

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143902 A1

(51) 国際特許分類:

F01N 3/025 (2006.01) F01N 3/08 (2006.01)
B01D 46/42 (2006.01) F01N 3/20 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01) F01N 3/36 (2006.01)
B01D 53/96 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057844

(22) 国際出願日: 2016年3月11日(11.03.2016)

(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 2015-048308 2015年3月11日(11.03.2015) JP
特願 2015-048309 2015年3月11日(11.03.2015) JP

(71) 出願人: いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井6丁目2番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中田 輝男 (NAKADA Teruo); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP). 坂本 隆行 (SAKAMOTO Takayuki); 〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP). 長岡 大治 (NAGAOKA Daiji);

〒2520881 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 日比谷 征彦, 外 (HIBIYA Yukihiro et al.); 〒1230843 東京都足立区西新井栄町一丁目1番31号 ザステージ・イースト717 Tokyo (JP).

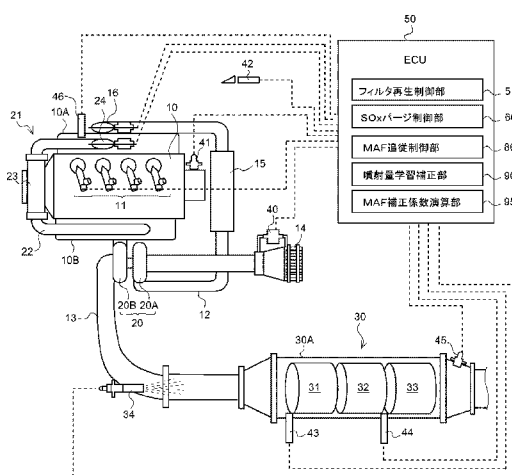
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST PURIFICATION SYSTEM, AND CONTROL METHOD FOR EXHAUST PURIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 排気浄化システム及び排気浄化システムの制御方法



51 Filter regeneration control unit
60 SOx purging control unit
80 MAF tracking control unit
90 Injection amount learning correction unit
95 MAF correction coefficient calculation unit

(57) Abstract: The present invention is provided with: a NOx reduction catalyst 32 which is provided to an exhaust passage 13 of an internal combustion engine 10; a SOx purging control unit 60 which executes SOx purging control for recovering the NOx reduction catalyst 32 from sulfur poisoning by using injection-system control, in which the fuel injection amount is increased, to increase the exhaust temperature to a first target temperature at which SOx is desorbed; a prohibition processing unit 70 which prohibits execution of the SOx purging control in accordance with the operation state of the internal combustion engine 10; and a temperature-retention-mode control unit 71 which, in the SOx-purging-control prohibition period, executes temperature-retention-mode control in which the fuel injection amount is controlled to maintain the exhaust temperature at a second target temperature lower than the first target temperature.

(57) 要約: 内燃機関10の排気通路13に設けられたNOx還元型触媒32と、燃料噴射量を増加させる噴射系制御によって排気温度をSOxが離脱する第1目標温度まで上昇させることで、NOx還元型触媒32を硫黄被毒から回復させるSOxパージ制御を実行するSOxパージ制御60と、内燃機関10の運転状態に応じてSOxパージ制御の実行を禁止する禁止処理部70と、SOxパージ制御の禁止期間に燃料噴射量を制御して排気温度を第1目標温度よりも低い第2目標温度に維持させる保温モード制御を実行する保温モード制御部71とを備える。

WO 2016/143902 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：排気浄化システム及び排気浄化システムの制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、排気浄化システム及び排気浄化システムの制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、内燃機関から排出される排気中の窒素化合物（ NO_x ）を還元浄化する触媒として、 NO_x 吸蔵還元型触媒が知られている。 NO_x 吸蔵還元型触媒は、排気がリーン雰囲気の際に排気中に含まれる NO_x を吸蔵すると共に、排気がリッチ雰囲気の際に排気中に含まれる炭化水素で吸蔵していた NO_x を還元浄化により無害化して放出する。

[0003] また、 NO_x 吸蔵還元型触媒には、排気中に含まれる硫黄酸化物（以下、 SO_x という）も吸蔵される。 SO_x 吸蔵量が増加すると、 NO_x 吸蔵還元型触媒の NO_x 浄化能力を低下させる課題がある。このため、 SO_x 吸蔵量が所定量に達した場合は、 NO_x 吸蔵還元型触媒から SO_x を離脱させて S 被毒から回復させるべく、ポスト噴射や排気管噴射によって上流側の酸化触媒に未燃燃料を供給して排気温度を SO_x 離脱温度まで上昇させる所謂 SO_x パージを定期的に行う必要がある（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2009-47086号公報

特許文献2：日本国特開2008-64063号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] エンジン回転数が非常に高い状態や燃料噴射量が非常に多い状態で SO_x パージを実行すると、エンジン温度の急上昇等を招く可能性がある。このような状態においては、 SO_x パージの実行を禁止或は中断することが好ましい。

[0006] しかしながら、ポスト噴射や排気管噴射を完全に停止させると触媒温度が低下するため、その後の SOx パージ再開時に燃料消費量が過剰となり、触媒過昇温や燃費の悪化を招く課題がある。

[0007] 本開示の排気浄化システム及び排気浄化システムの制御方法は、 SOx パージの再開時における触媒過昇温や燃費の悪化を効果的に防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示のシステムは、内燃機関の排気通路に設けられて排気中の NOx を還元浄化する NOx 還元型触媒と、少なくとも燃料噴射量を増加させる噴射系制御によって排気温度を硫酸化物が離脱する所定の第1目標温度まで上昇させることで、前記 NOx 還元型触媒を硫黄被毒から回復させる触媒再生制御を実行する触媒再生手段と、前記内燃機関の運転状態に応じて前記触媒再生制御の実行を禁止する禁止手段と、前記禁止手段による前記触媒再生制御の禁止期間に燃料噴射量を制御して排気温度を前記第1目標温度よりも低い所定の第2目標温度に維持させる触媒保温制御を実行する保温制御手段と、を備える。

[0009] また、本開示の排気浄化システムの制御方法は、内燃機関の排気通路に設けられ、前記排気通路内を流れる排気中の NOx を還元浄化する NOx 還元型触媒を備える排気浄化システムの制御方法であって、

燃料を噴射するように構成された噴射系を制御することで少なくとも前記燃料の燃料噴射量を増加させる噴射系制御によって前記排気の排気温度を前記排気中に含まれる硫酸化物が離脱する所定の第1目標温度まで上昇させることで、前記 NOx 還元型触媒を硫黄被毒から回復させる触媒再生制御を実行する触媒再生処理と、

前記内燃機関の運転状態に応じて前記触媒再生制御の実行を禁止する禁止処理と、

前記禁止処理による前記触媒再生制御の禁止期間に前記燃料噴射量を制御して排気温度を前記第1目標温度よりも低い所定の第2目標温度に維持させ

る触媒保温制御を実行する保温制御処理と、
を含む。

発明の効果

[0010] 本開示の排気浄化システム及び排気浄化システムの制御方法によれば、 SOx パージの再開時における触媒過昇温や燃費の悪化を効果的に防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は本実施形態に係る排気浄化システムを示す全体構成図である。
- [図2]図2は本実施形態に係る SOx パージ制御を説明するタイミングチャート図である。
- [図3]図3は本実施形態に係る SOx パージ制御部を示す機能ブロック図である。
- [図4]図4は本実施形態に係る SOx パージリーン制御時のMAF目標値の設定処理を示すブロック図である。
- [図5]図5は本実施形態に係る SOx パージリッチ制御時の目標噴射量の設定処理を示すブロック図である。
- [図6]図6は本実施形態に係る SOx パージ制御の触媒温度調整制御を説明するタイミングチャート図である。
- [図7]図7は本実施形態に係る SOx パージ制御の禁止処理を説明する図である。
- [図8]図8は本実施形態に係る保温モード制御及び、 SOx パージ制御の終了処理を説明する図である。
- [図9]図9は本実施形態に係るMAF追従制御のリーン状態からリッチ状態への切り替えを説明するフロー図である。
- [図10]図10は本実施形態に係るMAF追従制御のリッチ状態からリーン状態への切り替えを説明するフロー図である。
- [図11]図11は本実施形態に係るインジェクタの噴射量学習補正の処理を示すブロック図である。

[図12]図 1 2 は本実施形態に係る学習補正係数の演算処理を説明するフロー図である。

[図13]図 1 3 は本実施形態に係るMAF補正係数の設定処理を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面に基づいて、本開示の一実施形態に係る排気浄化システムを説明する。

[0013] 図 1 に示すように、ディーゼルエンジン（以下、単にエンジンという）10の各気筒には、図示しないコモンレールに畜圧された高圧燃料を各気筒内に直接噴射するインジェクタ11がそれぞれ設けられている。これら各インジェクタ11の燃料噴射量や燃料噴射タイミングは、電子制御ユニット（以下、ECUという）50から入力される指示信号に応じてコントロールされる。

[0014] エンジン10の吸気マニホールド10Aには新気を導入する吸気通路12が接続され、排気マニホールド10Bには排気を外部に導出する排気通路13が接続されている。吸気通路12には、吸気上流側から順にエアクリーナ14、吸入空気量センサ（以下、MAFセンサという）40、可変容量型過給機20のコンプレッサ20A、インタークーラ15、吸気スロットルバルブ16等が設けられている。排気通路13には、排気上流側から順に可変容量型過給機20のタービン20B、排気後処理装置30等が設けられている。なお、エンジン10には、エンジン回転数センサ41、アクセル開度センサ42、ブースト圧センサ46が取り付けられている。

[0015] なお、本実施形態の説明では、エンジンの吸入空気量（吸気流量(Suction Air Flow)）を測定・検出する吸入空気量センサとして、質量流量(Mass Air Flow)を測定・検出するMAFセンサ40を用いるものとするが、エンジンの吸気流量を測定・検出することができれば、MAFセンサ40とは異なるタイプの流量 (Air Flow) センサ、あるいは流量センサに代わる手段を用いてもよい。

- [0016] EGR (Exhaust Gas Recirculation) 装置 21 は、排気マニホールド 10B と吸気マニホールド 10A とを接続する EGR 通路 22 と、EGR ガスを冷却する EGR クーラ 23 と、EGR 量を調整する EGR バルブ 24 とを備えている。
- [0017] 排気後処理装置 30 は、ケース 30A 内に排気上流側から順に酸化触媒 31、NO_x 吸蔵還元型触媒 32、パティキュレートフィルタ（以下、単にフィルタという）33 を配置して構成されている。また、酸化触媒 31 よりも上流側の排気通路 13 には、ECU 50 から入力される指示信号に応じて、排気通路 13 内に未燃燃料（主に炭化水素（HC））を噴射する排気管噴射装置 34 が設けられている。
- [0018] 酸化触媒 31 は、例えば、ハニカム構造体等のセラミック製担体表面に酸化触媒成分を担持して形成されている。酸化触媒 31 は、排気管噴射装置 34 又はインジェクタ 11 のポスト噴射によって未燃燃料が供給されると、これを酸化して排気温度を上昇させる。
- [0019] NO_x 吸蔵還元型触媒 32 は、例えば、ハニカム構造体等のセラミック製担体表面にアルカリ金属等を担持して形成されている。この NO_x 吸蔵還元型触媒 32 は、排気空燃比がリーン状態のときに排気中の NO_x を吸蔵すると共に、排気空燃比がリッチ状態のときに排気中に含まれる還元剤（HC 等）で吸蔵した NO_x を還元浄化する。
- [0020] フィルタ 33 は、例えば、多孔質性の隔壁で区画された多数のセルを排気の流れ方向に沿って配置し、これらセルの上流側と下流側とを交互に目封止して形成されている。フィルタ 33 は、排気中の PM（粒子状物質）を隔壁の細孔や表面に捕集すると共に、PM 堆積推定量が所定量に達すると、これを燃焼除去するいわゆるフィルタ強制再生が実行される。フィルタ強制再生は、排気管噴射又はポスト噴射によって上流側の酸化触媒 31 に未燃燃料を供給し、フィルタ 33 に流入する排気温度を PM 燃焼温度まで昇温することで行われる。
- [0021] 第 1 排気温度センサ 43 は、酸化触媒 31 よりも上流側に設けられており

