

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年4月23日 (23.04.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/051154 A1

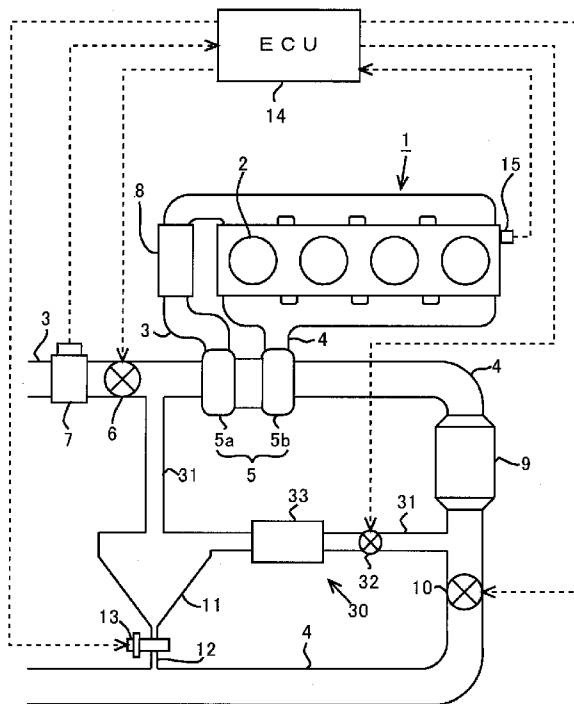
- (51) 国際特許分類:
F02M 25/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/068702
- (22) 国際出願日: 2008年10月16日 (16.10.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2007-270280
2007年10月17日 (17.10.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛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 (米国についてののみ): 山下 晃 (YAMASHITA, Akira) [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, 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,

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS RECIRCULATION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気還流装置

[図1]



(57) Abstract: A technique for an exhaust gas recirculation device for an internal combustion engine reduces pressure loss in a cyclone collector. The exhaust gas recirculation device has a turbocharger (5), a low-pressure EGR path (31), a cyclone collector (11) placed in the low-pressure EGR path (31) and collecting foreign matter in a low-pressure EGR gas, a flow rate regulation path (12) for causing the low-pressure EGR gas to flow from a foreign matter collection section of the cyclone collector (11) to that portion of an exhaust path (4) which is located downstream of that portion of the flow rate regulation path (12) to which the low-pressure EGR path (31) is connected, a flow rate regulation valve (13) placed in the flow rate regulation path (12) and regulating the low-pressure EGR gas flowing in the flow rate regulation path (12), and an ECU (14) for controlling opening and closing of the flow rate regulation valve (13) according to a pressure loss occurring when the low-pressure EGR gas flowing in the low-pressure EGR path (31) passes through the cyclone collector (11).

(57) 要約: 内燃機関の排気還流装置において、サイクロン式捕集装置における圧力損失を低減する技術を提供する。ターボチャージャ5と、低圧EGR通路31と、低圧EGR通路31に配置され低圧EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置11と、サイクロン式捕集装置11の異物

捕集部から低圧EGR通路31との接続部位よりも下流の排気通路4へ低圧EGRガスを流出させる流量調整路12と、流量調整路12に配置され流量調整路12を流通する低圧EGRガス流量を調整す

[続葉有]

WO 2009/051154 A1



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

(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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

内燃機関の排気還流装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の排気還流装置に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の排気通路から排気の一部をEGRガスとして取り込み、内燃機関の吸気通路へ当該EGRガスを還流させるEGR通路内に、当該EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置を設ける技術が開示されている(例えば、特許文献1参照)。

特許文献1:特開2002-130058号公報

特許文献2:特開2000-170608号公報

特許文献3:特開2005-155559号公報

特許文献4:特開平07-158420号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] EGR通路内に設けられたサイクロン式捕集装置は、EGRガス流量が多くなりEGRガス流速が速くなると、粒子径のより小さい異物も捕集することができる。しかし、EGRガス流量が多くなる場合には、EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失が大きくなる。この圧力損失が大きくなると、所望量のEGRガスが内燃機関に供給されなくなり、EGRガスが不足して排気エミッションの悪化を招いてしまう。このように、サイクロン式捕集装置での圧力損失が大きいと、種々の弊害が生じる場合があった。

[0004] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、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、サイクロン式捕集装置における圧力損失を低減する技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明にあつては、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前記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、

前記タービンより下流の前記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上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記低圧EGR通路に配置され、前記低圧EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置と、

前記サイクロン式捕集装置の異物捕集部から前記低圧EGR通路との接続部位よりも下流の前記排気通路へ前記低圧EGRガスを流出させる流量調整路と、

前記流量調整路に配置され、当該流量調整路を流通する低圧EGRガス流量を調整する流量調整弁と、

前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガスが前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、前記流量調整弁を開閉制御する第1制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置である。

[0006] 低圧EGR通路内に設けられたサイクロン式捕集装置は、低圧EGRガス流量が多くなり低圧EGRガス流速が速くなると、粒子径のより小さい異物も捕集することができる。しかし、低圧EGRガス流量が多くなる場合には、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失が大きくなる。この圧力損失が大きくなると、所望量の低圧EGRガスが内燃機関に供給されなくなり、低圧EGRガスが不足して排気エミッションの悪化を招いてしまう。

[0007] 本発明によると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、流量調整弁を開閉制御する。よって、圧力損失が大きくなる場合、すなわち低圧EGRガス流量が多くなる場合には、流量調整弁を開弁することができる。これによって、低圧EGRガスをサイクロン式捕集装置から流量調整路へ流し、サイクロン式捕集装置で滞る低圧EGRガスを減少させる。すると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失が小さくなるので、所望量の低圧EGRガスを内燃機関に供給でき、低圧EGRガスが不足することに起因する排気エミッションの悪化を抑制できる。

- [0008] また、本発明のように低圧EGRガスをサイクロン式捕集装置から流量調整路へ流すと、サイクロン式捕集装置を通過する低圧EGRガス流速が遅くなり、サイクロン式捕集装置は粒子径の小さい異物を捕集することができない。しかし、この場合でも、サイクロン式捕集装置が内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することができればよい。このように、サイクロン式捕集装置で内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集できていれば、異物混入によって内燃機関の吸気系に影響が及ぶことはない。
- [0009] 前記第1制御手段は、前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が前記サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも前記低圧EGRガスが前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第1所定流量より少ない場合には、前記流量調整弁を閉弁し、前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が前記第1所定流量以上となる場合に、前記サイクロン式捕集装置が前記内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲の開度で前記流量調整弁を開弁するとよい。
- [0010] ここで、第1所定流量とは、それ以上の流量であると、サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる低圧EGRガス流量である。
- [0011] 本発明によると、低圧EGRガス流量が第1所定流量よりも多くなる場合には、流量調整弁を開弁し、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失を低減できる。また、流量調整弁を開弁する際、サイクロン式捕集装置は内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することができる。
- [0012] 本発明にあつては、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前記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、
前記タービンより下流の前記排気通路に配置された活性時高温になる触媒と、
前記触媒の直下流の前記排気通路に配置され、排気中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置と、
前記サイクロン式捕集装置より下流の前記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上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記サイクロン式捕集装置の異物捕集部から前記低圧EGR通路との接続部位よりも下流の前記排気通路へ排気を流出させる流量調整路と、

前記流量調整路に配置され、当該流量調整路を流通する排気流量を調整する流量調整弁と、

前記排気通路を流通する排気が前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、前記流量調整弁を開閉制御する第2制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置である。

[0013] 排気通路内に設けられたサイクロン式捕集装置は、排気流量が多くなり排気流速が速くなると、粒子径のより小さい異物も捕集することができる。しかし、排気流量が多くなる場合には、排気がサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失が大きくなる。この圧力損失が大きくなると、内燃機関の出力低下や燃費の悪化を招いてしまう。

[0014] 本発明によると、排気がサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、流量調整弁の開度を制御する。よって、圧力損失が大きくなる場合、すなわち排気流量が多くなる場合には、流量調整弁を開弁することができる。これによって、排気をサイクロン式捕集装置から流量調整路へ流し、サイクロン式捕集装置で滞る排気を減少させる。すると、排気がサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失が小さくなるので、内燃機関の出力低下や燃費の悪化を抑制できる。

[0015] また、本発明のように排気をサイクロン式捕集装置から流量調整路へ流すと、サイクロン式捕集装置を通過する排気流速が遅くなり、サイクロン式捕集装置は粒子径の小さい異物を捕集することができない。しかし、この場合でも、サイクロン式捕集装置が内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することができればよい。このように、サイクロン式捕集装置で内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集できていれば、異物混入によって内燃機関の吸気系に影響が及ぶことはない。

[0016] さらに、本発明のように触媒の直下流にサイクロン式捕集装置が配置されていると、

排気が活性時に高温となっている触媒から熱量を持ち去り、排気は暖められた状態でサイクロン式捕集装置に流入する。このため、サイクロン式捕集装置内では排気が高温であるので、排気の飽和蒸気量が減少せず、サイクロン式捕集装置内で排気から凝縮水を発生することを抑制できる。したがって、凝縮水発生に起因する吸排気配管の腐食信頼性に影響を及ぼすことを抑制できる。

