータにより開閉される。第1スロットル弁6よりも上流の吸気通路3には、該吸気通路3内を流通する新気吸入空気（以下、新気という）の流量に
15 応じた信号を出力するエアフローメータ7が配置されている。このエアフローメータ7により、内燃機関1の新気量が測定される。

コンプレッサハウジング5aよりも下流の吸気通路3には、吸気と外気とで熱交換を行うインタークーラ8が配置されている。そして、インタークーラ8よりも下流の
20 吸気通路3には、該吸気通路3内を流通する吸気の流量を調整する第2スロットル弁9が設けられている。この第2スロットル弁9は、電動アクチュエータにより開閉される。

一方、内燃機関1に接続された排気通路4の途中には、ターボチャージャ5のタービンハウジング5bが配置されている。また、タービンハウジング5bよりも下流の
25 排気通路4には、排気浄化装置10が配置されている。

排気浄化装置 10 は、酸化触媒と当該酸化触媒の後段に配置されたパティキュレートフィルタ（以下単にフィルタという）とを有して構成されている。フィルタには吸蔵還元型NO_x触媒（以下単にNO_x触媒という）が担持されている。

また、排気浄化装置 10 よりも下流の排気通路 4 には、該排気通路 4 内を流通する排気の流量を調節する排気絞り弁 11 が設けられている。この排気絞り弁 11 は、電動アクチュエータにより開閉される。

そして、内燃機関 1 には、排気通路 4 内を流通する排気の一部を低圧で吸気通路 3 へ還流（再循環）させる低圧EGR装置 30 が備えられている。この低圧EGR装置 30 は、低圧EGR通路 31、低圧EGR弁（LPL弁）32、及び低圧EGRクーラ 33 を備えて構成されている。

低圧EGR通路 31 は、排気浄化装置 10 よりも下流且つ排気絞り弁 11 よりも上流側の排気通路 4 と、コンプレッサハウジング 5 a よりも上流且つ第 1 スロットル弁 6 よりも下流側の吸気通路 3 と、を接続している。この低圧EGR通路 31 を通って、排気が低圧で内燃機関 1 へ送り込まれる。そして、本実施例では、低圧EGR通路 31 を流通して還流される排気を低圧EGRガス（LPLガス）と称している。

また、低圧EGR弁 32 は、低圧EGR通路 31 の通路断面積を調整することにより、該低圧EGR通路 31 を流れる低圧EGRガスの量を調節する。なお、低圧EGRガス量の調節は、低圧EGR弁 32 の開度の調整以外の方法によって行うこともできる。例えば、第 1 スロットル弁 6 の開度を調整することにより低圧EGR通路 31 の上流と下流との差圧を変化させ、これにより低圧EGRガスの量を調節することができる。

さらに、低圧EGRクーラ 33 は、該低圧EGRクーラ 33 を通過する低圧EGRガスと、内燃機関 1 の機関冷却水とで熱交換をして、該低圧EGRガスの温度を低下させる。

一方、内燃機関 1 には、排気通路 4 内を流通する排気の一部を高圧で吸気通路 3 へ

関 1 に吸入される吸気に対する高圧 EGR ガスの割合を示す高圧 EGR 率を調節している。

ここで、従来、低圧 EGR 通路及び高圧 EGR 通路を併用する装置では、一方の EGR 通路の流量制御を開ループ制御とする必要があった。このため、内燃機関の個体
5 差等で一方の EGR 通路の EGR ガス流量がばらつくと、吸気温度や過給圧が変化し、排気エミッションの悪化や動力性能の悪化を招いてしまう場合がある。

そこで、本実施例では、低圧 EGR 率及び高圧 EGR 率の両方を正確に算出し、これら低圧 EGR 率及び高圧 EGR 率をそれぞれの目標値に制御することで、低圧 EGR 通路 3 1 及び高圧 EGR 通路 4 1 の双方の流量制御を開ループ制御とするようにし
10 ている。これによって、吸気温度や過給圧を安定させることができ、排気エミッションの悪化を抑制でき、動力性能の悪化を抑制できる。