、酸化触媒 31 に流入する排気温度を検出する。第 2 排気温度センサ 44 は、 NO_x 吸蔵還元型触媒 32 とフィルタ 33 との間に設けられており、フィルタ 33 に流入する排気温度を検出する。 NO_x /ラムダセンサ 45 は、フィルタ 33 よりも下流側に設けられており、 NO_x 吸蔵還元型触媒 32 を通過した排気の NO_x 値及びラムダ値（以下、空気過剰率ともいう）を検出する。

[0022] ECU 50 は、エンジン 10 等の各種制御を行うもので、公知の CPU や ROM、RAM、入力ポート、出力ポート等を備えて構成されている。これら各種制御を行うため、ECU 50 にはセンサ類 40～46 のセンサ値が入力される。また、ECU 50 は、フィルタ再生制御部 51 と、 SO_x パージ制御部 60 と、MAF 追従制御部 80 と、噴射量学習補正部 90 と、MAF 補正係数演算部 95 とを一部の機能要素として有する。これら各機能要素は、一体のハードウェアである ECU 50 に含まれるものとして説明するが、これらのいずれか一部を別体のハードウェアに設けることもできる。

[0023] [フィルタ再生制御]

フィルタ再生制御部 51 は、車両の走行距離、あるいは図示しない差圧センサで検出されるフィルタ前後差圧からフィルタ 33 の PM 堆積量を推定すると共に、この PM 堆積推定量が所定の上限閾値を超えると、強制再生フラグ F_{DPF} をオン ($F_{DPF} = 1$) にしてフィルタ再生制御を開始する（図 2 の時刻 t_1 参照）。フィルタ再生制御は、排気管噴射量やポスト噴射量を所定の PM 燃焼温度（例えば、約 550℃）に基づいてフィードバック制御することで実行される。フィルタ再生制御は、PM 堆積量推定値が PM 燃焼除去を示す所定の下限閾値（判定閾値）まで低下すると、強制再生フラグ F_{DPF} をオフにして終了される（図 2 の時刻 t_2 参照）。強制再生フラグ F_{DPF} をオフにする判定閾値は、例えば、フィルタ強制再生開始 ($F_{DPF} = 1$) からの上限経過時間や上限累積噴射量を基準にしてもよい。

[0024] [SO_x パージ制御]

SO_x パージ制御部 60 は、本開示の触媒再生手段であって、排気をリッ

チ状態にして排気温度をSOx離脱温度（例えば、約600℃）まで上昇させて、NOx吸蔵還元型触媒32をSOx被毒から回復させる制御（以下、この制御をSOxパージ制御という）を実行する。SOxパージ制御は、フィルタ再生制御の終了によってフィルタ再生フラグF_{DPF}がオフにされ、さらに、後述する保温モードフラグF_{SPK}がオフの状態、SOxパージフラグF_{SP}がオンになると開始される（図2の時刻t₂参照）。

[0025] 本実行形態において、SOxパージ制御部60は、図3に示すように、SOxパージリーン制御部60Aと、SOxパージリッチ制御部60Bと、SOxパージ禁止処理部70と、保温モード制御部71と、SOxパージ・保温モード終了処理部72とを一部の機能要素として備えている。以下、これら各機能要素の詳細について説明する。

[0026] [SOxパージリーン制御]

SOxパージリーン制御部60Aは、排気の空気過剰率を定常運転時（例えば、約1.5）から理論空燃比相当値（約1.0）よりもリーン側の第1目標空気過剰率（例えば、約1.3）まで低下させるSOxパージリーン制御を実行する。以下、SOxパージリーン制御の詳細について説明する。

[0027] 図4は、SOxパージリーン制御時のMAF目標値MAF_{SPL_Trgt}の設定処理を示すブロック図である。第1目標空気過剰率設定マップ61は、エンジン回転数Ne及びアクセル開度Q（エンジン10の燃料噴射量）に基づいて参照されるマップであって、これらエンジン回転数Neとアクセル開度Qとに対応したSOxパージリーン制御時の空気過剰率目標値λ_{SPL_Trgt}（第1目標空気過剰率）が予め実験等に基づいて設定されている。

[0028] まず、第1目標空気過剰率設定マップ61から、エンジン回転数Ne及びアクセル開度Qを入力信号としてSOxパージリーン制御時の空気過剰率目標値λ_{SPL_Trgt}が読み取られて、MAF目標値演算部62に入力される。さらに、MAF目標値演算部62では、以下の数式（1）に基づいてSOxパージリーン制御時のMAF目標値MAF_{SPL_Trgt}が演算される。

[0029]
$$MAF_{SPL_Trgt} = \lambda_{SPL_Trgt} \times Q_{fni_corrd} \times R_{o_Fuel} \times AFR_{sto} /$$

$Ma f_{_corr} \cdots (1)$

数式(1)において、 $Q_{f n l_corr d}$ は後述する学習補正された燃料噴射量(ポスト噴射を除く)、 $R o_{F u e l}$ は燃料比重、 $A F R_{s t o}$ は理論空燃比、 $M a f_{_corr}$ は後述するMAF補正係数をそれぞれ示している。

[0030] MAF目標値演算部62によって演算されたMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} は、SOxパージフラグ F_{SP} がオンになるとランプ処理部63に入力される。ランプ処理部63は、+ランプ係数マップ63Aと-ランプ係数マップBからエンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q を入力信号としてランプ係数を読み取ると共に、このランプ係数を付加したMAF目標ランプ値 $MAF_{SPL_Trgt_Ramp}$ をバルブ制御部64に入力する。

[0031] バルブ制御部64は、MAFセンサ40から入力される実MAF値 MAF_{Act} がMAF目標ランプ値 $MAF_{SPL_Trgt_Ramp}$ となるように、吸気スロットルバルブ16を閉側に絞ると共に、EGRバルブ24を開側に開くフィードバック制御を実行する。

[0032] このように、本実施形態では、第1目標空気過剰率設定マップ61から読み取られる空気過剰率目標値 λ_{SPL_Trgt} と、各インジェクタ11の燃料噴射量とに基づいてMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} を設定し、このMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} に基づいて空気系動作をフィードバック制御するようになっている。これにより、NOx吸蔵還元型触媒32の上流側にラムダセンサを設けることなく、或いは、NOx吸蔵還元型触媒32の上流側にラムダセンサを設けた場合も当該ラムダセンサのセンサ値を用いることなく、排気をSOxパージリーン制御に必要な所望の空気過剰率まで効果的に低下させることが可能になる。

[0033] また、各インジェクタ11の燃料噴射量として学習補正後の燃料噴射量 $Q_{f n l_corr d}$ を用いることで、MAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} をフィードフォワード制御で設定することが可能となり、各インジェクタ11の経年劣化や特性変化、個体差等の影響を効果的に排除することができる。

[0034] また、MAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} にエンジン10の運転状態に応じて設

定されるランプ係数を付加することで、吸入空気量の急激な変化によるエンジン１０の失火やトルク変動によるドライバビリティの悪化等を効果的に防止することができる。

[0035] [SOxパージリッチ制御]

SOxパージリッチ制御部６０Ｂは、排気の空気過剰率を第１目標空気過剰率からリッチ側の第２目標空気過剰率（例えば、約０．９）までさらに低下させるSOxパージリッチ制御を実行する。以下、SOxパージリッチ制御の詳細について説明する。

[0036] 図５は、SOxパージリッチ制御における排気管噴射又はポスト噴射の目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} （単位時間当たりの噴射量）の設定処理を示すブロック図である。第２目標空気過剰率設定マップ６５は、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に基づいて参照されるマップであって、これらエンジン回転数 N_e とアクセル開度 Q とに対応したSOxパージリッチ制御時の空気過剰率目標値 λ_{SPR_Trgt} （第２目標空気過剰率）が予め実験等に基づいて設定されている。

[0037] まず、第２目標空気過剰率設定マップ６５から、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q を入力信号としてSOxパージリッチ制御時の空気過剰率目標値 λ_{SPR_Trgt} が読み取られて、噴射量目標値演算部６６に入力される。さらに、噴射量目標値演算部６６では、以下の数式（２）に基づいてSOxパージリッチ制御時の目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} が演算される。

$$[0038] \quad Q_{SPR_Trgt} = MAF_{SPL_Trgt} \times Maf_corr / (\lambda_{SPR_Trgt} \times Ro_{Fuel} \times AFR_{sto}) - Q_{fni_corr} \dots (2)$$

数式（２）において、 MAF_{SPL_Trgt} はSOxパージリーン時のMAF目標値であって、前述のMAF目標値演算部６２から入力される。また、 Q_{fni_corr} は後述する学習補正されたMAF追従制御適用前の燃料噴射量（ポスト噴射を除く）、 Ro_{Fuel} は燃料比重、 AFR_{sto} は理論空燃比、 Maf_corr は後述するMAF補正係数をそれぞれ示している。

[0039] 噴射量目標値演算部６６によって演算された目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} は、後

述するSOxパージリッチフラグ F_{SPR} がオンになると、排気管噴射装置34又は、各インジェクタ11に噴射指示信号として送信される。

[0040] このように、本実施形態では、第2目標空気過剰率設定マップ65から読み取られる空気過剰率目標値 λ_{SPR_Trgt} と、各インジェクタ11の燃料噴射量とに基づいて目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} を設定するようになっている。これにより、NOx吸蔵還元型触媒32の上流側にラムダセンサを設けることなく、或いは、NOx吸蔵還元型触媒32の上流側にラムダセンサを設けた場合も当該ラムダセンサのセンサ値を用いることなく、排気をSOxパージリッチ制御に必要な所望の空気過剰率まで効果的に低下させることが可能になる。

[0041] また、各インジェクタ11の燃料噴射量として学習補正後の燃料噴射量 Q_{fuel_corr} を用いることで、目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} をフィードフォワード制御で設定することが可能となり、各インジェクタ11の経年劣化や特性変化等の影響を効果的に排除することができる。

[0042] [SOxパージ制御の触媒温度調整制御]

SOxパージ制御中にNOx吸蔵還元型触媒32に流入する排気温度（以下、触媒温度ともいう）は、図2の時刻 $t_2 \sim t_4$ に示すように、排気管噴射又はポスト噴射を実行するSOxパージリッチフラグ F_{SPR} のオン・オフ（リッチ・リーン）を交互に切り替えることで制御される。SOxパージリッチフラグ F_{SPR} がオン（ $F_{SPR} = 1$ ）にされると、排気管噴射又はポスト噴射によって触媒温度は上昇する（以下、この期間を噴射期間 T_{F_INJ} という）。一方、SOxパージリッチフラグ F_{SPR} がオフにされると、排気管噴射又はポスト噴射の停止によって触媒温度は低下する（以下、この期間をインターバル T_{F_INT} という）。

[0043] 本実施形態において、噴射期間 T_{F_INJ} は、予め実験等により作成した噴射期間設定マップ（不図示）からエンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に対応する値を読み取ることで設定される。この噴射時間設定マップには、予め実験等によって求めた排気の空気過剰率を第2目標空気過剰率まで確実に低