[0017] 前記第2制御手段は、前記排気通路を流通する排気流量が前記サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも排気が前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第2所定流量より少ない場合には、前記流量調整弁を閉弁し、前記排気通路を流通する排気流量が前記第2所定流量以上となる場合に、前記サイクロン式捕集装置が前記内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲の開度で前記流量調整弁を開弁するとよい。

[0018] ここで、第2所定流量とは、それ以上の流量であると、サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも排気がサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる排気流量である。

[0019] 本発明によると、排気流量が第2所定流量よりも多くなる場合に、流量調整弁を開弁し、排気がサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失を低減できる。また、流量調整弁を開弁する際、サイクロン式捕集装置は内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することができる。

[0020] 本発明にあつては、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前記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、
前記タービンより下流の前記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上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、
前記低圧EGR通路に配置され、前記低圧EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置と、
前記低圧EGR通路内において前記低圧EGRガスに前記サイクロン式捕集装置を

バイパスさせるバイパス通路と、

前記バイパス通路を開閉するバイパス弁と、

前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が異物を前記コンプレッサに到達させない閾値である第3所定流量より少なく、かつ、前記ターボチャージャの回転数が前記サイクロン式捕集装置で捕集しきれない小粒径の異物が前記コンプレッサに到達しても前記コンプレッサを損傷させない閾値である所定回転数より低い場合に、前記バイパス弁を開弁する第3制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置である。

[0021] ここで、第3所定流量とは、それよりも少ない流量であると、異物をコンプレッサに到達させない閾値である低圧EGRガス流量をいう。また、所定回転数とは、それよりも低い回転数であると、サイクロン式捕集装置で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサに到達してもコンプレッサを損傷させない閾値であるターボチャージャの回転数をいう。

[0022] 本発明によると、低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が異物をコンプレッサに到達させない第3所定流量より少なく、かつ、ターボチャージャの回転数がサイクロン式捕集装置で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサに到達してもコンプレッサを損傷させない所定回転数より低い場合に、バイパス弁を開弁する。これによって、低圧EGR通路を流通する低圧EGRガスにサイクロン式捕集装置をバイパスさせて、当該低圧EGRガスはバイパス通路を流通する。このため、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失がなくなる。よって、低圧EGR通路の経路上での圧力損失が小さくなるため、所望量の低圧EGRガスを内燃機関に供給でき、低圧EGRガスが不足することに起因する排気エミッションの悪化を抑制できる。

発明の効果

[0023] 本発明によると、内燃機関の排気還流装置において、サイクロン式捕集装置における圧力損失を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施例1に係る内燃機関、及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

[図2]実施例1に係る内燃機関の運転状態に応じて要求される低圧EGRガス流量を

示す図である。

[図3]実施例1に係るサイクロン式捕集装置に流入する低圧EGRガス流量と低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失との関係を示す図である。

[図4]実施例1に係る異物の粒子径とサイクロン式捕集装置での異物捕集効率との関係を示す図である。

[図5]実施例1に係る低圧EGRガス流量の制御ルーチンを示したフローチャートである。

[図6]実施例2に係る内燃機関、及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

[図7]実施例2に係る三方弁の取り得る状態を示す図である。

[図8]実施例2に係る排気温度と水蒸気量との特性を示す図である。

[図9]実施例2に係る排気流量の制御ルーチンを示したフローチャートである。

[図10]実施例3に係る内燃機関、及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

[図11]実施例3に係る内燃機関の運転状態に応じたバイパス弁を開弁する領域を示す図である。

[図12]実施例3に係る低圧EGRガス流量と低圧EGR通路の経路上での圧力損失との関係を示す図である。

[図13]実施例3に係るバイパス弁の制御ルーチンを示したフローチャートである。

符号の説明

- [0025]
- 1 内燃機関
 - 2 気筒
 - 3 吸気通路
 - 4 排気通路
 - 5 ターボチャージャ
 - 5a コンプレッサ
 - 5b タービン
 - 6 スロットル弁
 - 7 エアフローメータ
 - 8 インタークーラ

- 9 排気浄化装置
- 10 排気絞り弁
- 11 サイクロン式捕集装置
- 12 流量調整路
- 13 流量調整弁
- 14 ECU
- 15 クランクポジションセンサ
- 16 三方弁
- 17 バイパス通路
- 18 バイパス弁
- 30 低圧EGR装置
- 31 低圧EGR通路
- 32 低圧EGR弁
- 33 低圧EGRクーラ

発明を実施するための最良の形態

[0026] 以下に本発明の具体的な実施例を説明する。

[0027] <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、及び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、ピストンと共に燃焼室を形成する気筒2を4つ有する水冷式の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は、車両に搭載されている。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。

[0028] 内燃機関1に接続された吸気通路3の途中には、排気のエネルギー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5aが配置されている。

[0029] コンプレッサ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スロットル弁6が配置されている。このスロットル弁6は、電動アクチュエータにより開閉される。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内を流通する新気の流量に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の吸入空気量(新気量)が測定される。

[0030] コンプレッサ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。

[0031] 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5bが配置されている。タービン5bよりも下流の排気通路4には、排気浄化装置9が配置されている。

[0032] 排気浄化装置9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る。なお、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)が担持されていてもよい。排気浄化装置9は、酸化触媒やNO_x触媒が活性時に高温となり各触媒が機能を発揮する。排気浄化装置9に用いられる酸化触媒やNO_x触媒が本発明の触媒に相当する。

[0033] また、排気浄化装置9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10が設けられている。この排気絞り弁10は、電動アクチュエータにより開閉される。

[0034] 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32、及び低圧EGRクーラ33を備えて構成されている。

[0035] 低圧EGR通路31は、排気浄化装置9よりも下流且つ排気絞り弁10よりも上流側の排気通路4と、コンプレッサ5aよりも上流且つスロットル弁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を通過して、排気が低圧で内燃機関1へ送り込まれる。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ガスと称している。

[0036] 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。この低圧EGR弁32は、電動アクチュエータにより開閉される。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、スロットル弁6の開度を調整することにより、或いは排気絞り弁10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。

[0037] 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。

[0038] ここで、本実施例では、低圧EGRクーラ33よりも下流の低圧EGR通路31には、サイクロン式捕集装置11が配置されている。サイクロン式捕集装置11では、異物を含む低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11内に流入すると、低圧EGRガスはサイクロン式捕集装置11の下方がより小径となる円筒内壁に沿って回転運動しながら降下し、この間に異物に遠心力が働いて異物が壁方向に移動して低圧EGRガスから分離する。異物が分離した低圧EGRガスは、サイクロン式捕集装置11の中心部方向に流れサイクロン式捕集装置11上部の排出口から流出する。一方、低圧EGRガスから分離した異物は、低圧EGRガスから分離後も降下してサイクロン式捕集装置11下部の異物捕集部へ捕集される。

[0039] 本実施例では、サイクロン式捕集装置11下部の異物捕集部と、低圧EGR通路31との接続部位よりも下流の排気通路4と、を接続する流量調整路12が設けられている。流量調整路12は、異物と共に低圧EGRガスをサイクロン式捕集装置11の異物捕集部から排気通路4へ流出させる。

[0040] 流量調整路12には、流量調整弁13が配置されている。流量調整弁13は、流量調整路12を流通する低圧EGRガス流量を調整する。この流量調整弁13は、電動アクチュエータにより開閉される。

[0041] 以上述べたように構成された内燃機関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ECU14が併設されている。ECU14は、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の運転状態を制御するユニットである。

[0042] ECU14には、エアフローメータ7、及び機関回転速度を検出するクランクポジションセンサ15が電気配線を介して接続され、これら各種センサの出力信号がECU14に入力されるようになっている。

[0043] 一方、ECU14には、スロットル弁6、排気絞り弁10、低圧EGR弁32、及び流量調整弁13の各アクチュエータが電気配線を介して接続されており、該ECU14によりこ

これらの機器が制御される。

- [0044] そして、本実施例では、内燃機関1の運転状態に応じて低圧EGR弁32を用い低圧EGRガス流量を制御する。これにより、内燃機関1に吸入される吸気に低圧EGRガスが含まれた状態で内燃機関1を運転させる、いわゆるEGR運転を行い、吸気の酸素濃度を低下させて燃焼温度、燃焼速度を低下させて、燃焼時に発生するNO_xを低減させる効果を発揮させている。
- [0045] 図2は、内燃機関1の運転状態に応じて要求される低圧EGRガス流量を示している。図2の横軸は内燃機関1の機関負荷を示し、縦軸が低圧EGRガス流量を示す。図2中の2つの特性曲線において上側の特性曲線が内燃機関1の機関回転数が高回転の場合の特性曲線であり、下側の特性曲線が内燃機関1の機関回転数が低回転の場合の特性曲線である。図2に示すように、内燃機関1の運転状態として、機関負荷が軽・中負荷であり且つ機関回転数が高回転である程、内燃機関1に要求される低圧EGRガス流量は増加傾向にある。図2のようなマップを用い、内燃機関1の運転状態に応じて要求される低圧EGRガス流量を供給するようにしている。
- [0046] ところで、本実施例では、低圧EGR通路31内にサイクロン式捕集装置11が配置されている。低圧EGR通路31内に設けられたサイクロン式捕集装置11は、低圧EGRガス流量が多くなり低圧EGRガス流速が速くなると、粒子径のより小さい異物も捕集することができる。しかし、低圧EGRガス流量が多くなる場合には、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる。この圧力損失が大きくなると、所望量の低圧EGRガスが内燃機関1に供給されなくなり、低圧EGRガスが不足してしまう。このため、低圧EGRガスの不足を要因として、吸気の酸素濃度が低下せず燃焼温度、燃焼速度が低下せず、燃焼時にNO_xが発生してしまい、排気エミッションの悪化を招いてしまう。
- [0047] また、不足した低圧EGRガスを供給するために排気絞り弁10を閉じ側に制御すると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失がさらに大きくなると共に、排気の流れも滞り、ポンピングロスが増加し、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を招いてしまう。
- [0048] そこで、本実施例では、低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガスがサイクロン式