また、低圧 EGR 率を求める際に低圧 EGR ガス量を正確に算出できるので、低圧 EGR 通路 3 1 及び高圧 EGR 通路 4 1 を併用する場合における、排気通路 4 に配置された排気浄化装置 1 0 を通過する排気流量を正確に算出でき、排気浄化装置 1 0 の
15 温度制御精度を向上できる。

ここで、本実施例における低圧 EGR 率及び高圧 EGR 率は、低圧 EGR 通路 3 1 の接続部位よりも下流且つ高圧 EGR 通路 4 1 の接続部位よりも上流の吸気通路 3 における CO₂ 濃度、高圧 EGR 通路 4 1 の接続部位よりも下流の吸気通路 3 における CO₂ 濃度、及び内燃機関 1 から排出される CO₂ 濃度の 3 箇所の CO₂ 濃度を用いる
20 ことで算出される。

このため、本実施例では、3 箇所の CO₂ 濃度をそれぞれ O₂ 濃度センサ 1 3, 1 4, 1 5 で検出する。すなわち、本実施例では、低圧 EGR 通路 3 1 の接続部位よりも下流且つ高圧 EGR 通路 4 1 の接続部位よりも上流の吸気通路 3 における CO₂ 濃度を検出するための O₂ 濃度センサ 1 3、高圧 EGR 通路 4 1 の接続部位よりも下流
25 の吸気通路 3 における CO₂ 濃度を検出するための O₂ 濃度センサ 1 4、及び内燃機

関1から排出されるCO₂濃度を検出するためのO₂濃度センサ15を備える。これにより、各部位のCO₂濃度が正確に検出でき、各部位のCO₂濃度を用いて低圧EGR率及び高圧EGR率の両方が正確に算出できる。

なお、O₂濃度センサ13、14、15でCO₂濃度を検出するのは、内燃機関1
5においてはO₂濃度とCO₂濃度とは1対1の関係にあるため、O₂濃度がCO₂濃度に置換できるためである。このため、本実施例におけるO₂濃度センサ13、14、15は、本発明の第1～第3のCO₂濃度検出手段に相当する。なお、本実施例では、CO₂濃度を検出するためにO₂濃度を測定するが、これのほかにH₂O濃度やN₂濃度を測定してCO₂濃度を検出してもよい。

10 そして、上記3箇所のCO₂濃度を用い、
エアフローメータ7で測定される新気量をG_nとし、
新気（大気）のCO₂濃度をCO₂Nとし（CO₂Nは大気のCO₂濃度のため既知）、O₂濃度センサ13で検出される、新気と低圧EGRガスとの混合ガスのCO₂濃度をCO₂NLとし、
15 O₂濃度センサ14で検出される、新気と低圧EGRガスと高圧EGRガスとの混合ガスのCO₂濃度をCO₂NLHとし、
O₂濃度センサ15で検出される、排気のCO₂濃度をCO₂EHとする。

すると、内燃機関1に吸入される、新気、低圧EGRガス及び高圧EGRガスを全て含む吸気量G_{cyl}は、

$$20 \quad G_{cyl} = ((CO_{2EH} - CO_{2N}) / (CO_{2EH} - CO_{2NLH})) \cdot G_n \dots (式1)$$

と表すことができる。

低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガス量G_{1p1}は、

$$25 \quad G_{1p1} = ((CO_{2NL} - CO_{2N}) / (CO_{2EH} - CO_{2NL})) \cdot G_n \dots (式2)$$

と表すことができる。

高圧EGR通路41を流通する高圧EGRガス量 G_{hp1} は、

$$G_{hp1} = \left(\left(\frac{CO_{2EH} - CO_{2N}}{CO_{2EH} - CO_{2NLH}} \right) - \left(\frac{CO_{2NL} - CO_{2N}}{CO_{2EH} - CO_{2NL}} \right) - 1 \right) \cdot G_n \dots$$