下させるのに必要となる噴射期間が、エンジン 10 の運転状態に応じて設定されている。

[0044] インターバル T_{F_INT} は、触媒温度が最も高くなる SOx パージリッチフラグ F_{SPR} がオンからオフに切り替えられた際に、フィードバック制御によって設定される。具体的には、SOx パージリッチフラグ F_{SPR} がオフされた際の目標触媒温度と推定触媒温度との偏差 ΔT に比例して入力信号を変化させる比例制御と、偏差 ΔT の時間積分値に比例して入力信号を変化させる積分制御と、偏差 ΔT の時間微分値に比例して入力信号を変化させる微分制御とで構成される PID 制御によって処理される。目標触媒温度は、NOx 吸蔵還元型触媒 32 から SOx を離脱可能な温度で設定され、推定触媒温度は、例えば、第 1 排気温度センサ 43 で検出される酸化触媒 31 の入口温度、酸化触媒 31 及び NOx 吸蔵還元型触媒 32 の内部での HC / CO 発熱量、外気への放熱量等に基づいて推定すればよい。

[0045] 図 6 の時刻 t_1 に示すように、フィルタ再生フラグ F_{DPF} 及び、保温モードフラグ F_{SPK} のオフによって SOx パージフラグ F_{SP} がオンされると、SOx パージリッチフラグ F_{SPR} もオンにされ、さらにフィードバック計算も一旦リセットされる。すなわち、フィルタ強制再生直後の初回は、噴射期間設定マップで設定した噴射期間 $T_{F_INJ_1}$ に応じて排気管噴射又はポスト噴射が実行される（図 6 の時刻 $t_1 \sim t_2$ 参照）。これにより、フィルタ強制再生で上昇した排気温度を低下させることなく、速やかに SOx パージ制御に移行され、燃料消費量を低減することができる。

[0046] 次いで、噴射期間 $T_{F_INJ_1}$ の経過によって SOx パージリッチフラグ F_{SPR} がオフになると、PID 制御によって設定されたインターバル $T_{F_INT_1}$ が経過するまで、SOx パージリッチフラグ F_{SPR} はオフとされる（図 6 の時刻 $t_2 \sim t_3$ 参照）。さらに、インターバル $T_{F_INT_1}$ の経過によって SOx パージリッチフラグ F_{SPR} がオンにされると、再び噴射期間 $T_{F_INJ_2}$ に応じた排気管噴射又はポスト噴射が実行される（図 6 の時刻 $t_3 \sim t_4$ 参照）。その後、これら SOx パージリッチフラグ F_{SPR} のオン・オフの切り替えは、後

述するSOxパージ制御の終了判定によってSOxパージフラグ F_{SP} がオフ（図6の時刻 t_n 参照）にされるまで繰り返し実行される。

[0047] このように、本実施形態では、触媒温度を上昇させると共に空気過剰率を第2目標空気過剰率まで低下させる噴射期間 T_{FINJ} をエンジン10の運転状態に基づいて参照されるマップから設定すると共に、触媒温度を低下させるインターバル T_{FINT} をPID制御によって処理するようになっている。これにより、SOxパージ制御中の触媒温度をパージに必要な所望の温度範囲に効果的に維持しつつ、空気過剰率を目標過剰率まで確実に低下させることが可能になる。

[0048] [SOxパージ制御の禁止判定]

エンジン回転数 N_e が非常に高い状態やインジェクタ11の燃料噴射量が非常に多い状態でSOxパージ制御を実行すると、エンジン温度の急上昇を招く可能性がある。また、NOx吸蔵還元型触媒32の温度が低下した状態で未燃燃料を供給すると、HCスリップの増加によって白煙等の発生を招く課題もある。

[0049] これらの現象を防止すべく、SOxパージ禁止処理部70は、（1）エンジン回転数 N_e が、例えば回転異常を示す所定の回転数上限閾値を超えた場合、（2）インジェクタ11の燃料噴射量が、例えば、噴射異常を示す所定の噴射量上限閾値を超えた場合又は、（3）NOx吸蔵還元型触媒32の触媒温度がフィルタ再生制御の目標温度（PM燃焼温度）よりも低い所定の閾値温度（例えば、約500度）まで低下した場合の何れかの禁止条件が成立すると、「SOxパージ可能領域外」と判定し、SOxパージ制御の実行を禁止するようになっている。より詳しくは、SOxパージ制御の開始時或は実行中に、これら禁止条件（1）～（3）の何れかが成立し、「SOxパージ可能領域外」と判定された場合は、後述する保温モード制御が実行される一方、これら禁止条件（1）～（3）の何れもが成立しない場合は、「SOxパージ可能領域内」と判定して、SOxパージ制御の実行を許可するようになっている。

[0050] なお、禁止条件はこれら3条件に限定されず、システム故障等、SOxパージの実行に適さない他の禁止条件を追加することも可能である。

[0051] [保温モード制御]

保温モード制御部71は、本開示の保温制御手段であって、フィルタ再生制御の終了時（SOxパージ制御の開始時）、或は、SOxパージ制御の実行中に上述の禁止条件（1）～（3）の何れかが成立すると、保温モードフラグ F_{SPK} をオンにして保温モード制御を開始する。保温モード制御は、SOx離脱温度よりも低い所定の保温目標温度（第2目標温度）に基づいて排気管噴射量やポスト噴射量をフィードバック制御することで実行される。本実施形態において、保温目標温度は、例えば、フィルタ再生制御の目標温度（PM燃焼温度）に設定されている。

[0052] 以下、図7に基づいて、フィルタ再生制御、保温モード制御及び、SOxパージ制御の切り替え処理詳細について説明する。

[0053] フィルタ再生制御の終了時（ $F_{DPF}=0$ ）に禁止条件（1）～（3）の何れかが成立し、「SOxパージ可能領域外」と判定された場合は、図7のパターンAに示すように、SOxパージ制御を開始することなく保温モード制御に移行される（ $F_{SPK}=1$ ）。

[0054] 一方、フィルタ再生制御の終了時（ $F_{DPF}=0$ ）に禁止条件（1）～（3）が成立せず、「SOxパージ可能領域内」と判定された場合は、図7のパターンBに示すように、保温モード制御に移行することなくSOxパージ制御が開始される（ $F_{SP}=1$ ）。

[0055] SOxパージ制御の実行中（ $F_{SP}=1$ ）に禁止条件（1）～（3）が成立せず、「SOxパージ可能領域内」と判定されている間は、図7のパターンCに示すように、SOxパージリッチフラグ F_{SPR} のオン／オフ（リッチ／リーン）を交互に切り替える触媒温度調整制御（図6参照）が実行される。

[0056] 一方、SOxパージ制御の実行中に禁止条件（1）～（3）の何れかが成立し、「SOxパージ可能領域外」と判定された場合は、図7のパターンDに示すように、SOxパージ制御を中断すべく保温モード制御に移行される

($F_{SPK} = 1$)。

[0057] このように、本実施形態では、SOxパージ制御の開始時、あるいは実行中に「SOxパージ可能領域外」と判定されると、SOxパージ制御を禁止して保温モード制御が実行されるようになっている。これにより、無駄なSOxパージ制御の実行が確実に抑止され、燃費の悪化やエンジン温度の急上昇、白煙の発生等を効果的に防止することが可能になる。また、SOxパージ制御の禁止（中断）中は保温モード制御によって触媒温度がPM燃焼温度に維持されるため、その後にSOxパージ制御を再開する際の燃料消費量を効果的に低減することができる。

[0058] [SOxパージ制御・保温モード制御の終了判定]

SOxパージ・保温モード終了処理部72は、本開示の終了処理手段であって、NOx吸蔵還元型触媒32のSOx吸蔵量、保温モード制御やSOxパージ制御の累積実行時間等に基づいて、保温モード制御やSOxパージ制御を終了させる終了処理を実行する。以下、図8に基づいて、各終了処理パターンの詳細を説明する。なお、本開示において、保温モード制御やSOxパージ制御を終了させる終了処理とは、保温モード制御やSOxパージ制御などの制御を終了させて、通常のリーン運転を再開する処理と定義される。

[0059] [終了パターンA]

図8に示すパターンAは、NOx吸蔵還元型触媒32のSOx被毒回復によってSOxパージ制御を終了させる一例である。SOxパージ制御の実行によってNOx吸蔵還元型触媒32のSOx吸蔵量SAがSOx被毒回復を示す所定の第1吸蔵量閾値SA₁まで低下した場合は、SOxパージリッチフラグF_{SPR}をオフ（ $F_{SPR} = 0$ ）にして、保温モード制御に移行することなくSOxパージ制御を終了させて、リーン運転を再開する。NOx吸蔵還元型触媒32のSOx吸蔵量SAは、例えば、エンジン10の運転状態やNOx／ラムダセンサ45のセンサ値等を入力信号として含むモデル式やマップ等に基づいて推定すればよい。第1吸蔵量閾値SA₁は、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている。

[0060] [終了パターンB]

図8に示すパターンBは、SOxパージ制御をSOx被毒回復に関係なく時間制限によって終了させる一例である。SOxパージ制御の開始からタイマによって計時した累積実行時間 T_{SPR_sum} が所定の第1上限閾値時間 T_{SPR_Lim} に達した場合は、保温モード制御を実行することなく、SOxパージリッチフラグ F_{SPR} をオフ(F_{SP} , $F_{SPR}=0$)にしてSOxパージ制御を終了させる。第1上限閾値時間 T_{SPR_Lim1} は、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている。

[0061] [終了パターンC]

図8に示すパターンCは、「SOxパージ可能領域外」判定によって保温モード制御が継続された場合に、保温モード制御を上限時間で終了させる一例である。保温モード制御の開始からタイマによって計時した累積実行時間 T_{SPK_sum} が所定の第2上限閾値時間 T_{SPK_Lim2} に達した場合は、SOxパージ制御に移行することなく、保温モードフラグ F_{SPK} をオフ($F_{SPK}=0$)にして、保温モード制御を終了させる。第2上限閾値時間 T_{SPK_Lim2} は、第1上限閾値時間 T_{SPR_Lim1} よりも短い時間であって、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている($T_{SPK_Lim2} < T_{SPR_Lim1}$)。

[0062] [終了パターンD]

図8に示すパターンDは、「SOxパージ可能領域外」判定によって保温モード制御が継続された場合に、SOx吸蔵量が所定量までしか減少していないが保温モード制御を上限時間で終了させる一例である。保温モード制御の実行中にSOx吸蔵量 SA が所定の第2吸蔵量閾値 SA_2 よりも低下したが、保温モード制御の開始からタイマによって計時した累積実行時間 T_{SPK_sum} が所定の第3上限閾値時間 T_{SPK_Lim3} に達した場合は、SOxパージ制御に移行することなく、保温モードフラグ F_{SPK} をオフ($F_{SPK}=0$)にして終了させる。第2吸蔵量閾値 SA_2 は、第1吸蔵量閾値 SA_1 よりも多い値であって、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている($SA_2 > SA_1$)。第3上限閾値時間 T_{SPK_Lim3} は、第2上限閾値時間 T_{SPK_L}

i_{m2} よりも短い時間であって、予め実験等により取得して予めECU50のメモリに格納されている ($T_{SPK_Lim3} < T_{SPK_Lim2} < T_{SPR_Lim1}$)。

[0063] [終了パターンE]

図8に示すパターンEは、SOxパージリッチ制御及びSOxパージリッチ制御の累積時間の総和 (SOxパージ制御の累積時間) が上限時間に達したことで終了させる一例である。SOxパージ制御の累積実行時間 T_{SP_sum} が所定の第4上限閾値時間 T_{Lim4} に達した場合は、SOxパージフラグ F_{SP} をオフ ($F_{SP} = 0$) にして、SOxパージ制御を終了させる。第4上限閾値時間 T_{Lim4} は、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている。

[0064] [終了パターンF]

図8に示すパターンFは、保温モード制御の実行時間が上限時間に達したことで終了させる一例である。保温モード制御の累積実行時間 T_{SPK_sum} が所定の第5上限閾値時間 T_{Lim5} に達した場合は、保温モードフラグ F_{SPK} をオフ ($F_{SP} = 0$, $F_{SPK} = 0$) にして、保温モード制御を終了させる。第5上限閾値時間 T_{Lim5} は、予め実験等により取得してECU50のメモリに格納されている。