捕集装置11を通過する際の圧力損失に応じて、流量調整弁13を開閉制御するようにした。

- [0049] ここで、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失は、サイクロン式捕集装置11に流入する低圧EGRガス流量に相関関係があり、低圧EGRガス流量が大きくなる程、圧力損失も大きくなる。このため、実際の流量調整弁13の制御としては、予め圧力損失との相関関係が求められた低圧EGRガス流量を算出し、算出した低圧EGRガス流量に応じて、流量調整弁13を開閉制御する。
- [0050] 具体的には、低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガス流量が、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集するよりも低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第1所定流量より少ない場合には、流量調整弁13を閉弁する。
- [0051] 一方、低圧EGRガス流量が第1所定流量以上となる場合には、流量調整弁13を開弁する。そして、流量調整弁13の開弁時の開度は、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲に定める。
- [0052] なお、第1所定流量とは、それ以上の流量であると、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集するよりも低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる低圧EGRガス流量である。
- [0053] 本実施例によると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる場合、すなわちサイクロン式捕集装置11に流入する低圧EGRガス流量が多くなる場合に、流量調整弁13を開弁する。これによって、低圧EGRガス流量が多くなる場合に、低圧EGRガスをサイクロン式捕集装置11から流量調整路12へ流し、サイクロン式捕集装置11で滞る低圧EGRガスを減少させる。すると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が小さくなる。
- [0054] 図3は、サイクロン式捕集装置11に流入する低圧EGRガス流量と低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失との関係を示す図である。図3中、第1特性曲線は流量調整弁13を閉弁している場合の低圧EGRガス流量と圧力損失との関係を示しており、第2特性曲線は流量調整弁13を開弁した場合の低圧EGR

Rガス流量と圧力損失との関係を示している。図3に示すように、流量調整弁13を開弁することによって、第1特性曲線のA位置から第2特性曲線のB位置に移行し、低圧EGRガス流量に対する圧力損失が小さくなる。

[0055] このように圧力損失が低減されるので、所望量の低圧EGRガスを内燃機関1に供給でき、内燃機関1に供給される低圧EGRガスは不足しない。したがって、十分な低圧EGRガスが供給され、吸気の酸素濃度が低下して燃焼温度、燃焼速度が低下して、燃焼時に発生するNO_xを低減でき、排気エミッションの悪化を抑制できる。

[0056] また、不足した低圧EGRガスを供給するために排気絞り弁10を閉じ側に制御する必要がなくなり、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失がさらに大きくなることなく、また、排気の流れが滞ることがなく、ポンピングロスが増加せず、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を抑制できる。

[0057] ここで、低圧EGRガスをサイクロン式捕集装置11から流量調整路12へ流すと、サイクロン式捕集装置11を通過する低圧EGRガス流速が遅くなり、サイクロン式捕集装置11は粒子径の小さい異物を捕集することができず、粒子径の小さい異物の捕集効率が低下する。しかし、本実施例では、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能となる範囲に限って、流量調整弁13の開度を開き側に制御する。このため、サイクロン式捕集装置11で内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物は捕集できている。

[0058] 図4は、異物の粒子径とサイクロン式捕集装置11での異物捕集効率との関係を示す図である。図4中Aは図3で用いた流量調整弁13を閉弁している場合の第1特性曲線のA位置での異物捕集効率を示し、Bは図3で用いた流量調整弁13を開弁した場合の第2特性曲線のB位置での異物捕集効率を示す。なお、Cは図3の流量調整弁13を閉弁した場合の第1特性曲線の低圧EGRガス流量が少ないときのC位置での異物捕集効率を示す。また、斜線部は異物の粒子径が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上の範囲(NG領域)を示している。図4に示すように、流量調整弁13を開弁することによって、Aの異物捕集効率からBの異物捕集効率に移行し、粒子径の小さい異物の異物捕集効率が低下するが、NG領域の内燃機関1の吸気

系に影響を与える粒子径以上に大きい粒子径の異物は捕集できている。

- [0059] よって、本実施例の場合には、サイクロン式捕集装置11で捕集できない異物の混入によって、異物がコンプレッサ5aに到達してコンプレッサ5aを損傷させる等の内燃機関の吸気系に影響が及ぶことはない。
- [0060] 次に、本実施例による低圧EGRガス流量の制御ルーチンについて説明する。図5は、本実施例による低圧EGRガス流量の制御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。なお、本ルーチンを実行するECU14が本発明の第1制御手段に相当する。
- [0061] ステップS101では、ECU14は、各種センサの出力信号を読み取り、内燃機関1の運転状態を検出する。
- [0062] ステップS102では、ECU14は、ステップS101で検出した内燃機関1の運転状態から、低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があるか否か判別する。
- [0063] 吸気の酸素濃度を低下させて燃焼温度、燃焼速度を低下させて、燃焼時に発生するNO_xを低減させる必要がある場合などに、低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があると判断する。
- [0064] ステップS102において低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があると肯定判定された場合には、ステップS103へ移行する。ステップS102において低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があるないと否定判定された場合には、ステップS106へ移行する。
- [0065] ステップS103では、ECU14は、ステップS101で検出した内燃機関1の運転状態から、導入すべき低圧EGRガス流量を算出する。
- [0066] 低圧EGRガス流量は、図2に示すようなマップを予め求めておき、内燃機関1の機関負荷及び機関回転数をこのマップに取り込むことで算出できる。
- [0067] ステップS104では、ECU14は、ステップS103で算出した低圧EGRガス流量から、流量調整弁13の開度を算出する。
- [0068] ステップS103で算出した低圧EGRガス流量が第1所定流量より少ない場合には、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集することを優先するので、流量調整弁13の開度は零(閉弁状態)である。算出した低圧EGRガス流量が第1所定流量以上となる場

合には、予め求めておいた図3や図4に示すようなマップに当該低圧EGRガス流量を取り込み、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲で流量調整弁13の開度を算出する。この開度は、零よりも大きい値となる。なお、低圧EGRガス流量が多い程、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる。このことから、低圧EGRガス流量が多い程、圧力損失をより小さくするために、流量調整弁13の開度はより開かれるとよい。

- [0069] ステップS105では、ECU14は、ステップS104で算出した値に流量調整弁13の開度を制御する。
- [0070] 一方、ステップS106では、ECU14は、流量調整弁13を閉弁し、全閉状態とする。
- [0071] ステップS107では、ECU14は、低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する場合には、ステップS103で算出した低圧EGRガス流量の低圧EGRガスを実際に導入してEGR運転を実施する。また、このとき、高圧EGRガスや内部EGRガスを導入してもよい。一方、低圧EGRガスを内燃機関1へ導入しない場合には、高圧EGRガスや内部EGRガスのみを導入してEGR運転を実施する。本ステップの処理の後、本ルーチンを一旦終了する。
- [0072] 以上の制御ルーチンを実行することにより、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が低減できる。
- [0073] <実施例2>
- 次に、実施例2を説明する。ここでは、上述した実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。
- [0074] 図6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、及びその吸排気系の概略構成を示す図である。
- [0075] 本実施例では、排気浄化装置9の直下流に排気浄化装置9と一体化されて、サイクロン式捕集装置11が配置されている。本実施例でも、サイクロン式捕集装置11下部の異物捕集部と、低圧EGR通路31との接続部位よりも下流の排気通路4と、を接続する流量調整路12が設けられている。流量調整路12には、流量調整弁13が配置されている。