5 (式3)

と表すことができる。

一方、内燃機関1に吸入される吸気に対する低圧EGRガスの割合を示す低圧EGR率は、

$$\text{低圧EGR率} = G_{lp1} / G_{cy1} \dots \text{(式4)}$$

10 である。

内燃機関1に吸入される吸気に対する高圧EGRガスの割合を示す高圧EGR率は、

$$\text{高圧EGR率} = G_{hp1} / G_{cy1} \dots \text{(式5)}$$

である。

したがって、上記(式1)、(式2)及び(式4)から低圧EGR率を算出することができ、上記(式1)、(式3)及び(式5)から高圧EGR率を算出することができる。そして、低圧EGR弁32及び高圧EGR弁42を制御することにより、算出する低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御する。

なお、低圧EGR率及び高圧EGR率の目標値は、内燃機関1の運転状態や環境状況に応じて適宜設定される値である。

20 次に、本実施例によるEGR率制御のルーチンについて説明する。図2は、本実施例によるEGR率制御のルーチンを示したフローチャートである。本ルーチンは、所定の時間毎に繰り返し実行される。

ステップS101では、ECU12は、低圧EGRガス及び高圧EGRガスを流通させているか否かを判別する。低圧EGRガス及び高圧EGRガスを流通させているか否かは、低圧EGR弁32の開度、及び高圧EGR弁42の開度を不図示の開度セ

ンサで検出し、それらの開閉状態により判断される。

ステップS101において、低圧EGR弁32及び／又は高圧EGR弁42が閉弁状態であり、低圧EGRガス及び高圧EGRガスを流通させていないと判定された場合には、ECU12は、本ルーチンを一旦終了する。また、低圧EGR弁32及び高
5 圧EGR弁42が開弁状態であり、低圧EGRガス及び高圧EGRガスを流通させていると判定された場合には、ステップS102へ進む。

ステップS102では、ECU11は、エアフローメータ7、及びO₂濃度センサ13、14、15等からの入力信号を処理する。

ステップS102に引き続くステップS103では、ECU11は、低圧EGR率
10 及び高圧EGR率を算出する。上記したように、エアフローメータ7が測定する新気量G_nやO₂濃度センサ13、14、15が測定するCO₂濃度を用い、上記(式1)、(式2)及び(式4)から低圧EGR率を算出し、上記(式1)、(式3)及び(式5)から高圧EGR率を算出する。

ここで、本ステップにおいて低圧EGR率及び高圧EGR率を算出するECU12
15 が本発明の算出手段に相当する。

ステップS103に引き続くステップS104では、ECU12は、ステップS103で算出する低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御するべく、低圧EGR弁32の開度及び高圧EGR弁42の開度を調節する。

すなわち、低圧EGR率とその目標値との差に応じて低圧EGR弁32の開度を
20 調節すると共に、高圧EGR率とその目標値との差に応じて高圧EGR弁42の開度を調節する。

ここで、低圧EGR弁32及び高圧EGR弁42の調節開度量は、上記低圧EGR率及び高圧EGR率とそれらの目標値との差をマップに当てはめることで取得することができる。当該開度量と当該差との相関関係を表すマップは、予め実験などにより
25 求められ、ECU12に記憶させておく。

本ステップにおいて低圧EGR弁32の開度及び高圧EGR弁42の開度を調節して低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御するECU12が本発明のEGR率制御手段に相当する。

5 以上説明したEGR率制御によると、低圧EGR率及び高圧EGR率を正確に算出し、これら低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御することで、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とするようにしている。

10 なお、本実施例では、低圧EGR率及び高圧EGR率の制御を低圧EGR弁32の開度及び高圧EGR弁42の開度の調節だけで行っていた。しかしこれに限られず、第1、第2スロットル弁6、9の開度や可変容量型ターボチャージャのノズルベーンの開度などを調節することと共に低圧EGR弁32の開度及び高圧EGR弁42の開度を調節して、低圧EGR率及び高圧EGR率の制御を行うようにしてもよい。