[0065] このように、本実施形態では、SOxパージ制御及び、保温モード制御の終了条件に累積実行時間の上限を設けたことで、これら制御の継続的な実行による燃料消費量の増加や排気過昇温、PM異常燃焼や触媒熱劣化等を効果的に防止することができる。

[0066] [MAF追従制御]

MAF追従制御部80は、(1) フィルタ再生制御終了からSOxパージ制御開始によるリッチ状態への切り替え期間及び、(2) SOxパージ制御終了によるリッチ状態からリーン状態への切り替え期間に、各インジェクタ11の燃料噴射タイミング及び燃料噴射量をMAF変化に応じて補正する制御 (以下、この制御をMAF追従制御という) を実行する。

[0067] SOxパージリッチ制御の空気系動作によってエンジン10の燃焼室内に

大量のEGRガスが導入されると、通常運転のリーン状態と同じ燃料噴射タイミングでは着火遅れが生じる。そのため、リーン状態からリッチ状態に切り替える場合は、噴射タイミングを所定量ほど進角させる必要がある。また、リッチ状態から通常のリーン状態に切り替える際は、噴射タイミングを遅角により通常の噴射タイミングに戻す必要がある。しかしながら、噴射タイミングの進角や遅角は、空気系動作よりも迅速に行われる。このため、空気系動作によって空気過剰率が目標空気過剰率に達する前に噴射タイミングの進角や遅角が完了してしまい、NO_x発生量や燃焼騒音やトルク等の急増加によるドライバビリティの悪化を招く課題がある。

[0068] このような現象を回避すべく、図9、10のフローチャートに示すように、MAF変化に応じて噴射タイミングの進角や遅角、噴射量を増減補正するMAF追従制御を実行する。

[0069] まず、図9に基づいて、リーン状態からリッチ状態への切り替え期間のMAF追従制御を説明する。

[0070] ステップS100で、SO_xパージフラグF_{SP}がオンにされると、ステップS110では、MAF追従制御の経過時間を計測すべくタイマによる計時が開始される。

[0071] ステップS120では、切り替え後（リッチ状態）のMAF目標値MAF_{SP_L_Trgt}から切り替え前（リーン状態）のMAF目標値MAF_{L_Trgt}を減算することで、切り替え前後のMAF目標値変化量 $\Delta \text{MAF}_{\text{Trgt}}$ （ $= \text{MAF}_{\text{SP_L_Trgt}} - \text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ ）が演算される。

[0072] ステップS130では、現在の実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{\text{Ratio}}$ が演算される。より詳しくは、MAFセンサ40で検出される現在の実MAF値MAF_{Act}から切り替え前のMAF目標値MAF_{L_Trgt}を減算することで、MAF追従制御の開始から現在までの実MAF変化量 $\Delta \text{MAF}_{\text{Act}}$ （ $= \text{MAF}_{\text{Act}} - \text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ ）が演算される。そして、この実MAF変化量 $\Delta \text{MAF}_{\text{Act}}$ を切り替え前後のMAF目標値変化量 $\Delta \text{MAF}_{\text{Trgt}}$ で除算することで、実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{\text{Ratio}}$ （ $= \Delta \text{MAF}_{\text{Act}} / \Delta \text{MAF}_{\text{Trgt}}$ ）が演算される。

- [0073] ステップS140では、現在の実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{\text{Ratio}}$ に応じて、各インジェクタ11の噴射タイミングを進角又は遅角させる係数（以下、噴射タイミング追従係数 Comp_1 と称する）及び、各インジェクタ11の噴射量を増加又は減少させる係数（以下、噴射量追従係数 Comp_2 と称する）が設定される。より詳しくは、ECU50の図示しない記憶部には、予め実験等により作成した実MAF変化率 $\text{MAF}_{\text{Ratio}}$ と噴射タイミング追従係数 Comp_1 との関係を規定した噴射タイミング追従係数設定マップM1及び、実MAF変化率 $\text{MAF}_{\text{Ratio}}$ と噴射量追従係数 Comp_2 との関係を規定した噴射量追従係数設定マップM2が記憶されている。噴射タイミング追従係数 Comp_1 及び、噴射量追従係数 Comp_2 は、これらのマップM1、M2から、ステップS130で演算した実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{\text{Ratio}}$ に対応する値をそれぞれ読み取ることで設定される。
- [0074] ステップS150では、目標進角量に噴射タイミング追従係数 Comp_1 を乗じた分だけ各インジェクタ11の噴射タイミングが進角されると共に、目標噴射増加量に噴射量追従係数 Comp_2 を乗じた分だけ各インジェクタ11も燃料噴射量が増加される。
- [0075] その後、ステップS160では、MAFセンサ40で検出される現在の実MAF値 MAF_{Act} が切り替え後（リッチ状態）のMAF目標値 $\text{MAF}_{\text{SPL_Trgt}}$ に達したか否かが判定される。実MAF値 MAF_{Act} がMAF目標値 $\text{MAF}_{\text{SPL_Trgt}}$ に達していない場合（No）は、ステップS170を経由してステップS130に戻される。すなわち、実MAF値 MAF_{Act} がMAF目標値 $\text{MAF}_{\text{SPL_Trgt}}$ になるまで、ステップS130～S150の処理を繰り返すことで、時々刻々と変化する実MAF変化率 $\text{MAF}_{\text{Ratio}}$ に応じた噴射タイミングの進角及び、噴射量の増加が継続される。ステップS170の処理についての詳細は後述する。一方、ステップS160の判定で、実MAF値 MAF_{Ref} がMAF目標値 $\text{MAF}_{\text{SPL_Trgt}}$ に達すると（Yes）、本制御は終了する。
- [0076] ステップS170では、MAF追従制御の開始からタイマによって計時さ

れた累積時間 T_{Sum} が、所定の上限時間 T_{Max} を超えたか否かが判定される。

[0077] リーン状態からリッチ状態に移行する際に、バルブ制御遅れ等の影響で実 MAF 値 MAF_{Ref} が移行期間中の MAF 目標値 MAF_{L-R_Trgt} に追いつけず、実 MAF 値 MAF_{Ref} が MAF 目標値 MAF_{L-R_Trgt} よりも低い状態に維持される場合がある（時刻 $t_1 \sim t_2$ 参照）。このような状態で MAF 追従制御を継続すると、実際の燃料噴射量が目標噴射量まで増加されず、エンジン 10 の燃焼が不安定になり、トルク変動やドライバビリティーの悪化等を招く可能性がある。

[0078] 本実施形態では、このような現象を回避すべく、ステップ S 170 にて、累積時間 T_{Sum} が上限時間 T_{Max} を超えたと判定された場合（Yes）、すなわち、実 MAF 値 MAF_{Ref} が所定時間継続して所定値以上変化しなかった場合は、ステップ S 180 に進み、噴射タイミング追従係数 $Comp_1$ 及び、噴射量追従係数 $Comp_2$ を強制的に「1」に設定する。これにより、 MAF 追従制御が強制的に終了されて、トルク変動やドライバビリティーの悪化を効果的に防止することができる。

[0079] 次に、図 10 に基づいて、リッチ状態からリーン状態への切り替え時の MAF 追従制御を説明する。

[0080] ステップ S 200 で、 SOx パージフラグ F_{SP} がオフにされると、ステップ S 210 では、 MAF 追従制御の経過時間を計測すべくタイマによる計時が開始される。

[0081] ステップ S 220 では、切り替え後（リーン状態）の MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} から切り替え前（リッチ状態）の MAF 目標値 MAF_{SPL_Trgt} を減算することで、切り替え前後の MAF 目標値変化量 ΔMAF_{Trgt} ($=MAF_{L_Trgt} - MAF_{SPL_Trgt}$) が算出される。

[0082] ステップ S 230 では、現在の実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} が演算される。より詳しくは、 MAF センサ 40 で検出される現在の実 MAF 値 MAF_{Act} から切り替え前の MAF 目標値 MAF_{SPL_Trgt} を減算することで、 MAF 追従制御も開始から現在までの実 MAF 変化量 ΔMAF_{Act} ($=MAF_{Act} - M$

MAF_{SPL_Trgt}) が演算される。そして、この実 MAF 変化量 ΔMAF_{Act} を切り替え前後の MAF 目標値変化量 ΔMAF_{Trgt} で除算することで、実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} ($= \Delta MAF_{Act} / \Delta MAF_{Trgt}$) が演算される。

[0083] ステップ S 2 4 0 では、噴射タイミング追従係数設定マップ M 1 から実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} に対応する値が噴射タイミング追従係数 $Comp_1$ として読み取られると共に、噴射量追従係数設定マップ M 2 から実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} に対応する値が噴射量追従係数 $Comp_2$ として読み取られる。

[0084] ステップ S 2 5 0 では、目標遅角量に噴射タイミング追従係数 $Comp_1$ を乗じた分だけ各インジェクタ 1 1 の噴射タイミングが遅角されると共に、目標噴射減少量に噴射量追従係数 $Comp_2$ を乗じた分だけ各インジェクタ 1 1 も燃料噴射量が減少される。

[0085] その後、ステップ S 2 6 0 では、 MAF センサ 4 0 で検出される現在の実 MAF 値 MAF_{Act} が切り替え後 (リーン状態) の MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} に達したか否かが判定される。実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} に達していない場合 (No) は、ステップ S 2 7 0 を経由してステップ S 2 3 0 に戻される。すなわち、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} になるまで、ステップ S 2 3 0 ~ S 2 5 0 の処理を繰り返すことで、時々刻々と変化する実 MAF 変化率 MAF_{Ratio} に応じた噴射タイミングの遅角及び、噴射量の減少が継続される。ステップ S 2 7 0 の処理についての詳細は後述する。一方、ステップ S 2 6 0 の判定で、実 MAF 値 MAF_{Ref} が MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} に達すると (Yes)、本制御は終了する。

[0086] ステップ S 2 7 0 では、 MAF 追従制御の開始からタイマによって計時された累積時間 T_{Sum} が、所定の上限時間 T_{Max} を超えたか否かが判定される。

[0087] リッチ状態からリーン状態に移行する際に、バルブ制御遅れ等の影響で実 MAF 値 MAF_{Ref} が移行期間中の MAF 目標値 MAF_{L-R_Trgt} に追いつけず、実 MAF 値 MAF_{Ref} が MAF 目標値 MAF_{L-R_Trgt} よりも高い状態を維持する場合がある (時刻 $t_1 \sim t_2$ 参照)。このような状態で MAF 追従制

御を継続すると、実際の燃料噴射量が目標噴射量よりも多くなり、トルク変動やドライバビリティーの悪化等を招く可能性がある。

- [0088] 本実施形態では、このような現象を回避すべく、ステップS 270にて、累積時間 T_{sum} が上限時間 T_{max} を超えたと判定された場合（Yes）、すなわち、実MAF値 MAF_{Ref} が所定時間継続して所定値以上変化しなかった場合は、ステップS 280に進み、噴射タイミング追従係数 $Comp_1$ 及び、噴射量追従係数 $Comp_2$ を強制的に「1」に設定する。これにより、MAF追従制御が強制的に終了されて、トルク変動やドライバビリティーの悪化を効果的に防止することができる。

- [0089] [噴射量学習補正]