- [0076] 低圧EGR通路31は、サイクロン式捕集装置11よりも下流且つ流量調整路12との接続部位よりも上流側の排気通路4と、コンプレッサ5aよりも上流且つスロットル弁6よりも下流側の吸気通路3と、を接続している。
- [0077] 低圧EGR通路31と上流側排気通路4及び下流側の排気通路4とが接続された接続部位に、三方弁16が配置されている。三方弁16は、電動アクチュエータにより作動される。ECU14には、三方弁16のアクチュエータが電気配線を介して接続されており、該ECU14により三方弁16が制御される。
- [0078] 図7は、本実施例に係る三方弁16を示す図である。図7に示す三方弁16は、図7(a)に示す三方弁16よりも上流側の上流側排気通路4と三方弁16よりも下流側の下流側排気通路4とをつなぎ、低圧EGR通路31を遮断する状態(低圧EGRガスOFF状態)と、図7(b)に示す上流側排気通路4と下流側排気通路4と低圧EGR通路31とをつなぐ状態(低圧EGRガスON状態)と、図7(c)に示す全通路を遮断する状態(全通路遮断状態)と、に変更可能である。
- [0079] 図7(a)に示す低圧EGRガスOFF状態や図7(b)に示す低圧EGRガスON状態では、三方弁16は、上流側排気通路4や下流側排気通路4との境界部分の通路断面積を調整することにより、下流側排気通路4へ流れる排気の量を調節することができ、排気絞り弁の役割を果たすことができる。図7(b)に示す低圧EGRガスON状態では、三方弁16は、低圧EGR通路31との境界部分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ことができ、低圧EGR弁の役割を果たすことができる。図7(c)に示す全通路を遮断する状態では、排気を全て流量調整路12へ流通させることになり、サイクロン式捕集装置11下部の異物捕集部に堆積した異物を排気通路4へ排出することができる。
- [0080] ところで、本実施例では、排気通路4内にサイクロン式捕集装置11が配置されている。排気通路4内に設けられたサイクロン式捕集装置11は、排気流量が多くなり排気流速が速くなると、粒子径のより小さい異物も捕集することができる。しかし、排気流量が多くなる場合には、排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる。この圧力損失が大きくなると、ポンピングロスが増加し、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を招いてしまう。

- [0081] そこで、本実施例では、排気通路4を流通する排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失に応じて、流量調整弁13を開閉制御するようにした。
- [0082] ここで、排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失は、サイクロン式捕集装置11に流入する排気流量に相関関係があり、排気流量が大きくなる程、圧力損失も大きくなる。このため、実際の流量調整弁13の制御としては、予め圧力損失との相関関係が求められた排気流量を算出し、算出した排気流量に応じて、流量調整弁13を開閉制御する。
- [0083] 具体的には、排気通路4を流通する排気流量が、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集するよりも排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第2所定流量より少ない場合には、流量調整弁13を閉弁する。
- [0084] 一方、排気流量が第2所定流量以上となる場合には、流量調整弁13を開弁する。そして、流量調整弁13の開弁時開度は、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲に定める。
- [0085] なお、第2所定流量とは、それ以上の流量であると、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集するよりも排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる排気流量である。
- [0086] 本実施例によると、排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる場合、すなわちサイクロン式捕集装置11に流入する排気流量が多くなる場合に、流量調整弁13を開弁する。これによって、排気流量が多くなる場合に、排気をサイクロン式捕集装置11から流量調整路12へ流し、サイクロン式捕集装置11で滞る排気を減少させる。すると、排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が小さくなる。
- [0087] サイクロン式捕集装置11に流入する排気流量と排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失との関係は、図3に示すサイクロン式捕集装置11に流入する低圧EGRガス流量と低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失との関係と同様である。したがって、図3に示すように、流量調整弁13を開弁することによって、第1特性曲線のA位置から第2特性曲線のB位置に移行し、排気流

量に対する圧力損失が小さくなる。

[0088] このように圧力損失が低減されるので、ポンピングロスを低減し、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を抑制できる。

[0089] ここで、排気をサイクロン式捕集装置11から流量調整路12へ流すと、サイクロン式捕集装置11を通過する排気流速が遅くなり、サイクロン式捕集装置11は粒子径の小さい異物を捕集することができず、粒子径の小さい異物の捕集効率が低下する。しかし、本実施例では、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能となる範囲に限って、流量調整弁13の開度を開き側に制御する。このため、サイクロン式捕集装置11で内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物は捕集できている。

[0090] 本実施例の場合も、異物の粒子径とサイクロン式捕集装置11での異物捕集効率との関係は図4に示すようになる。このため、図4に示すように、流量調整弁13を開弁することによって、Aの異物捕集効率からBの異物捕集効率に移行し、粒子径の小さい異物の異物捕集効率が低下するが、内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に大きい粒子径の異物は捕集できている。

[0091] よって、本実施例の場合には、サイクロン式捕集装置11で捕集できない異物の混入によって、異物が低圧EGR通路31を通過してコンプレッサ5aに到達してコンプレッサ5aを損傷させる等の内燃機関1の吸気系に影響が及ぶことはない。

[0092] ここで、本実施例では、排気浄化装置9の直下流に排気浄化装置9に一体化されてサイクロン式捕集装置11が配置されている。このため、排気が活性時に高温となっている酸化触媒やNO_x触媒を有する排気浄化装置9から熱量を持ち去り、排気は暖められた状態でサイクロン式捕集装置11に流入する。

[0093] 図8は、排気温度と水蒸気量との特性を示す図である。図8の横軸は排気温度を示し、縦軸は水蒸気量を示している。図8に示すように、本実施例のようにサイクロン式捕集装置11内で排気が高温であれば、水と蒸気との境界線に対し蒸気側に全水蒸気量が入り、凝縮水は発生しない。これに対し、破線で示すように排気が低温であれば、水と蒸気との境界線に対し水側に水蒸気量のはみ出し、このはみ出した量が凝

縮水となってしまふ。このように、本実施例では、サイクロン式捕集装置11内では排気が高温であるので、排気の飽和蒸気量が減少せず、サイクロン式捕集装置11内で排気から凝縮水が発生してしまうことを抑制できる。

[0094] したがって、凝縮水発生に起因する吸排気配管の腐食信頼性に影響を及ぼすことを抑制できる。

[0095] 次に、本実施例による排気流量の制御ルーチンについて説明する。図9は、本実施例による排気流量の制御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。なお、本ルーチンを実行するECU14が本発明の第2制御手段に相当する。

[0096] ステップS201では、ECU14は、各種センサの出力信号を読み取り、内燃機関1の運転状態を検出する。

[0097] ステップS202では、ECU14は、ステップS201で検出した内燃機関1の運転状態から、排気流量を算出する。

[0098] ステップS203では、ECU14は、ステップS202で算出した排気流量から、流量調整弁13の開度を算出する。

[0099] ステップS202で算出した排気流量が第2所定流量より少ない場合には、サイクロン式捕集装置11で異物を捕集することを優先するので、流量調整弁13の開度は零（閉弁状態）である。算出した排気流量が第2所定流量以上となる場合には、予め求めておいた排気流量に対応する図3や図4と同様なマップに当該排気流量を取り込み、サイクロン式捕集装置11が内燃機関1の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲で流量調整弁13の開度を算出する。この開度は、零よりも大きい値となる。なお、排気流量が多い程、排気がサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失が大きくなる。このことから、排気流量が多い程、圧力損失をより小さくするために、流量調整弁13の開度はより開かれるとよい。

[0100] ステップS204では、ECU14は、ステップS203で算出した値に流量調整弁13の開度を制御する。本ステップの処理の後、本ルーチンを一旦終了する。

[0101] 以上の制御ルーチンを実行することにより、排気がサイクロン式捕集装置11を通過

する際の圧力損失が低減できる。

[0102] なお、本実施例では、サイクロン式捕集装置11は排気浄化装置9の直下流に一体的に設けられていたが、これに限られず、サイクロン式捕集装置11に流入する排気が排気浄化装置9から熱量を持ち去り高温となっており、サイクロン式捕集装置11内で排気が凝縮水を発生させなければ、サイクロン式捕集装置11は排気浄化装置9から離れて分離していてもよい。

[0103] <実施例3>

次に、実施例3を説明する。ここでは、上述した実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

[0104] 図10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、及びその吸排気系の概略構成を示す図である。

[0105] 本実施例では、低圧EGR通路31内において低圧EGRガスにサイクロン式捕集装置11をバイパスさせるバイパス通路17を設けている。

[0106] バイパス通路17には、バイパス通路17に低圧EGRガスを流通させるために開弁し、バイパス通路17での低圧EGRガスの流通を遮断するために閉弁するバイパス弁18が配置されている。このバイパス弁18は、電動アクチュエータにより開閉される。ECU14には、バイパス弁18のアクチュエータが電気配線を介して接続されており、該ECU14によりバイパス弁18が制御される。

[0107] ところで、本実施例では、低圧EGR通路31内にサイクロン式捕集装置11が配置されている。低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際には少なからず圧力損失が生じてしまう。この圧力損失が大きくなると、所望量の低圧EGRガスが内燃機関に供給されなくなり、低圧EGRガスが不足してしまう。このため、低圧EGRガスの不足を要因として、吸気の酸素濃度が低下せず燃焼温度、燃焼速度が低下せず、燃焼時にNO_xが発生してしまい、排気エミッションの悪化を招いてしまう。

[0108] また、不足した低圧EGRガスを供給するために排気絞り弁10を閉じ側に制御すると、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失がさらに大きくなると共に、排気の流れも滞り、ポンピングロスが増加し、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を招いてしまう。