<実施例2>

15 上記実施例では、3つの部位のCO₂濃度をそれぞれO₂濃度センサで測定していた。しかし、O₂濃度センサは高価なため、1つの内燃機関につき3つ配置するのではコストアップを招いてしまう。そこで、本実施例では、低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出するO₂濃度センサ13を1つだけ備え、その他の部位のCO₂濃度は演算により算出するようにした。その他の構成は上記実施例と同様であるので、重複
20 する説明は省略する。

図3は、本実施例に係る内燃機関の排気還流装置を適用する内燃機関とその吸・排気系の概略構成を示す図である。高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3には、高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3の吸気圧を検出する吸気圧センサ16が配置されている。また、同じく、高圧EGR通路41の接続部
25 位よりも下流の吸気通路3には、高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通

路3の吸気温度を検出する吸気温度センサ17が配置されている。

そして、本実施例においても、低圧EGR率及び高圧EGR率の両方を正確に算出し、これら低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御することで、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とするようにしている。これによって、吸気温度や過給圧を安定させることができ、排気エミッションの悪化を抑制でき、動力性能の悪化を抑制できる。

また、低圧EGR率を求める際に低圧EGRガス量を正確に算出できるので、低圧EGR通路31及び高圧EGR通路41を併用する場合における、排気通路4に配置された排気浄化装置10を通過する排気流量を正確に算出でき、排気浄化装置10の温度制御精度を向上できる。

ここで、本実施例における低圧EGR率及び高圧EGR率は、低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路3におけるCO₂濃度、高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3におけるCO₂濃度、及び内燃機関1から排出されるCO₂濃度の3箇所のCO₂濃度を用いることで算出される。

本実施例では、上記3箇所のうち1箇所のCO₂濃度をO₂濃度センサ13で検出すると共に、他の2箇所のCO₂濃度を演算により算出する。すなわち、本実施例では、低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路3におけるCO₂濃度を検出するためのO₂濃度センサ13を備える。なお、このO₂濃度センサ13は、本発明の第1のCO₂濃度検出手段に相当する。また、高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3におけるCO₂濃度と、内燃機関1から排出されるCO₂濃度とを、演算により算出する。

ここで、高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3におけるCO₂濃度としての、新気と低圧EGRガスと高圧EGRガスとの混合ガスのCO₂濃度CO₂NLHは、

$$CO2NLH = ((G_{cyl} - G_n) \cdot CO2EH) / G_{cyl} \dots (式6)$$

と表すことができる。

そして、(式6)で用いられる吸気量 G_{cyl} は、

$$G_{cyl} = (P_{im} \cdot V_{cyl} \cdot \eta_v) / (R \cdot T_{im}) \dots (式7)$$

5 ここで、 P_{im} ：吸気圧（吸気圧センサ16により測定）

V_{cyl} ：行程容積

η_v ：容積効率

R ：気体定数

T_{im} ：吸気温度（吸気温度センサ17により測定）

10 と表すことができる。

一方、内燃機関1から排出される CO_2 濃度としての、排気の CO_2 濃度 $CO2EH$ は、

$$CO2EH = Func(G_n, Q) \dots (式8)$$

ここで、 G_n ：新気量（エアフローメータ7により測定）

15 Q ：燃料噴射量（内燃機関1で噴射される量であり、ECU12が指令する量）というような、 (G_n, Q) の関数として表すことができる。なお、(式8)の関数は、排気の CO_2 濃度 $CO2EH$ を G_n, Q の値から導く所定の関数である。