図11に示すように、噴射量学習補正部90は、学習補正係数演算部91と、噴射量補正部92とを有する。

- [0090] 学習補正係数演算部91は、エンジン10のリーン運転時にNOx／ラムダセンサ45で検出される実ラムダ値 λ_{Act} と、推定ラムダ値 λ_{Est} との誤差 $\Delta\lambda$ に基づいて燃料噴射量の学習補正係数 F_{Corr} を演算する。排気がリーン状態のときは、排気中のHC濃度が非常に低いので、酸化触媒31でHCの酸化反応による排気ラムダ値の変化は無視できるほど小さい。このため、酸化触媒31を通過して下流側のNOx／ラムダセンサ45で検出される排気中の実ラムダ値 λ_{Act} と、エンジン10から排出された排気中の推定ラムダ値 λ_{Est} とは一致すると考えられる。すなわち、これら実ラムダ値 λ_{Act} と推定ラムダ値 λ_{Est} とに誤差 $\Delta\lambda$ が生じた場合は、各インジェクタ11に対する指示噴射量と実噴射量との差によるものと仮定することができる。以下、この誤差 $\Delta\lambda$ を用いた学習補正係数演算部91による学習補正係数の演算処理を図12のフローに基づいて説明する。

- [0091] ステップS 300では、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に基づいて、エンジン10がリーン運転状態にあるか否かが判定される。リーン運転状態にあれば、学習補正係数の演算を開始すべく、ステップS 310に進む。

- [0092] ステップS310では、推定ラムダ値 λ_{Est} からNOx／ラムダセンサ45で検出される実ラムダ値 λ_{Act} を減算した誤差 $\Delta\lambda$ に、学習値ゲイン K_1 及び補正感度係数 K_2 を乗じることで、学習値 $F_{CorrAdpt}$ が演算される（ $F_{CorrAdpt} = (\lambda_{Est} - \lambda_{Act}) \times K_1 \times K_2$ ）。推定ラムダ値 λ_{Est} は、エンジン回転数 N_e やアクセル開度 Q に応じたエンジン10の運転状態から推定演算される。また、補正感度係数 K_2 は、図11に示す補正感度係数マップ91AからNOx／ラムダセンサ45で検出される実ラムダ値 λ_{Act} を入力信号として読み取られる。
- [0093] ステップS320では、学習値 $F_{CorrAdpt}$ の絶対値 $|F_{CorrAdpt}|$ が所定の補正限界値 A の範囲内にあるか否かが判定される。絶対値 $|F_{CorrAdpt}|$ が補正限界値 A を超えている場合、本制御はリターンされて今回の学習を中止する。
- [0094] ステップS330では、学習禁止フラグ F_{Pro} がオフか否かが判定される。学習禁止フラグ F_{Pro} としては、例えば、エンジン10の過渡運転時、SOxパージ制御時（ $F_{SP} = 1$ ）等が該当する。これらの条件が成立する状態では、実ラムダ値 λ_{Act} の変化によって誤差 $\Delta\lambda$ が大きくなり、正確な学習を行えないためである。エンジン10が過渡運転状態にあるか否かは、例えば、NOx／ラムダセンサ45で検出される実ラムダ値 λ_{Act} の時間変化量に基づいて、当該時間変化量が所定の閾値よりも大きい場合に過渡運転状態と判定すればよい。
- [0095] ステップS340では、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に基づいて参照される学習値マップ91B（図11参照）が、ステップS310で演算された学習値 $F_{CorrAdpt}$ に更新される。より詳しくは、この学習値マップ91B上には、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に応じて区画された複数の学習領域が設定されている。これら学習領域は、好ましくは、使用頻度が多い領域ほどその範囲が狭く設定され、使用頻度が少ない領域ほどその範囲が広く設定されている。これにより、使用頻度が多い領域では学習精度が向上され、使用頻度が少ない領域では未学習を効果的に防止することが可

能になる。

- [0096] ステップS350では、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q を入力信号として学習値マップ91Bから読み取った学習値に「1」を加算することで、学習補正係数 F_{Corr} が演算される ($F_{Corr} = 1 + F_{CorrAdpt}$)。この学習補正係数 F_{Corr} は、図11に示す噴射量補正部92に入力される。
- [0097] 噴射量補正部92は、パイロット噴射 Q_{Pilot} 、プレ噴射 Q_{Pre} 、メイン噴射 Q_{Main} 、アフタ噴射 Q_{After} 、ポスト噴射 Q_{Post} の各基本噴射量に学習補正係数 F_{Corr} を乗算することで、これら燃料噴射量の補正を実行する。
- [0098] このように、推定ラムダ値 λ_{Est} と実ラムダ値 λ_{Act} との誤差 $\Delta\lambda$ に応じた学習値で各インジェクタ11に燃料噴射量を補正することで、各インジェクタ11の経年劣化や特性変化、個体差等のバラツキを効果的に排除することが可能になる。
- [0099] [MAF補正係数]
- MAF補正係数演算部95は、SOxパージ制御時のMAF目標値 MAF_{SP_Tgt} や目標噴射量 Q_{SPR_Tgt} の設定に用いられるMAF補正係数 $Ma f_{_corr}$ を演算する。
- [0100] 本実施形態において、各インジェクタ11の燃料噴射量は、NOx／ラムダセンサ45で検出される実ラムダ値 λ_{Act} と推定ラムダ値 λ_{Est} との誤差 $\Delta\lambda$ に基づいて補正される。しかしながら、ラムダは空気と燃料の比であるため、誤差 $\Delta\lambda$ の要因が必ずしも各インジェクタ11に対する指示噴射量と実噴射量との差の影響のみとは限らない。すなわち、ラムダの誤差 $\Delta\lambda$ には、各インジェクタ11のみならずMAFセンサ40の誤差も影響している可能性がある。
- [0101] 図13は、MAF補正係数演算部95によるMAF補正係数 $Ma f_{_corr}$ の設定処理を示すブロック図である。補正係数設定マップ96は、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q に基づいて参照されるマップであって、これらエンジン回転数 N_e とアクセル開度 Q とに対応したMAFセンサ40のセンサ特性を示すMAF補正係数 $Ma f_{_corr}$ が予め実験等に基づいて設定されて

いる。

[0102] MAF補正係数演算部95は、エンジン回転数 N_e 及びアクセル開度 Q を入力信号として補正係数設定マップ96からMAF補正係数 $Ma f_corr$ を読み取ると共に、このMAF補正係数 $Ma f_corr$ をMAF目標値演算部62及び噴射量目標値演算部66に送信する。これにより、SOxパージ制御時のMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} や目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} の設定に、MAFセンサ40のセンサ特性を効果的に反映することが可能になる。

[0103] [その他]

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変形して実行することが可能である。

[0104] 本出願は、2015年3月11日付で出願された日本国特許出願（2015-048308）及び2015年03月11日付で出願された日本国特許出願（特願2015-048309）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0105] 本発明の排気浄化システム及び排気浄化方法は、SOxパージ又は保温モードの継続的な実行により引き起こされる触媒熱劣化や燃費の悪化を効果的に防止することができるという点において有用である。

符号の説明

- [0106] 10 エンジン
11 インジェクタ
12 吸気通路
13 排気通路
16 吸気スロットルバルブ
24 EGRバルブ
31 酸化触媒
32 NOx吸蔵還元型触媒
33 フィルタ
34 排気管噴射装置

40 MAFセンサ

45 NO_x/ラムダセンサ

50 ECU

請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の排気通路に設けられ、前記排気通路内を流れる排気中の NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒と、
- 燃料を噴射するように構成された噴射系を制御することで少なくとも前記燃料の燃料噴射量を増加させる噴射系制御によって前記排気の排気温度を前記排気中に含まれる硫黄酸化物が離脱する所定の第1目標温度まで上昇させることで、前記 NO_x 還元型触媒を硫黄被毒から回復させる触媒再生制御を実行する触媒再生手段と、
- 前記内燃機関の運転状態に応じて前記触媒再生制御の実行を禁止する禁止手段と、
- 前記禁止手段による前記触媒再生制御の禁止期間に前記燃料噴射量を制御して排気温度を前記第1目標温度よりも低い所定の第2目標温度に維持させる触媒保温制御を実行する保温制御手段と、を備える排気浄化システム。
- [請求項2] 前記禁止手段は、前記内燃機関の回転数が所定の回転数上限閾値よりも上昇すると、前記触媒再生制御の実行を禁止する請求項1に記載の排気浄化システム。
- [請求項3] 前記禁止手段は、前記内燃機関のインジェクタの燃料噴射量が所定の噴射量上限閾値よりも増加すると、前記触媒再生制御の実行を禁止する請求項1又は2に記載の排気浄化システム。
- [請求項4] 前記禁止手段は、前記 NO_x 還元型触媒の触媒温度が前記第2目標温度よりも低下すると、前記触媒再生制御の実行を禁止する請求項1から3の何れか一項に記載の排気浄化システム。
- [請求項5] 前記排気通路に設けられて排気中の粒子状物質を捕集するフィルタと、
- 燃料噴射量を増加させて排気温度を前記フィルタに堆積した粒子状物質の燃焼温度まで上昇させるフィルタ再生制御を実行するフィルタ

再生手段と、をさらに備え、

前記触媒再生手段は、前記フィルタ再生手段によるフィルタ再生制御が終了すると前記触媒再生制御を開始し、前記触媒保温制御に用いられる前記第2目標温度が、粒子状物質の燃焼温度に設定される

請求項1から4の何れか一項に記載の排気浄化システム。

[請求項6] 前記触媒再生制御の実行によって前記NO_x還元型触媒の硫黄吸蔵量が所定の第1吸蔵量閾値まで低下した場合、当該触媒再生制御を前記触媒保温制御に移行することなく終了させる終了処理手段を備える請求項1に記載の排気浄化システム。

[請求項7] 前記終了処理手段は、前記触媒再生制御の実行中に前記噴射系制御の累積実行時間が所定の第1上限閾値時間に達した場合、当該触媒再生制御を前記触媒保温制御に移行することなく終了させる請求項1に記載の排気浄化システム。

[請求項8] 前記終了処理手段は、前記触媒保温制御の累積実行時間が前記第1上限閾値時間よりも短い所定の第2上限閾値時間に達した場合、当該触媒保温制御を終了させる請求項7に記載の排気浄化システム。

[請求項9] 前記終了処理手段は、前記NO_x還元型触媒の硫黄吸蔵量が前記第1吸蔵量閾値よりも少ない所定の第2吸蔵量閾値まで低下し、且つ、前記触媒保温制御の累積実行時間が前記第2上限閾値時間よりも短い所定の第3上限閾値時間に達した場合、当該触媒保温制御を終了させる請求項8に記載の排気浄化システム。

[請求項10] 前記触媒再生手段は、前記内燃機関の空気流量を減少させる空気系制御と、前記噴射系制御とを併用して前記触媒再生制御を実行し、前記終了処理手段は、前記空気系制御及び前記噴射系制御の累積実行時間が所定の第4上限閾値時間に達した場合、当該触媒再生制御を前記触媒保温制御に移行することなく終了させる

請求項 6 から 9 の何れか一項に記載の排気浄化システム。

[請求項11]

前記終了処理手段は、前記触媒保温制御の累積実行時間が所定の第 5 上限閾値時間に達すると、当該触媒保温制御を終了させる

請求項 6 から 10 の何れか一項に記載の排気浄化システム。

[請求項12]

内燃機関の排気通路に設けられ、前記排気通路内を流れる排気中の NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒を備える排気浄化システムの制御方法であって、