- [0109] そこで、本実施例では、低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガス流量が、低圧EGRガスに乗った異物をコンプレッサ5aに到達させない閾値である第3所定流量より少なく、かつ、ターボチャージャ5の回転数が、サイクロン式捕集装置11で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサ5aに到達してもコンプレッサ5aを損傷させない閾値である所定回転数より低い場合に、バイパス弁18を開弁するようにした。
- [0110] なお、第3所定流量とは、それより少ない流量であると、低圧EGRガスに乗った異物をコンプレッサ5aに到達させない閾値となる低圧EGRガス流量である。また、所定回転数とは、それより低い回転数であると、サイクロン式捕集装置11で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサ5aに到達してもコンプレッサ5aを損傷させない閾値となるターボチャージャ5の回転数である。
- [0111] 図11は、内燃機関1の運転状態に応じたバイパス弁18を開弁する領域を示す図である。図11の横軸は内燃機関1の機関回転数であり、縦軸は内燃機関1の機関負荷である。図11中、複数の実線の特性曲線は、内燃機関1の運転状態に応じて要求される低圧EGRガス流量を示しており、機関負荷が軽・中負荷であり且つ機関回転数が高回転である程、内燃機関に要求される低圧EGRガス流量は増加傾向にある。複数の破線の特性曲線は、内燃機関の運転状態に応じて要求されるターボチャージャ5の回転数を示しており、機関負荷が高負荷であり且つ機関回転数が高回転である程、内燃機関1に要求されるターボチャージャ5の回転数は高回転になる傾向にある。そして、斜線部が、バイパス弁18を開弁する条件が満たされた領域(バイパス弁開弁領域)を示している。バイパス弁開弁領域である斜線部は、低圧EGRガス流量が第3所定流量より少なく、かつターボチャージャの回転数が所定回転数より低い領域である。
- [0112] 本実施例によると、内燃機関1の運転状態が図11の斜線部のバイパス弁開弁領域にある場合に、バイパス弁18を開弁する。すると、低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガスにサイクロン式捕集装置11をバイパスさせて、当該低圧EGRガスはバイパス通路17を流通する。このため、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失がなくなる。よって、低圧EGR通路31の経路上での圧力損失が小さくなる。

- [0113] 図12は、低圧EGRガス流量と低圧EGR通路31の経路上での圧力損失との関係を示す図である。図12中、破線の特性曲線は低圧EGRガス流量に対する低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失を示し、実線の特性曲線は低圧EGRガス流量に対する低圧EGRガスがバイパス通路17を通過する際の圧力損失を示している。図12に示すように、バイパス弁18を開弁し、低圧EGRガスがバイパス通路17を通過する場合に圧力損失が小さくなる。
- [0114] このように低圧EGR通路31の経路上での圧力損失が低減されるので、所望量の低圧EGRガスを内燃機関1に供給でき、内燃機関1に供給される低圧EGRガスは不足しない。したがって、十分な低圧EGRガスが供給され、吸気の酸素濃度が低下して燃焼温度、燃焼速度が低下して、燃焼時に発生するNO_xを低減でき、排気エミッションの悪化を抑制できる。
- [0115] また、不足した低圧EGRガスを供給するために排気絞り弁10を閉じ側に制御する必要がなくなり、低圧EGRガスがサイクロン式捕集装置11を通過する際の圧力損失がさらに大きくなることなく、また、排気の流れが滞ることがなく、ポンピングロスが増加せず、内燃機関1の出力低下や燃費の悪化を抑制できる。
- [0116] ここで、低圧EGRガスをバイパス通路17へ流すと、低圧EGRガスはサイクロン式捕集装置11を通過しなくなり、サイクロン式捕集装置11は異物を捕集することができない。しかし、本実施例では、低圧EGR通路31を流通する低圧EGRガス流量が、低圧EGRガスに乗った異物をコンプレッサ5aに到達させない閾値である第3所定流量より少なく、かつ、ターボチャージャ5の回転数が、サイクロン式捕集装置11で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサ5aに到達してもコンプレッサ5aを損傷させない閾値である所定回転数より低い場合に、バイパス弁18を開弁する。このため、サイクロン式捕集装置11で異物が捕集できていなくても、低圧EGRガスに乗った異物はコンプレッサ5aに到達しない、又はサイクロン式捕集装置11で捕集しきれない小粒径の異物がコンプレッサ5aに到達してもコンプレッサ5aを損傷させない。したがって、内燃機関1の吸気系への異物混入による弊害が抑制できる。
- [0117] 次に、本実施例によるバイパス弁18の制御ルーチンについて説明する。図13は、本実施例によるバイパス弁18の制御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。なお、本ルーチンを実行するECU14が本発明の第3制御手段に相当する。

- [0118] ステップS301では、ECU14は、各種センサの出力信号を読み取り、内燃機関1の運転状態を検出する。ここで、ターボチャージャ5の回転数もコンプレッサ5aに隣接配置されるコンプレッサ回転数センサなどにより検出されることとなる。
- [0119] ステップS302では、ECU14は、ステップS301で検出した内燃機関1の運転状態から、低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があるか否か判別する。
- [0120] ステップS302において低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があると肯定判定された場合には、ステップS303へ移行する。ステップS302において低圧EGRガスを内燃機関1へ導入する必要があると否定判定された場合には、ステップS307へ移行する。
- [0121] ステップS303では、ECU14は、ステップS301で検出した内燃機関1の運転状態から、導入すべき低圧EGRガス流量を算出する。
- [0122] ステップS304では、ECU14は、ステップS303で算出した低圧EGRガス流量が第3所定流量よりも少ないか否か判別する。
- [0123] ステップS304において低圧EGRガス流量が第3所定流量よりも少ないと肯定判定された場合には、ステップS305へ移行する。ステップS304において低圧EGRガス流量が第3所定流量以上であると否定判定された場合には、ステップS307へ移行する。
- [0124] ステップS305では、ECU14は、ステップS301で検出したターボチャージャ5の回転数が所定回転数よりも低いと否か判別する。
- [0125] ステップS305においてターボチャージャ5の回転数が所定回転数よりも低いと肯定判定された場合には、ステップS306へ移行する。ステップS305においてターボチャージャ5の回転数が所定回転数以上であると否定判定された場合には、ステップS307へ移行する。
- [0126] ステップS306では、ECU14は、バイパス弁18を開弁する。本ステップの処理の後、本ルーチンを一旦終了する。
- [0127] 一方、ステップS307では、ECU14は、バイパス弁18を閉弁する。本ステップの処

理の後、本ルーチンを一旦終了する。

[0128] 以上の制御ルーチンを実行することにより、低圧EGRガスにサイクロン式捕集装置11をバイパスさせて、低圧EGR通路31の経路上での圧力損失が低減できる。

[0129] 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。

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前記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、
前記タービンより下流の前記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上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、
前記低圧EGR通路に配置され、前記低圧EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置と、
前記サイクロン式捕集装置の異物捕集部から前記低圧EGR通路との接続部位よりも下流の前記排気通路へ前記低圧EGRガスを流出させる流量調整路と、
前記流量調整路に配置され、当該流量調整路を流通する低圧EGRガス流量を調整する流量調整弁と、
前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガスが前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、前記流量調整弁を開閉制御する第1制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。
- [2] 前記第1制御手段は、
前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が前記サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも前記低圧EGRガスが前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第1所定流量より少ない場合には、前記流量調整弁を閉弁し、
前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が前記第1所定流量以上となる場合に、前記サイクロン式捕集装置が前記内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲の開度で前記流量調整弁を開弁す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] 内燃機関の排気通路に配置されたタービン及び前記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、
前記タービンより下流の前記排気通路に配置された活性時高温になる触媒と、
前記触媒の直下流の前記排気通路に配置され、排気中の異物を捕集するサイクロ

ン式捕集装置と、

前記サイクロン式捕集装置より下流の前記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上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記サイクロン式捕集装置の異物捕集部から前記低圧EGR通路との接続部位よりも下流の前記排気通路へ排気を流出させる流量調整路と、

前記流量調整路に配置され、当該流量調整路を流通する排気流量を調整する流量調整弁と、

前記排気通路を流通する排気が前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失に応じて、前記流量調整弁を開閉制御する第2制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

[4] 前記第2制御手段は、

前記排気通路を流通する排気流量が前記サイクロン式捕集装置で異物を捕集するよりも排気が前記サイクロン式捕集装置を通過する際の圧力損失の低減を優先する閾値となる第2所定流量より少ない場合には、前記流量調整弁を閉弁し、

前記排気通路を流通する排気流量が前記第2所定流量以上となる場合に、前記サイクロン式捕集装置が前記内燃機関の吸気系に影響を与える粒子径以上に粒子径の大きい異物を捕集することが可能な範囲の開度で前記流量調整弁を開弁することを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の排気還流装置。

[5] 内燃機関の排気通路に配置されたタービン及び前記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、

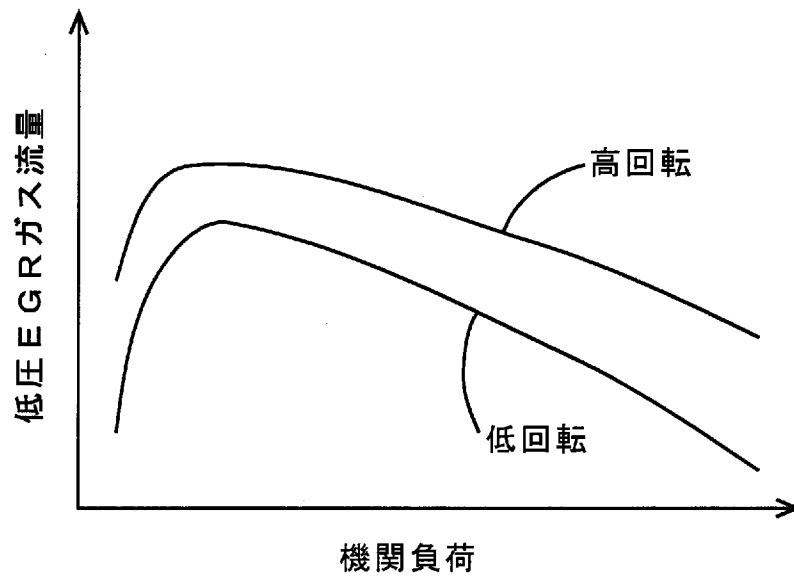
前記タービンより下流の前記排気通路から排気の一部を低圧EGRガスとして取り込み、前記コンプレッサより上流の前記吸気通路へ当該低圧EGRガスを還流させる低圧EGR通路と、