したがって、(式6)、(式7)、(式8)から高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3における CO_2 濃度を導出でき、(式8)から内燃機関1から
20 排出される CO_2 濃度を導出できる。なお、本実施例における(式6)、(式7)、(式8)から高圧EGR通路41の接続部位よりも下流の吸気通路3における CO_2 濃度を導出するECU12が、本発明の第1の CO_2 濃度算出手段に相当する。また、本実施例における(式8)から内燃機関1から排出される CO_2 濃度を導出するECU12が、本発明の第2の CO_2 濃度算出手段に相当する。

25 本実施例によると、高価な O_2 濃度センサを1つだけ用いるようにしてコストダウ

ンを図りつつ、求める必要のある3箇所の部位のCO₂濃度が正確に導出でき、各部位のCO₂濃度を用いて低圧EGR率及び高圧EGR率の両方が正確に算出できる。

<実施例3>

上記実施例では、低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路3におけるCO₂濃度を検出するO₂濃度センサ13を、コンプレッサハウジング5aよりも上流の吸気通路3に配置していた。しかし、O₂濃度センサ13が配置されたコンプレッサハウジング5aよりも上流の吸気通路3では、新気と低圧EGRガスとが十分に混ざり合っておらず、正確なCO₂濃度が検出できていなかった。そこで、本実施例では、コンプレッサハウジング5aよりも下流の吸気通路3の吸気をコンプレッサハウジング5aよりも上流の吸気通路3へ戻すバイパス通路18を設け、そのバイパス通路18でO₂濃度センサ13によってCO₂濃度を検出するようにした。その際、バイパス通路18内を流れる新気と低圧EGRガスとが十分に混ざり合って一定の圧力となりO₂濃度センサ13の測定誤差を縮小させるために、バイパス通路18において下流の圧力を一定に調圧する圧力調整弁19を配置している。その他の構成は上記実施例と同様であるので、重複する説明は省略する。

図4は、本実施例に係る内燃機関の排気還流装置を適用する内燃機関とその吸・排気系の概略構成を示す図である。低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路3において、コンプレッサハウジング5aよりも下流の吸気通路3の吸気をコンプレッサハウジング5aよりも上流の吸気通路3へ戻すバイパス通路18を設けている。

そして、バイパス通路18において下流の圧力を一定に調圧する圧力調整弁19を備えている。本実施例における圧力調整弁19が、本発明の圧力調整手段に相当する。

また、圧力調整弁19よりも下流のバイパス通路18において、低圧EGR通路31の接続部位よりも下流且つ高圧EGR通路41の接続部位よりも上流の吸気通路3

におけるCO₂濃度を検出するO₂濃度センサ13を備えている。なお、このO₂濃度センサ13は、本発明の第1のCO₂濃度検出手段に相当する。

5 以上の構成を備える本実施例では、新気と低圧EGRガスが十分に混ざり合って一定の圧力となった後の混合ガスのCO₂濃度を検出するため、当該混合ガスが混ざり合
5 合って均一となり一定の圧力となるために検出時の計測誤差が縮小でき、新気と低圧EGRガスとを混ぜた当該混合ガスのCO₂濃度を正確に検出できる。

よって、上記実施例と同様にして低圧EGR率及び高圧EGR率の両方を正確に算出し、これら低圧EGR率及び高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御することで、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とするようにし
10 ている。これによって、吸気温度や過給圧を安定させることができ、排気エミッションの悪化を抑制でき、動力性能の悪化を抑制できる。

また、低圧EGR率を求める際に低圧EGRガスを正確に算出できるので、低圧EGR通路31及び高圧EGR通路41を併用する場合における、排気通路4に配置された排気浄化装置10を通過する排気流量を正確に算出でき、排気浄化装置10の
15 温度制御精度を向上できる。

本発明に係る内燃機関の排気還流装置は、上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更を加えてもよい。

産業上の利用可能性

20 本発明によると、内燃機関の排気還流装置において、低圧EGR率及び高圧EGR率の両方を正確に算出し、低圧EGR通路及び高圧EGR通路の双方の流量制御を閉ループ制御とし、吸気温度や過給圧を安定させ、排気エミッションの悪化を抑制でき、動力性能の悪化を抑制できる。