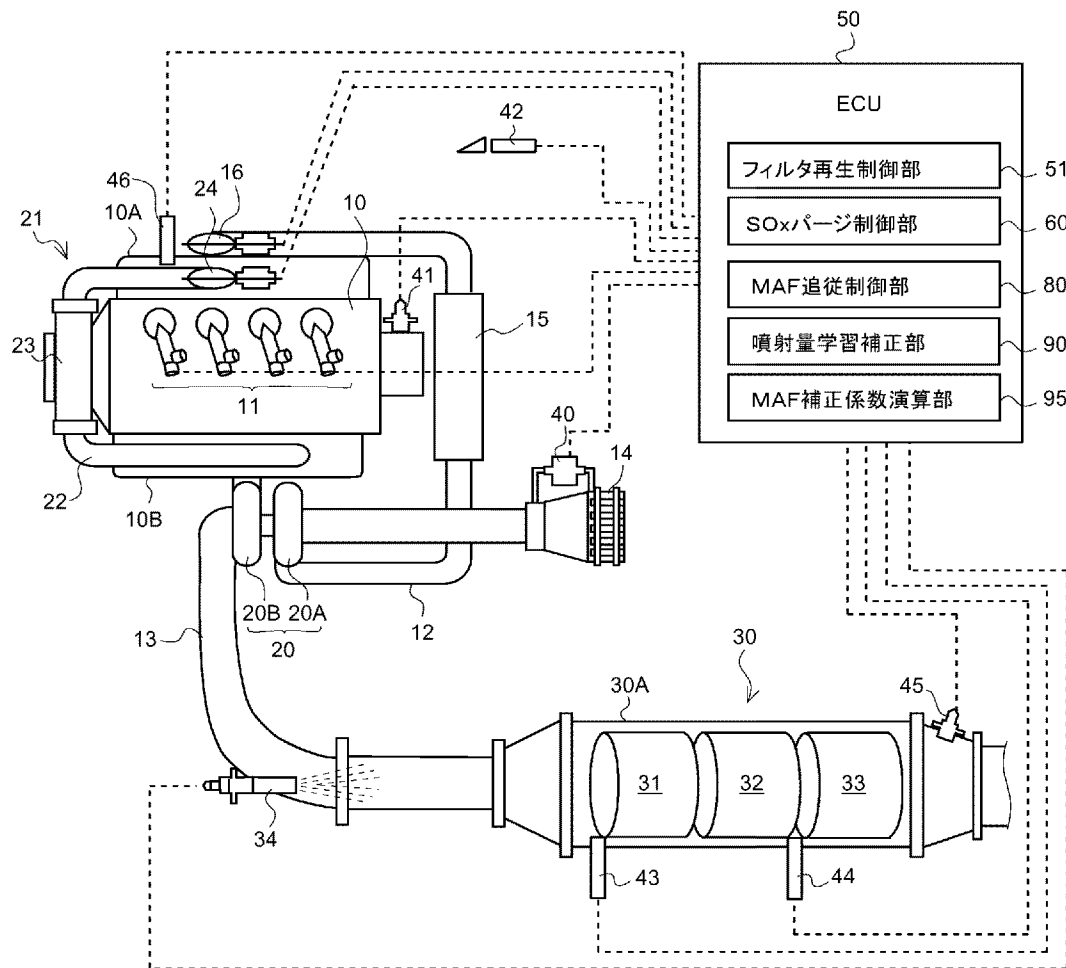
燃料を噴射するように構成された噴射系を制御することで少なくとも前記燃料の燃料噴射量を増加させる噴射系制御によって前記排気の排気温度を前記排気中に含まれる硫黄酸化物が離脱する所定の第 1 目標温度まで上昇させることで、前記 NO_x 還元型触媒を硫黄被毒から回復させる触媒再生制御を実行する触媒再生処理と、

前記内燃機関の運転状態に応じて前記触媒再生制御の実行を禁止する禁止処理と、

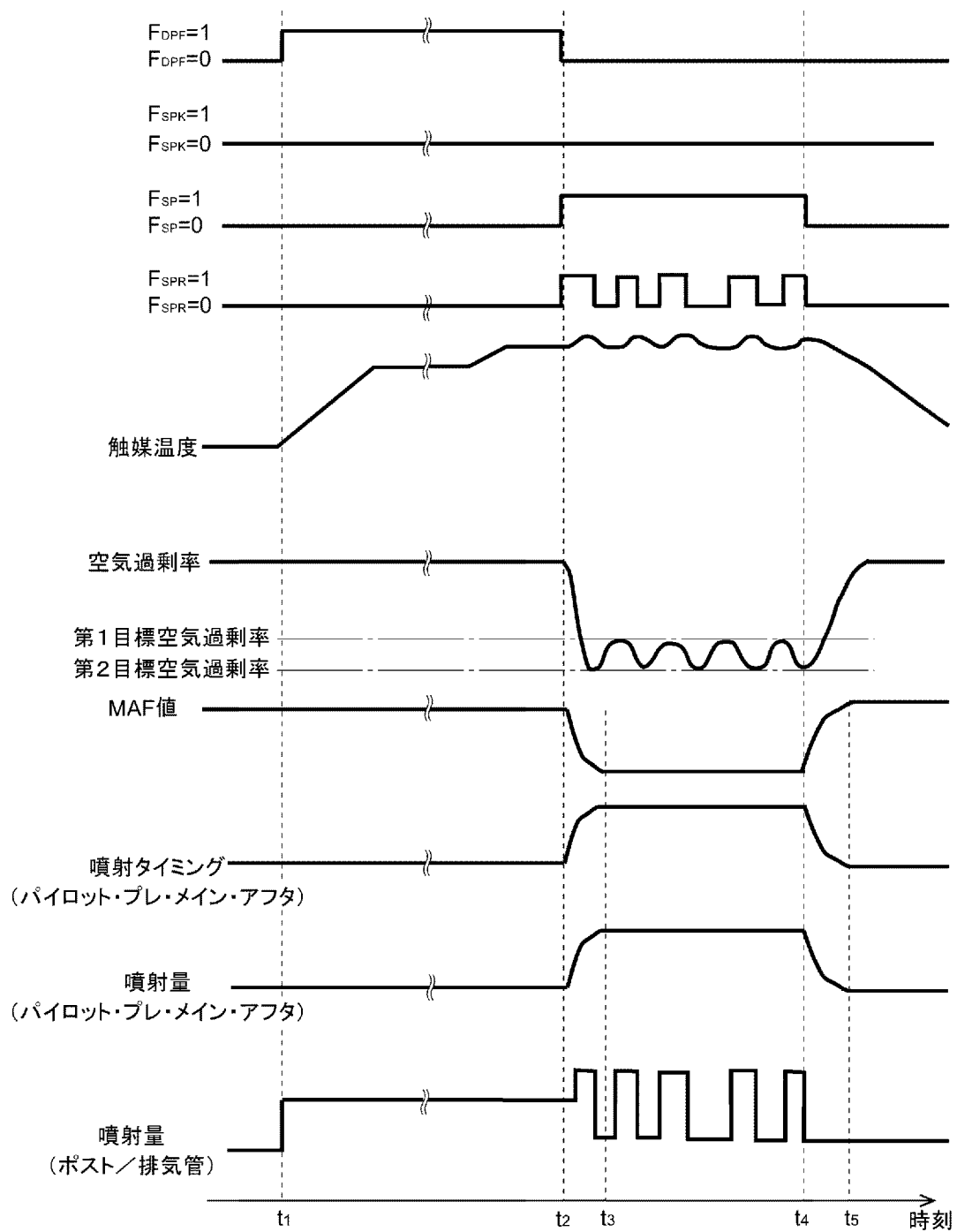
前記禁止処理による前記触媒再生制御の禁止期間に前記燃料噴射量を制御して排気温度を前記第 1 目標温度よりも低い所定の第 2 目標温度に維持させる触媒保温制御を実行する保温制御処理と、

を含む排気浄化システムの制御方法。

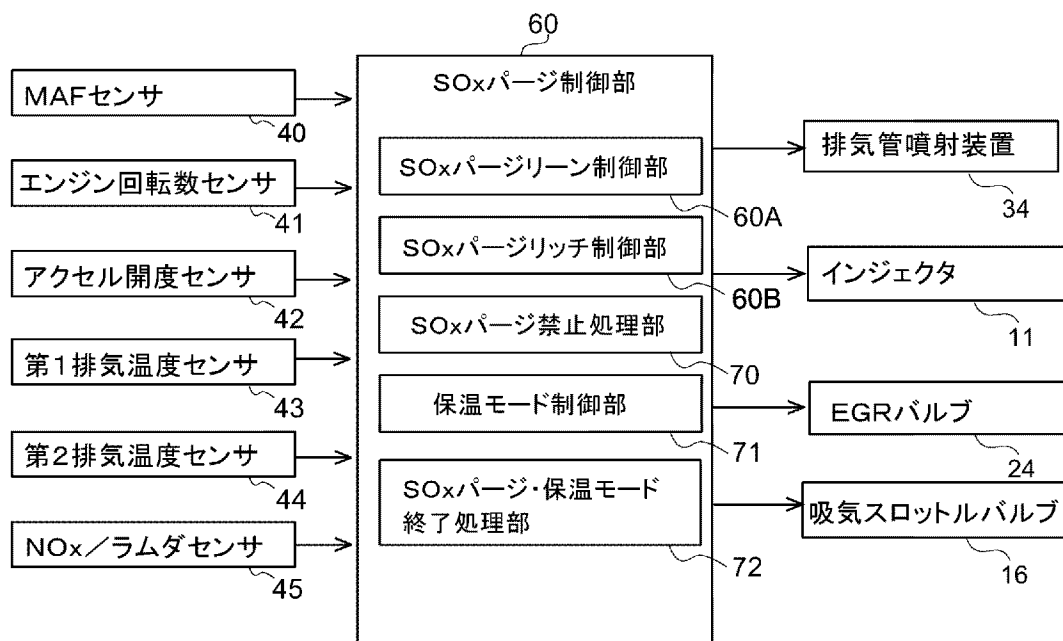
[図1]



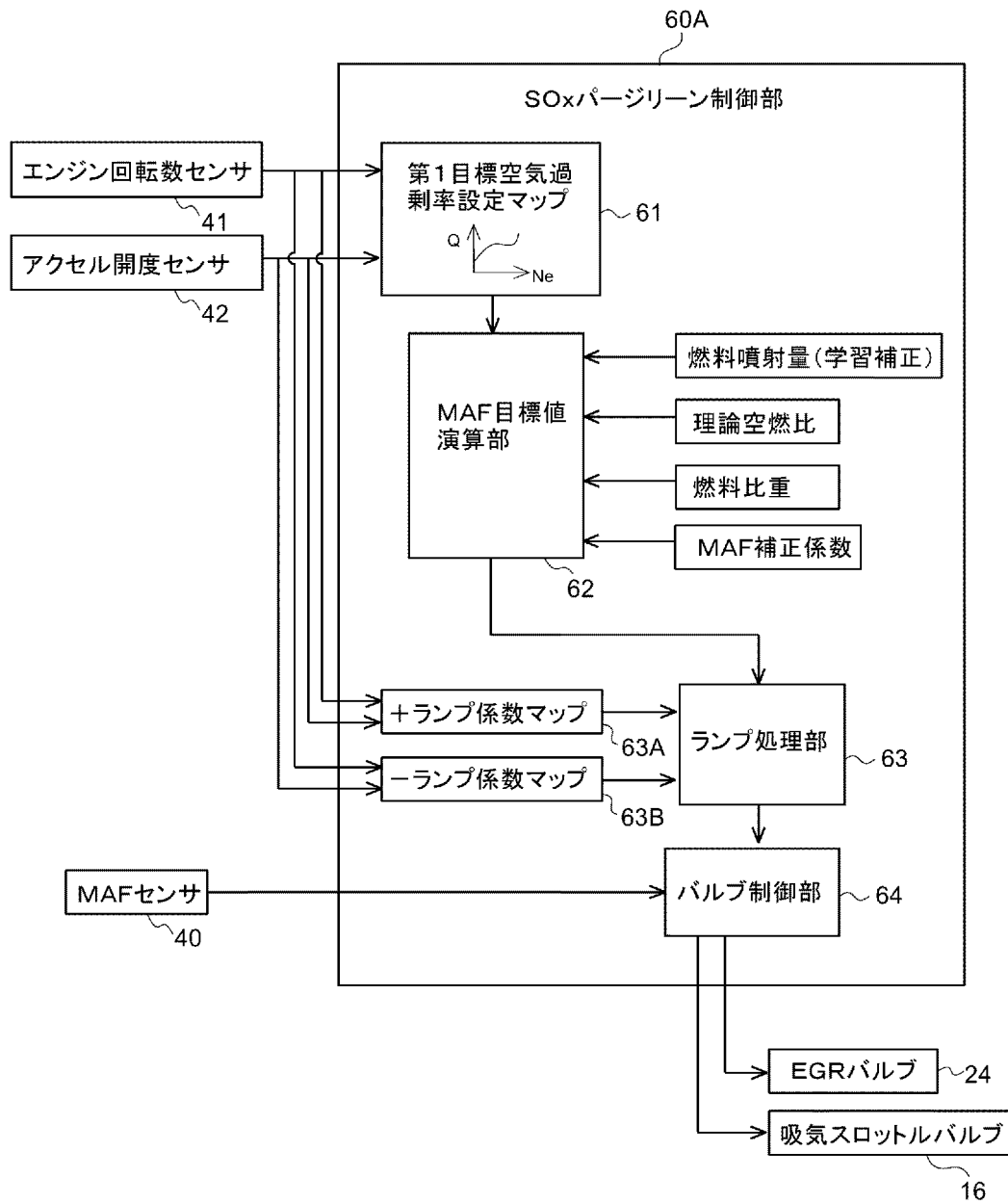
[図2]