前記低圧EGR通路に配置され、前記低圧EGRガス中の異物を捕集するサイクロン式捕集装置と、

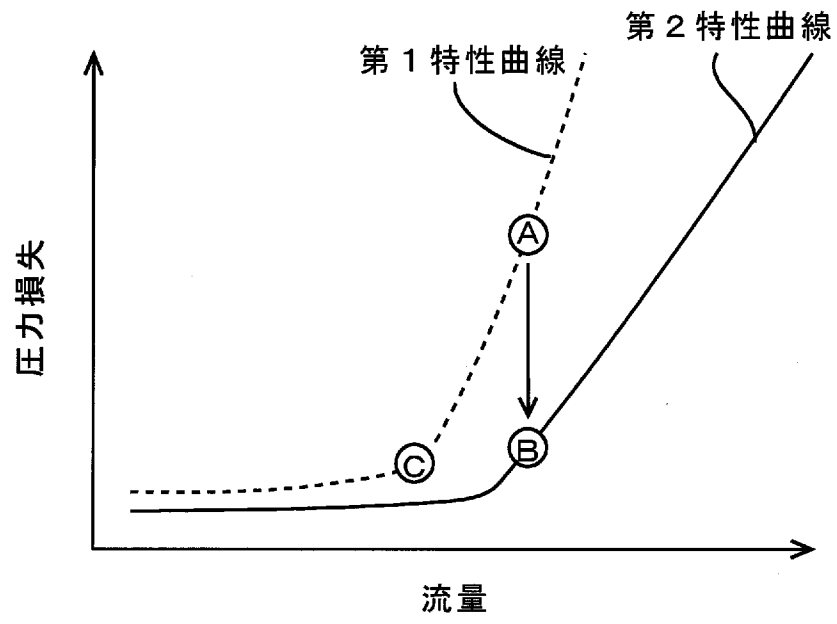
前記低圧EGR通路内において前記低圧EGRガスに前記サイクロン式捕集装置をバイパスさせるバイパス通路と、

前記バイパス通路を開閉するバイパス弁と、
前記低圧EGR通路を流通する低圧EGRガス流量が異物を前記コンプレッサに到達させない閾値である第3所定流量より少なく、かつ、前記ターボチャージャの回転数が前記サイクロン式捕集装置で捕集しきれない小粒径の異物が前記コンプレッサに到達しても前記コンプレッサを損傷させない閾値である所定回転数より低い場合に、前記バイパス弁を開弁する第3制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の排気還流装置。

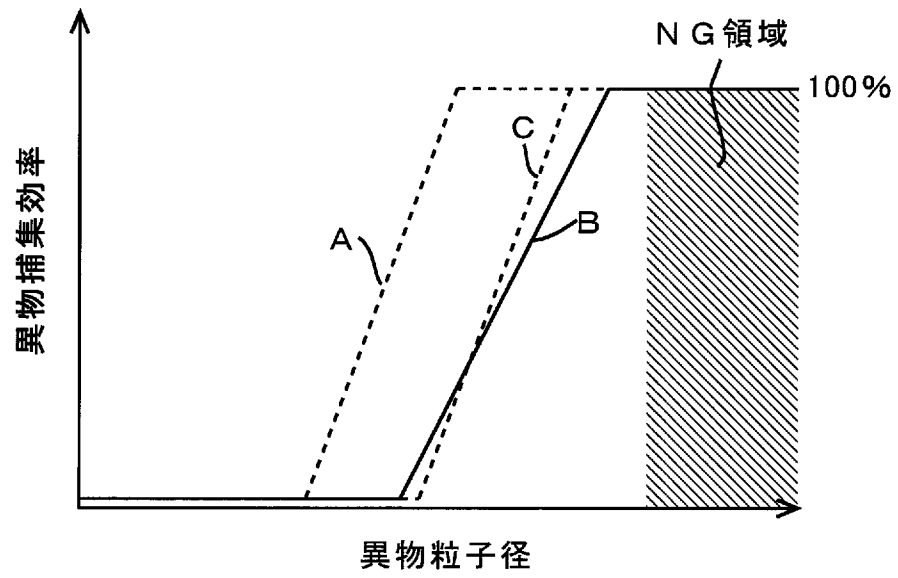
[図2]



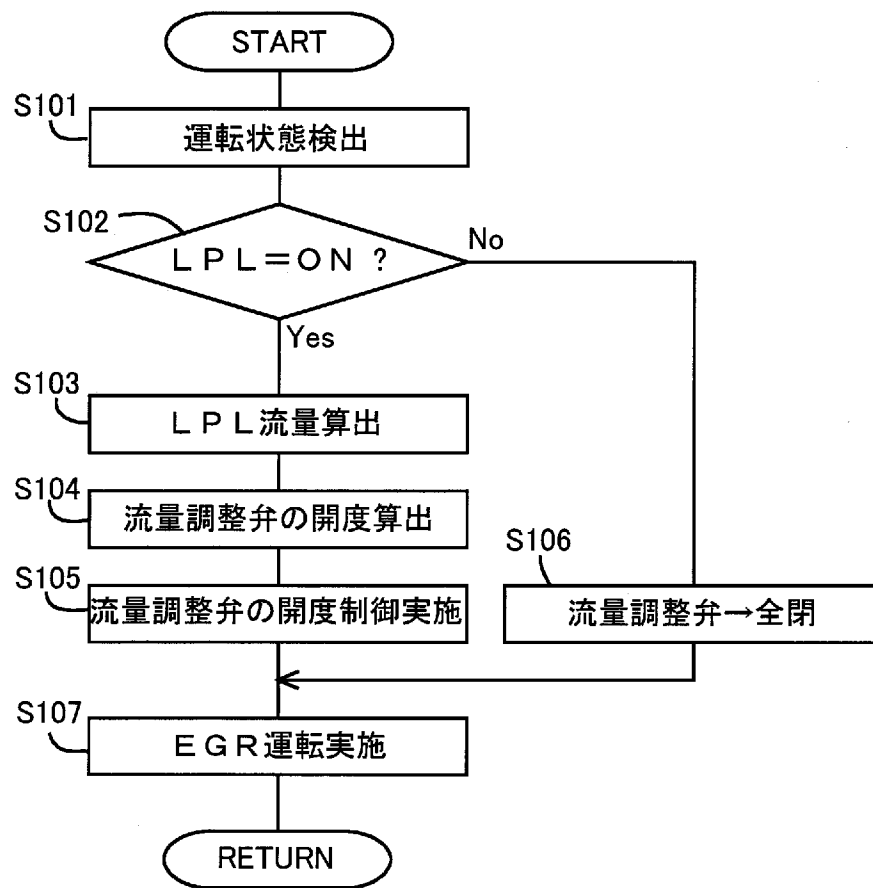
[図3]



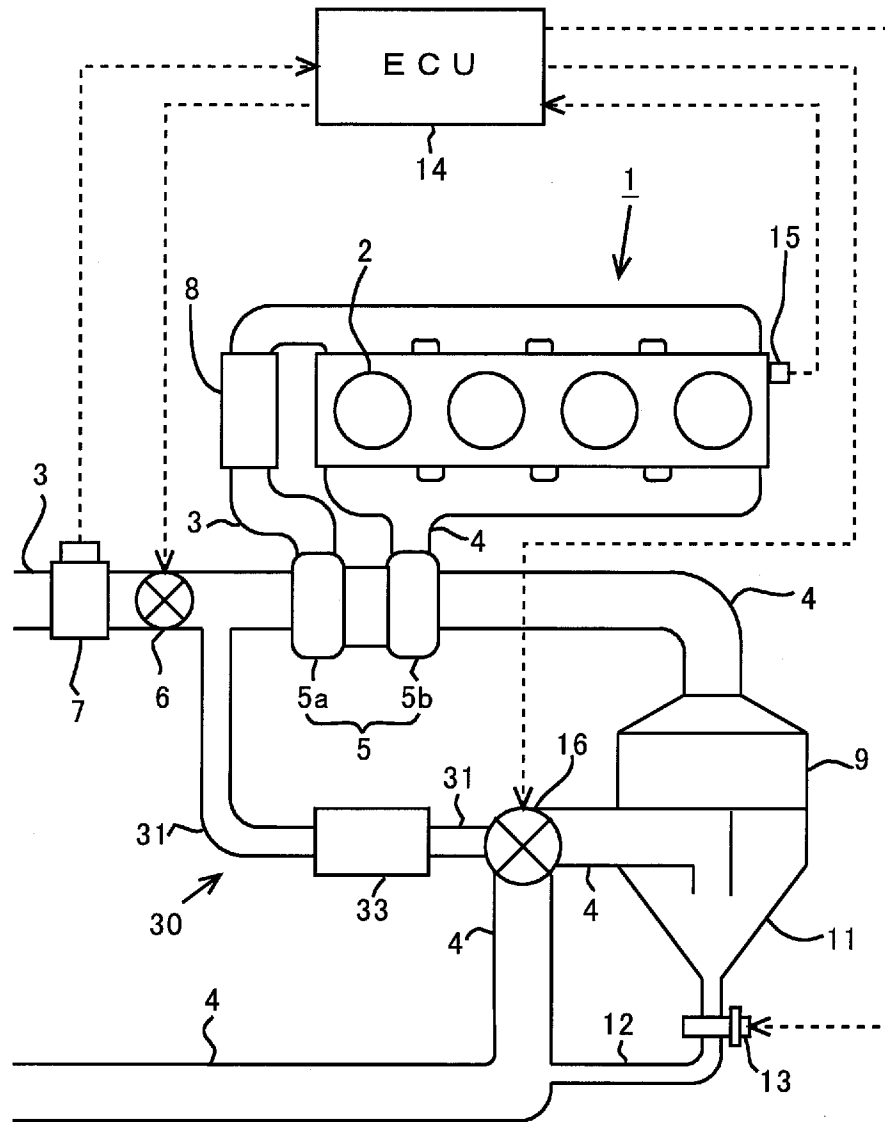
[図4]