請求の範囲

1. 内燃機関の排気通路に配置されたタービン及び内燃機関の吸気通路に配置されたコンプレッサを有するターボチャージャと、

5 前記タービンよりも下流の排気通路から排気の一部を低圧EGRガスとして取り込み前記コンプレッサよりも上流の吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記タービンよりも上流の排気通路から排気の一部を高圧EGRガスとして取り込み前記コンプレッサよりも下流の吸気通路へ当該高圧EGRガスを還流させる高圧EGR通路と、

10 前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度、前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度、及び内燃機関から排出されるCO₂濃度を用いて、内燃機関が吸入する吸気量に対しての低圧EGRガス量の割合を示す低圧EGR率及び前記吸気量に対しての高圧EGRガス量の割合を示す高圧EGR率を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出する前記低圧EGR率及び前記高圧EGR率をそれぞれの目標値に制御するEGR率制御手段と、

を備えたことを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

20

2. 前記低圧EGR通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧EGR通路の接続部位よりも上流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第1のCO₂濃度検出手段と、

前記高圧EGR通路の接続部位よりも下流の吸気通路におけるCO₂濃度を検出する第2のCO₂濃度検出手段と、

25 内燃機関から排出されるCO₂濃度を検出する第3のCO₂濃度検出手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気還流装置。

3. 前記低圧 EGR 通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧 EGR 通路の接続部位よりも上流の吸気通路における CO₂ 濃度を検出する第 1 の CO₂ 濃度検出手段と、

5 前記高圧 EGR 通路の接続部位よりも下流の吸気通路における CO₂ 濃度を、前記高圧 EGR 通路の接続部位よりも下流の吸気通路における吸気圧、行程容積、容積効率及び吸気温度、並びに新気量及び燃料噴射量から算出する第 1 の CO₂ 濃度算出手段と、

内燃機関から排出される CO₂ 濃度を、新気量及び燃料噴射量から算出する第 2 の

10 CO₂ 濃度算出手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気還流装置。

4. 前記低圧 EGR 通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧 EGR 通路の接続部位よりも上流の吸気通路において、前記コンプレッサよりも下流の吸気通路の吸気を前

15 記コンプレッサよりも上流の吸気通路へ戻すバイパス通路と、

前記バイパス通路において下流の圧力を一定に調圧する圧力調整手段と、

前記圧力調整手段よりも下流の前記バイパス通路において、前記低圧 EGR 通路の接続部位よりも下流且つ前記高圧 EGR 通路の接続部位よりも上流の吸気通路における CO₂ 濃度を検出する第 1 の CO₂ 濃度検出手段と、