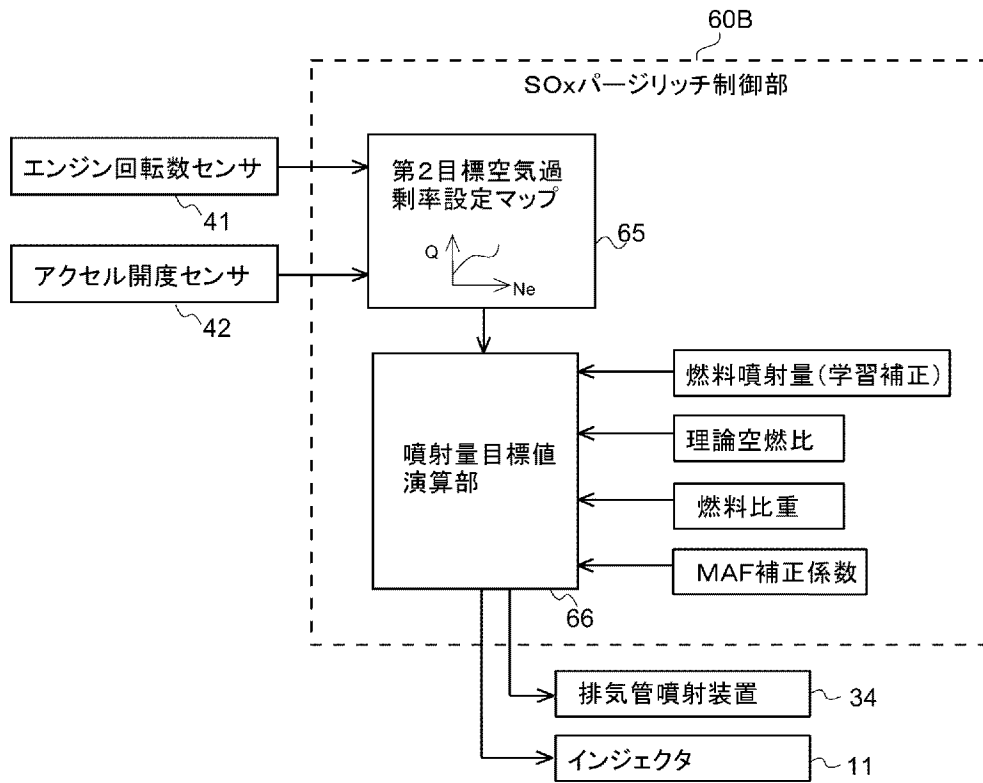
[図3]



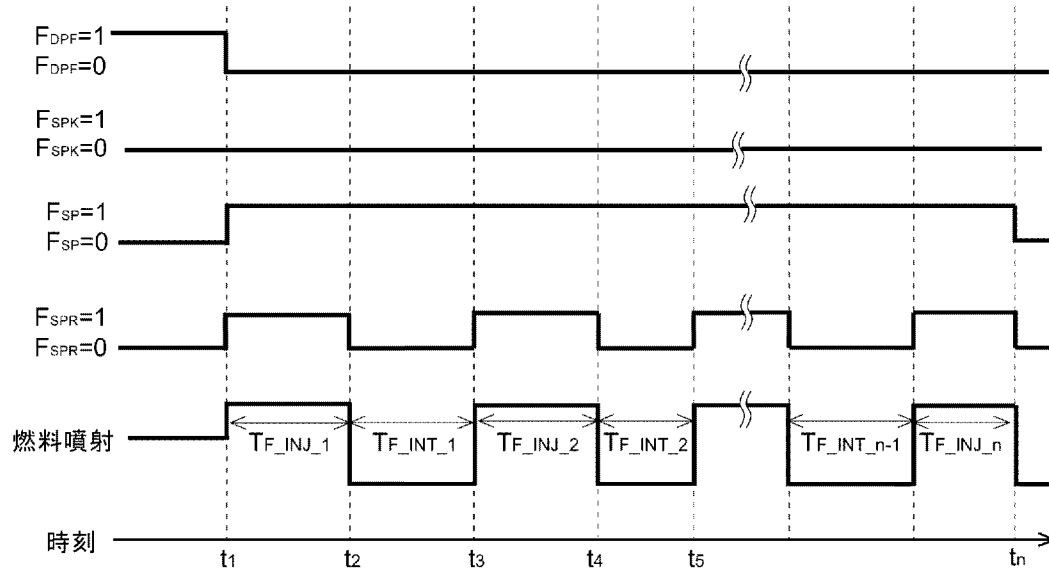
[図4]



[図5]



[図6]



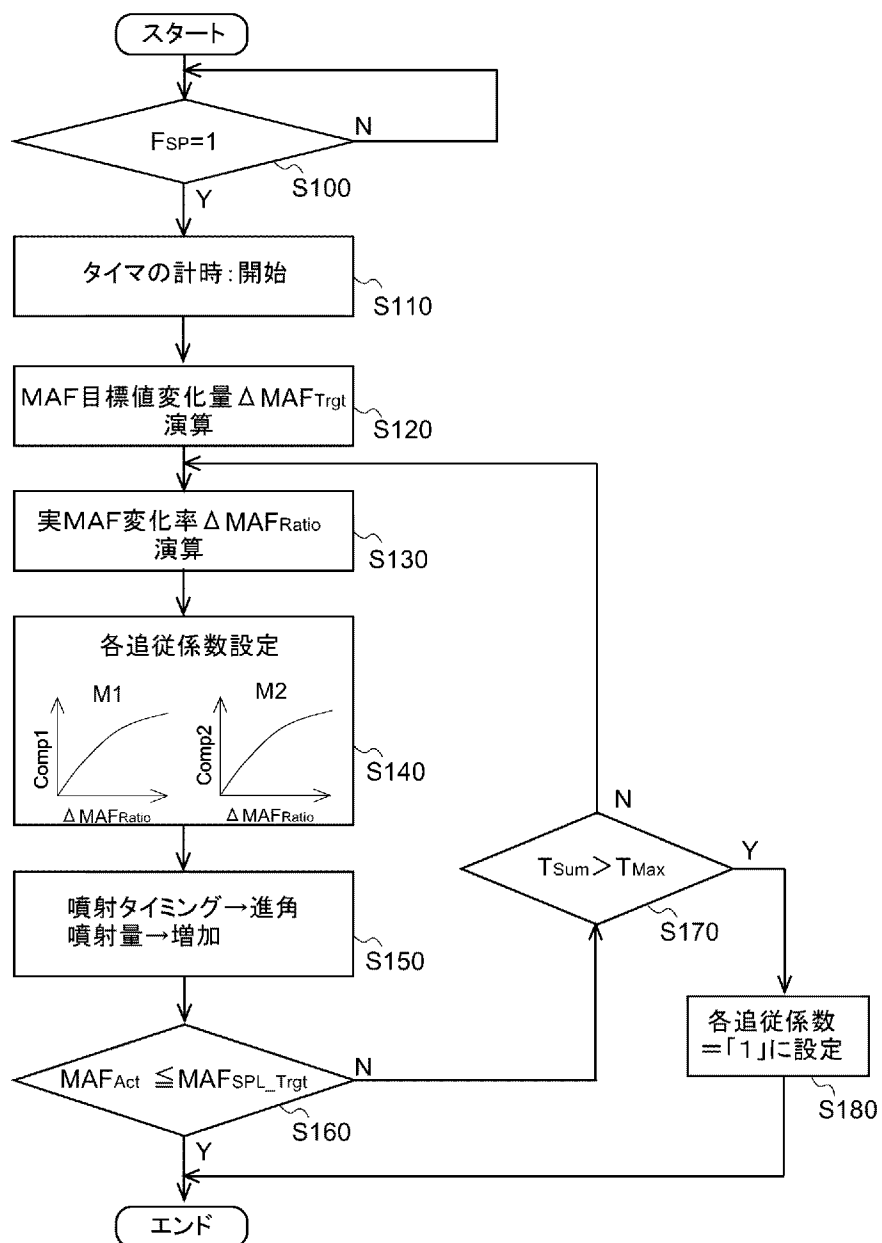
[図7]

	フィルタ再生制御	保温モード制御	SOxパージ リーン制御	SOxパージ リッチ制御	条件
パターンA	$F_{DPF}=0$ 				SOxパージ 可能領域外
パターンB	$F_{DPF}=0$ 				SOxパージ 可能領域内
パターンC			$F_{SPR}=0$ 		SOxパージ 可能領域内
パターンD		$F_{SPK}=1$ 			SOxパージ 可能領域外

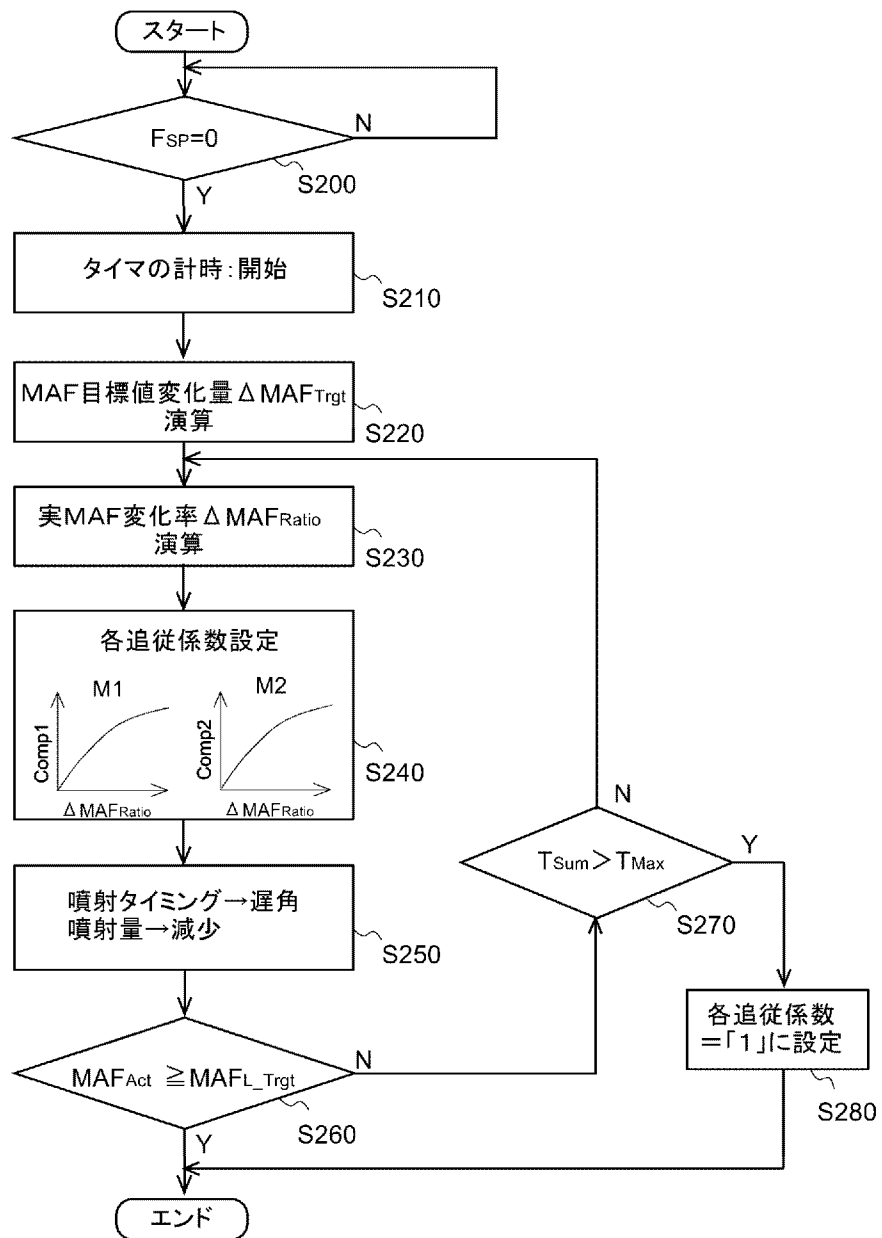
[図8]