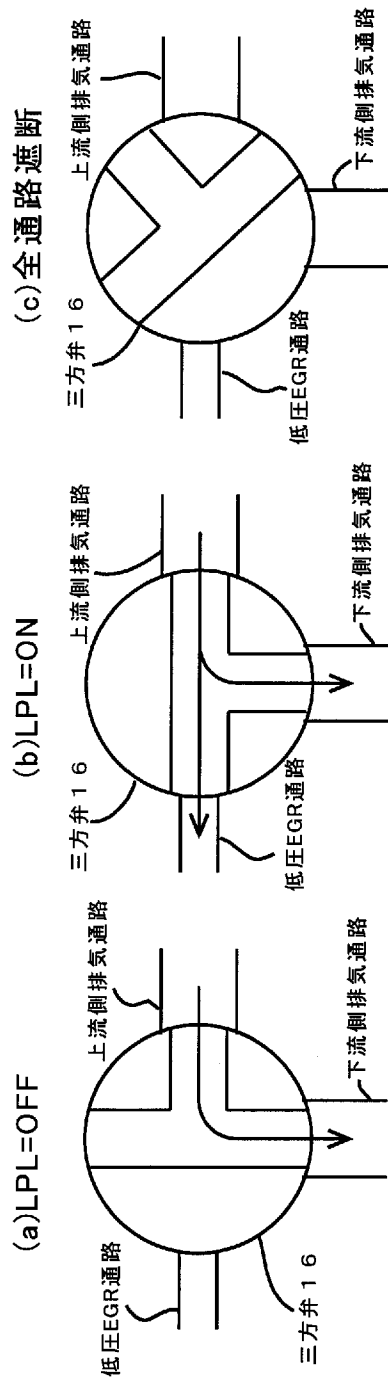
[図5]



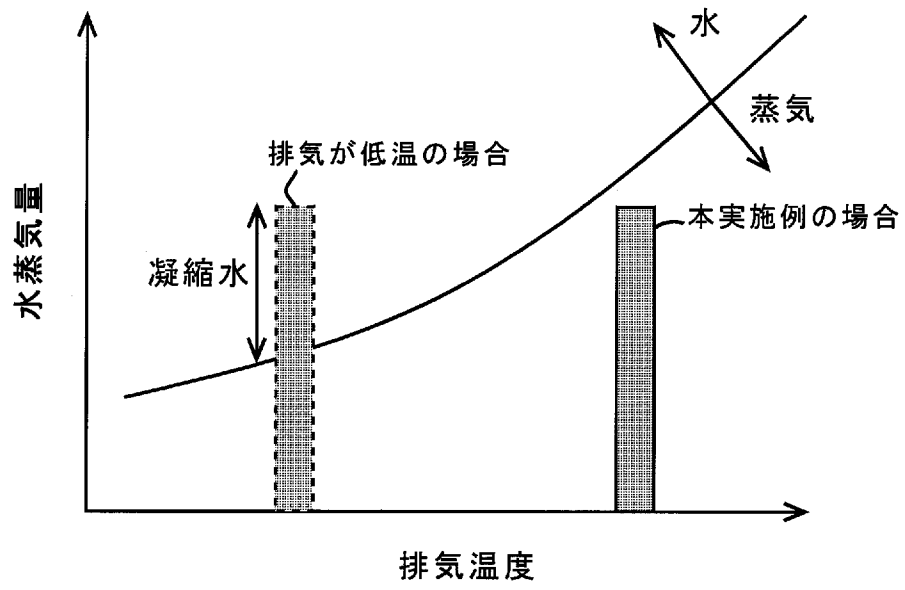
[図6]



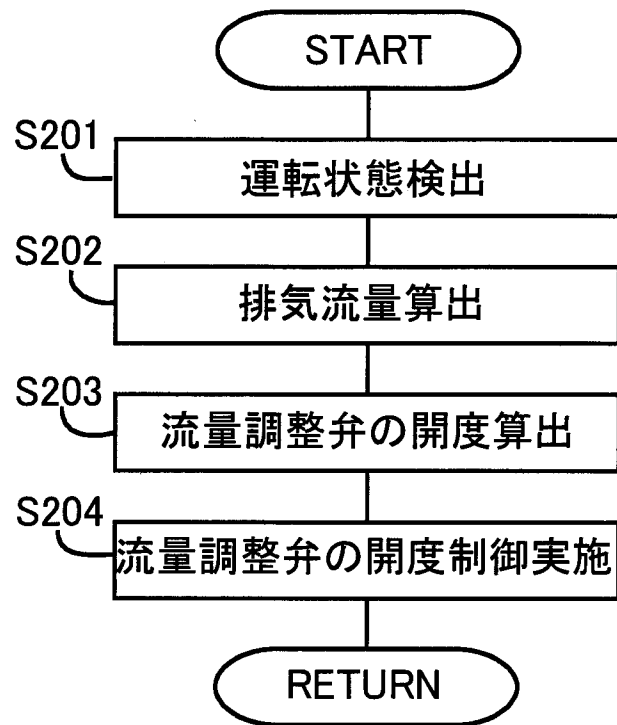
[図7]



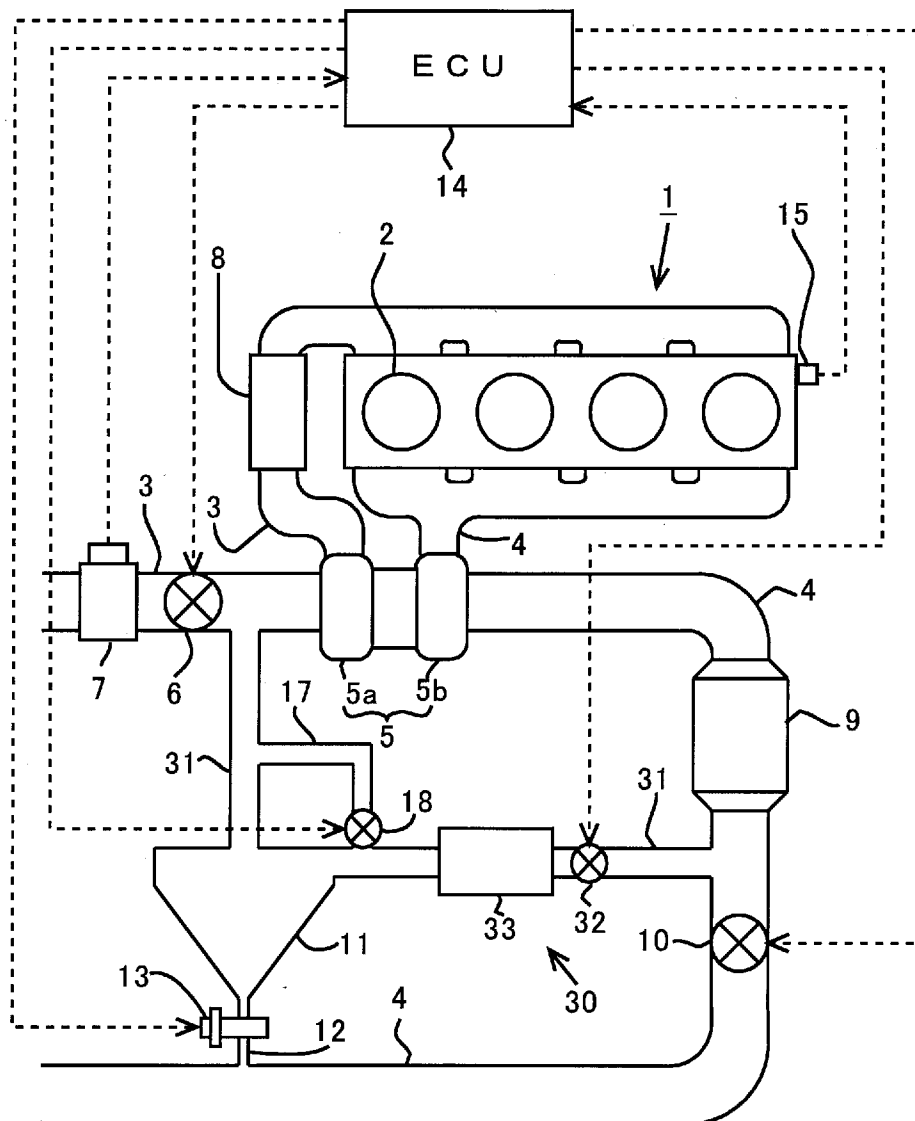
[図8]