20 を備えることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の排気還流装置。

2/4

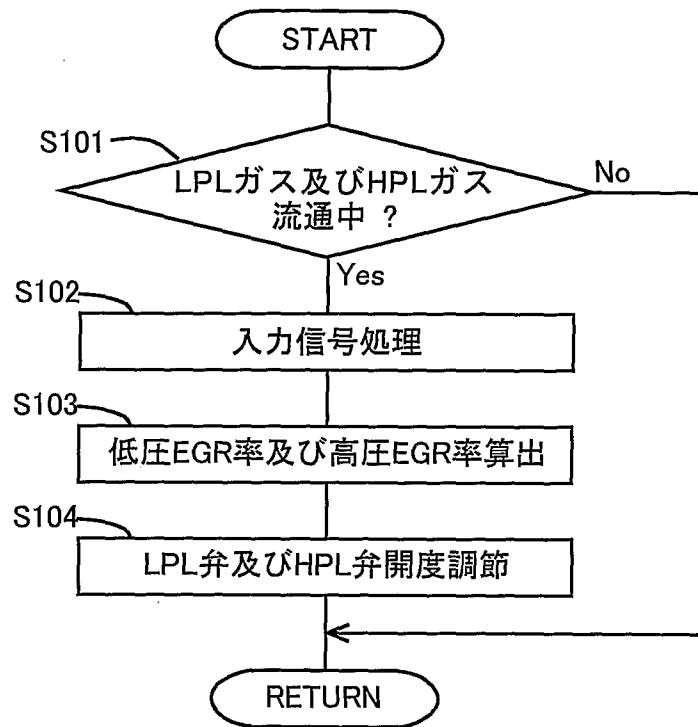


FIG. 2

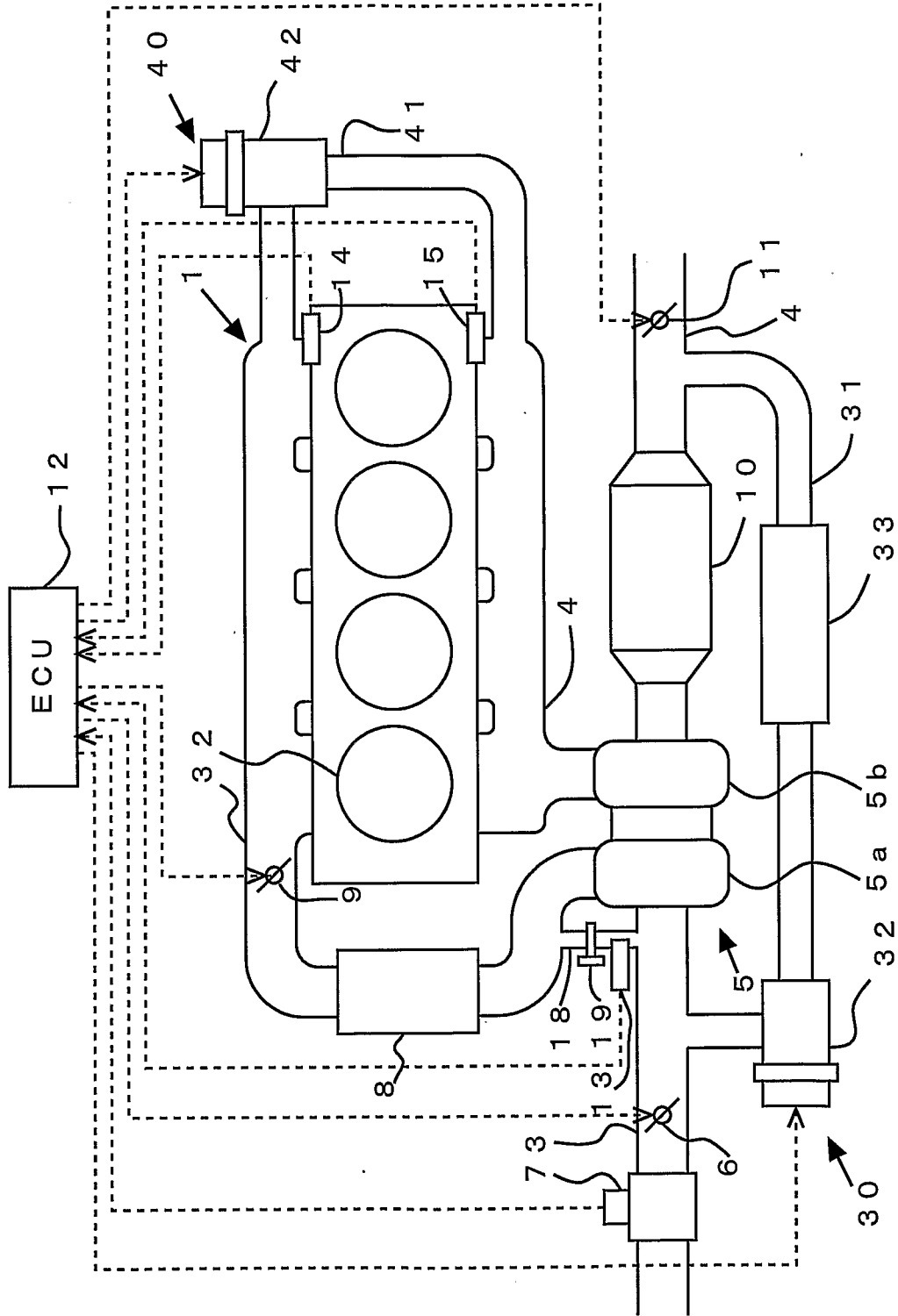


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059610

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F02D21/08 (2006.01) i, F02D23/00 (2006.01) i, F02M25/07 (2006.01) i | | |
|--|--|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02D21/08, F02D23/00, F02M25/07 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | JP 2008-002347 A (Toyota Motor Corp.), 10 January, 2008 (10.01.08), Par. Nos. [0095] to [0109]; Fig. 5 & EP 1870584 A2 | 1-4 |
| A | JP 2007-321658 A (Toyota Motor Corp.), 13 December, 2007 (13.12.07), Par. Nos. [0011] to [0016], [0034] to [0036], [0047]; Fig. 1 (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 2006-322363 A (Mazda Motor Corp.), 30 November, 2006 (30.11.06), Par. Nos. [0009] to [0010], [0033], [0036] to [0043]; Fig. 1 (Family: none) | 1-4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 05 June, 2008 (05.06.08) | | Date of mailing of the international search report 17 June, 2008 (17.06.08) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059610

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 01-155051 A (Mazda Motor Corp.), 16 June, 1989 (16.06.89), Page 5, upper right column, line 7 to lower left column, line 12; Fig. 1 (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 05-018324 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 January, 1993 (26.01.93), Claim 1; Fig. 1 & US 5201303 A & DE 4222414 A1 | 1-4 |