	リーン運転	保温モード制御	SOxパージ リーン制御	SOxパージ リッチ制御	条件
パターンA				$F_{SPR}=0$ 	$SA \leq SA_1$
パターンB				$F_{SPR}=0$ 	$T_{SPR_sum} \geq T_{SPR_Lim1}$
パターンC		$F_{SPK}=0$ 			$T_{SPK_sum} \geq T_{SPK_Lim2}$
パターンD		$F_{SPK}=0$ 			$SA \leq SA_2$ and $T_{SPK_sum} \geq T_{SPK_Lim3}$
パターンE		$F_{SPK}=0$ 	$F_{SP}=0$ 	$F_{SPR}=0$ 	$T_{SP_sum} \geq T_{Lim4}$
パターンF		$F_{SPK}=0$ 			$T_{SPK_sum} \geq T_{Lim5}$

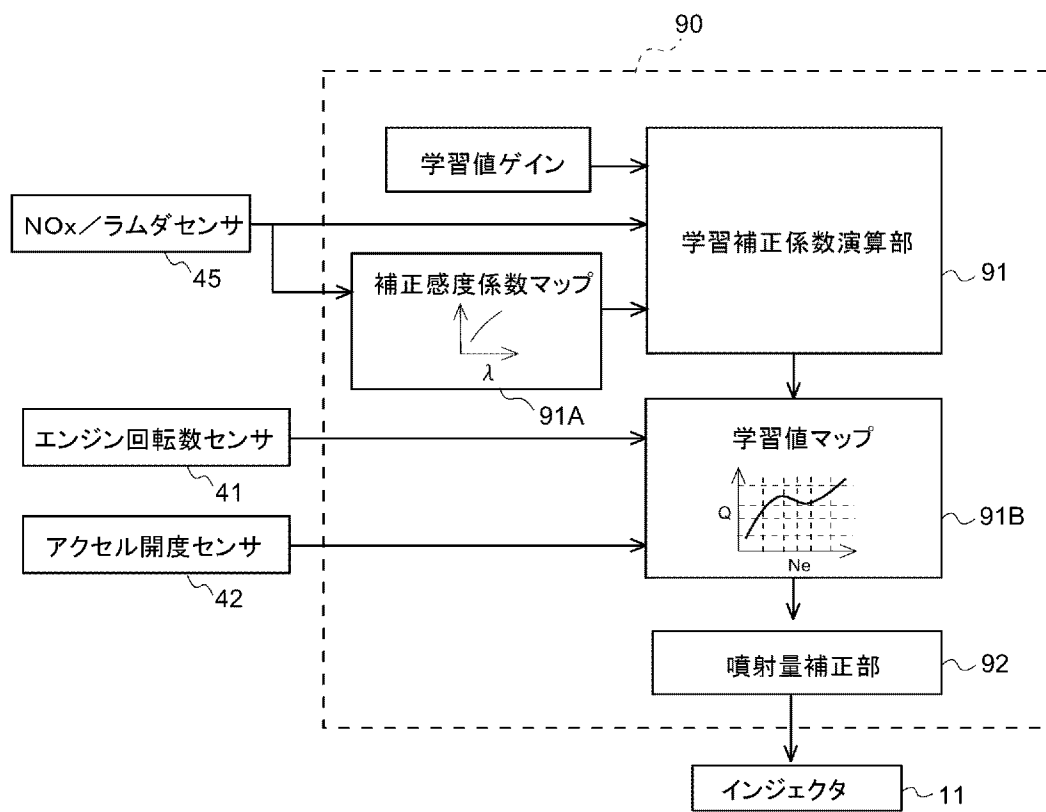
[図9]



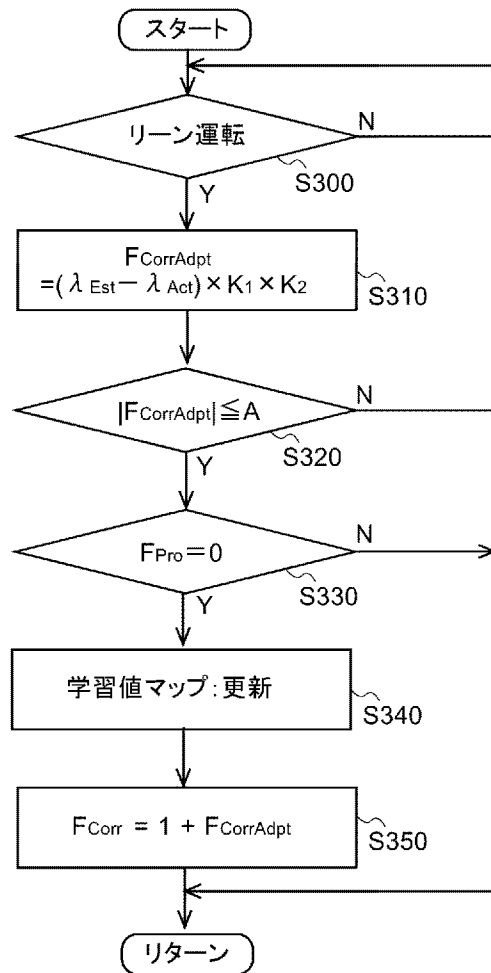
[図10]



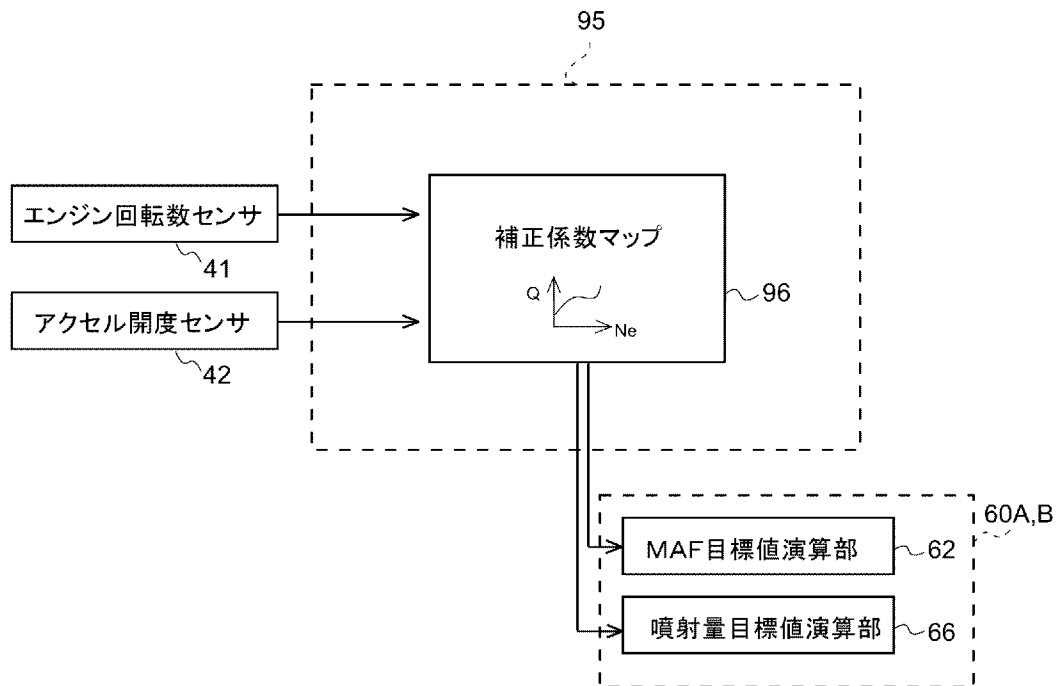
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/025(2006.01)i, B01D46/42(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, B01D53/96(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/36(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)

F01N3/025, B01D46/42, B01D53/94, B01D53/96, F01N3/08, F01N3/20, F01N3/36

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 2005-105828 A (Toyota Motor Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0009], [0026], [0048] to [0054], [0067] to [0070]; fig. 4 to 6 (Family: none)	1, 12 1-12
Y	JP 2008-231927 A (Toyota Motor Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0046] to [0056]; fig. 1, 4 & US 2010/0101217 A1 paragraphs [0049] to [0059]; fig. 1, 4 & WO 2008/114878 A1 & EP 2148054 A1 & KR 10-2009-0111874 A & CN 101631937 A & AT 555286 T & ES 2383566 T	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

24 May 2016 (24.05.16)

Date of mailing of the international search report

07 June 2016 (07.06.16)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057844

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-146979 A (Toyota Motor Corp.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraphs [0048] to [0052]; fig. 5 (Family: none)	3-5
Y	JP 2005-133562 A (Toyota Motor Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), paragraphs [0096] to [0099]; fig. 7 & US 2005/0109014 A1 paragraphs [0101] to [0105]; fig. 7 & DE 102004052272 A1 & FR 2861426 A1	4-5
Y	JP 2010-144565 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0082] to [0088]; fig. 8 (Family: none)	7-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F01N3/025(2006.01)i, B01D46/42(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, B01D53/96(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/36(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 (I P C))

Int.Cl. F01N3/025, B01D46/42, B01D53/94, B01D53/96, F01N3/08, F01N3/20, F01N3/36

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 請求項の番号
X Y	JP 2005-105828 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.04.21, 段落 [0009]、[0026]、[0048] - [0054]、[0067] - [0070]、[図4] - [図6] (ファミリーなし)	1、12 1 - 12
Y	JP 2008-231927 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.10.02, 段落 [0046] - [0056]、[図1]、[図4] & US 2010/0101217 A1, [0049]-[0059], Fig. 1, Fig. 4 & WO 2008/114878 A1 & EP 2148054 A1 & KR 10-2009-0111874 A & CN 101631937 A & AT 555286 T & ES 2383566 T	1 - 12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

2 4 . 0 5 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山本 健晴

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

3 G

5 7 8 2

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 請求項の番号
Y	JP 2005-146979 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.06.09, 段落 [0048] - [0052]、[図5] (ファミリーなし)	3 - 5
Y	JP 2005-133562 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.05.26, 段落 [0096] - [0099]、[図7] & US 2005/0109014 A1, [0101]-[0105], FIG. 7 & DE 102004052272 A1 & FR 2861426 A1	4 - 5
Y	JP 2010-144565 A (日産自動車株式会社) 2010.07.01, 段落 [0082] - [0088]、[図8] (ファミリーなし)	7 - 11