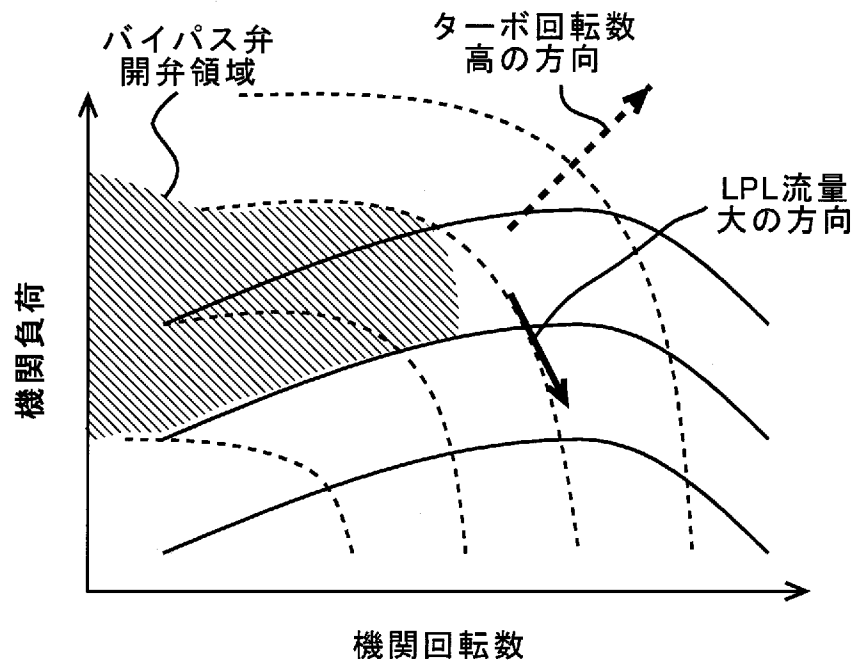
[図9]



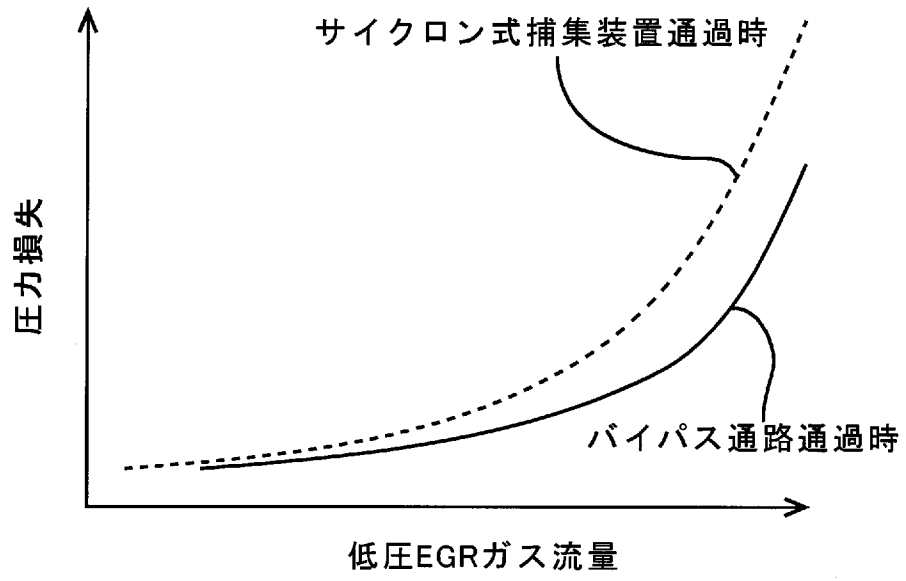
[図10]



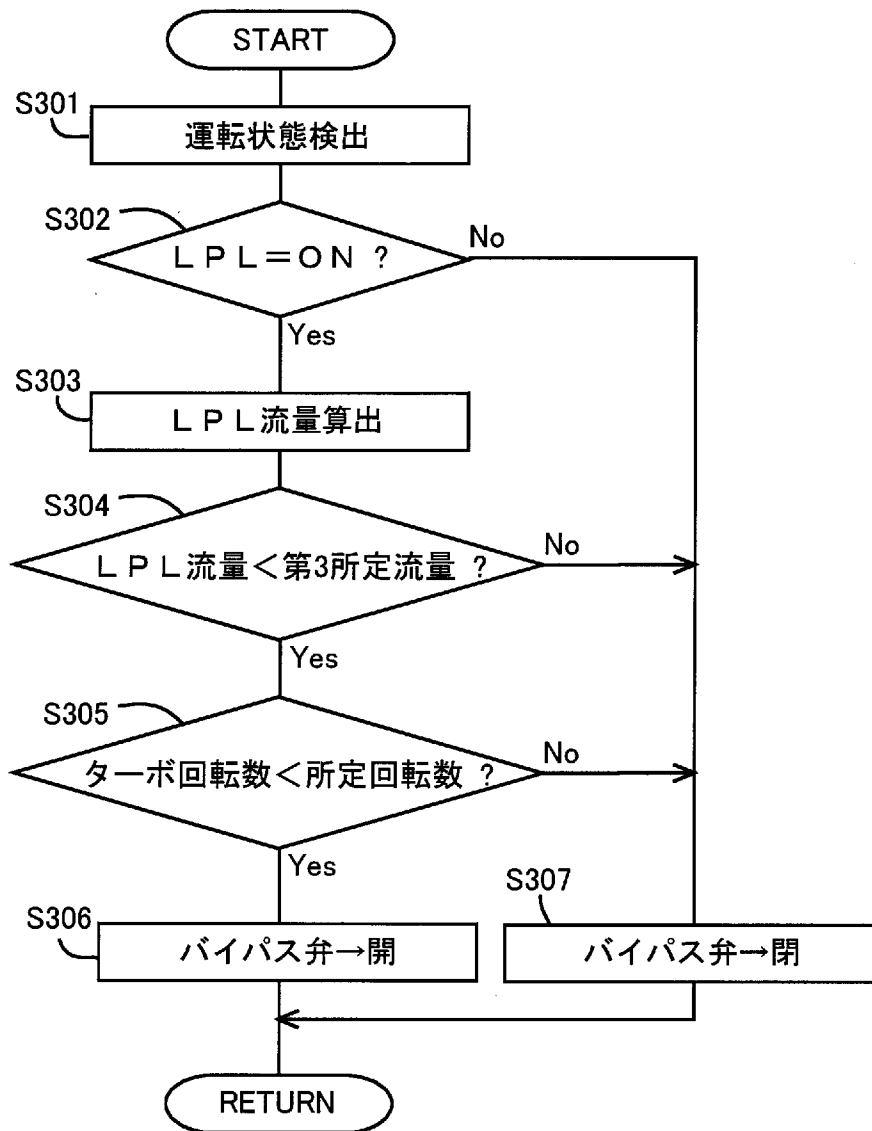
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/068702

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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) 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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 82083/1981 (Laid-open No. 193954/1982) (Toyota Motor Co., Ltd.), 08 December, 1982 (08.12.82), Description, page 2, line 15 to page 5, line 17; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2000-170608 A (Toyota Motor Corp.), 20 June, 2000 (20.06.00), Par. Nos. [0026], [0027]; Fig. 5 (Family: none)	1-5
<input 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 26 December, 2008 (26.12.08)		Date of mailing of the international search report 13 January, 2009 (13.01.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/068702

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-4 relate to a flow rate regulation valve which is placed in a flow rate regulation path extending from a foreign matter collection section of a cyclone collector and whose opening and closing are controlled according to a pressure loss of gas passing through the cyclone collector.

The invention of claim 5 relates to a bypass valve which is placed in a bypass path bypassing a cyclone collector and whose opening and closing are controlled according to the flow rate of a low-pressure EGR gas and to the speed of a turbocharger.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. 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. 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	日本国実用新案登録出願 56-82083 号(日本国実用新案登録出願公開 57-193954 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車工業株式会社) 1982.12.08, 明細書 第2頁第15行-第5頁第17行及び第1、2図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2000-170608 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.06.20, 段落【0026】、【0027】、【図5】 (ファミリーなし)	1-5
<input 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 26.12.2008	国際調査報告の発送日 13.01.2009	
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) 平岩 正一 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3T 4019

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求項1-4に係る発明は、サイクロン式捕集装置の異物捕集部から延びる流量調整路に配置され、サイクロン式捕集装置を通過する気体の圧力損失に応じて開閉制御される流量調整弁に関するものである。

請求項5に係る発明は、サイクロン式捕集装置をバイパスするバイパス路に配置され、低圧EGRガス流量とターボチャージャの回転数に応じて開閉制御されるバイパス弁に関するものである。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。