| A | JP 2006-002761 A (C.R.F. Societa Consortile per Azioni), 05 January, 2006 (05.01.06), Claims 6, 7; Figs. 1, 5 & EP 1607606 A1 & US 2005274369 A1 | 1-4 |
| A | JP 10-141147 A (Toyota Motor Corp.), 26 May, 1998 (26.05.98), Full text; Fig. 1 & US 6000385 A & DE 69729161D D1 | 1-4 |

| | | |
|---|---|------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02D21/08(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02M25/07(2006.01)i | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02D21/08, F02D23/00, F02M25/07 | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | JP 2008-002347 A（トヨタ自動車株式会社）2008.01.10, 段落【0095】～【0109】, 図5 & EP 1870584 A2 | 1-4 |
| A | JP 2007-321658 A（トヨタ自動車株式会社）2007.12.13, 段落【0011】～【0016】, 段落【0034】～【0036】, 段落【0047】, 図1（ファミリーなし） | 1-4 |
| A | JP 2006-322363 A（マツダ株式会社）2006.11.30, 段落【0009】～【0010】, 段落【0033】, 段落【0036】～【0043】, 図1（ファミリーなし） | 1-4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 05.06.2008 | 国際調査報告の発送日 17.06.2008 | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官（権限のある職員） 鹿角 剛二 電話番号 03-3581-1101 内線 3355 | 3Z 3724 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| | 図1 (ファミリーなし) | |
| A | JP 01-155051 A (マツダ株式会社) 1989.06.16, 第5ページ右上欄 第7行~同ページ左下欄第12行, 第1図 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | JP 05-018324 A (三菱電機株式会社) 1993.01.26, 請求項1, 図1 & US 5201303 A & DE 4222414 A1 | 1-4 |
| A | JP 2006-002761 A (シー・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティ ーレ・ペル・アツィオニ) 2006.01.05, 請求項6, 請求項7, 図1, 図5 & EP 1607606 A1 & US 2005274369 A1 | 1-4 |
| A | JP 10-141147 A (トヨタ自動車株式会社) 1998.05.26, 全文, 図1 & US 6000385 A & DE 69729161D D1 | 1-4 |