

(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8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125742 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/04 (2006.01) *F01N 3/20* (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052915
- (22) 国際出願日: 2016年2月1日(01.02.2016)
- (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 2015-018245 2015年2月2日(02.02.2015) 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). 遊座裕之 (YUZA Hiroyuki); 〒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 Yukihiko et al.); 〒1230843 東京都足立区西新井栄町一丁目19番31号 サステージオ・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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS PURIFICATION SYSTEM AND NO_x PURIFICATION CAPACITY RECOVERY METHOD

(54) 発明の名称: 排気浄化システム及びNO_x浄化能力回復方法

【図4】

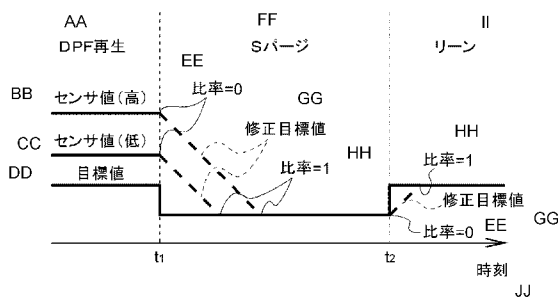


FIG. 4:

AA DPF regeneration
BB Sensor value (high)
CC Sensor value (low)
DD Target value
EE Ratio = 0
FF S purge
GG Corrected target value
HH Ratio = 1
II Lean
JJ Time

(57) Abstract: An exhaust gas purification system comprising: a NO_x reduction catalyst 32 provided in an exhaust passage of an internal combustion engine 10; an intake air volume sensor 40; and a control unit 50 that executes regeneration of the NO_x reduction catalyst 32, by using both air system control that reduces the intake air volume and injection system control that increases the fuel injection volume and by switching the exhaust gas between a lean state and a rich state. When switching from a lean state to a rich state, which starts regeneration, the control unit 50 reduces the intake air volume towards a relevant target intake air volume, for a transition period determined in accordance with the difference between the value detected by the intake air volume sensor 40 and the target intake air volume in a rich state.

(57) 要約: 内燃機関10の排気通路に設けられたNO_x還元型触媒32と、吸入空気量センサ40と、吸入空気量を減少させる空気系制御と燃料噴射量を増加させる噴射系制御とを併用して排気をリーン状態からリッチ状態に切り替えることでNO_x還元型触媒32の再生処理を実行する制御部50とを備え、制御部50は、再生処理を開始するリーン状態からリッチ状態へ切り替える際に、吸入空気量センサ40の検出値とリッチ状態における目標吸入空気量の差に応じて定められた移行期間に亘って、当該目標吸入空気量に向けて吸入空気量を減少させる。



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 NO_x 浄化能力回復方法

技術分野

[0001] 本発明は、排気浄化システム及び NO_x 浄化能力回復方法に関する。

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。この 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。このため、触媒の NO_x 吸蔵量が所定量に達した場合は、 NO_x 吸蔵能力を回復させるべく、ポスト噴射や排気管噴射によって排気をリッチ状態にする所謂 NO_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）。

[0003] リッチ雰囲気での NO_x 放出に際し、目標空気量をステップ状に減らすと共に燃料噴射量を増やす制御を行う技術が知られている（例えば、特許文献2参照）。また、触媒の暖気を促進すべく、リッチ雰囲気へ移行する際に空燃比を徐々にリッチ化させる技術も知られている（例えば、特許文献3参照）。加えて、吸入空気量を減らす際に、大気圧及び吸気温度を考慮して空気密度の変化を補正する技術も知られている（例えば、特許文献4参照）。

[0004] 一方、 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。この 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5参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：日本国特開2008-202425号公報
特許文献2：日本国特開2008-088838号公報
特許文献3：日本国特開2010-196474号公報
特許文献4：日本国特開2006-249950号公報
特許文献5：日本国特開2009-047086号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上述の NO_x パージや SO_x パージを、ポスト噴射や排気管噴射による噴射系制御のみで行うと、燃料消費量が過多となり燃費性能を悪化させる。このため、噴射系制御と吸気スロットルバルブやEGRバルブの開度調整により吸入空気量を減少させる空気系制御とを併用することが好ましい。空気系制御によって燃焼室内に大量のEGRガスが導入されると、通常のリーン状態と同じ噴射タイミングでは着火遅れが生じる。このため、リーン状態からリッチ状態に切り替える際は噴射タイミングを進角させると共に、リッチ状態からリーン状態に切り替える際は、進角させていた噴射タイミングを遅角により元の噴射タイミングに戻す必要がある。これら噴射タイミングの進角や遅角を適切に行うには、瞬時に反応する噴射系を応答が遅れる空気系と同調させるべく、実際の吸入空気量の変化に応じた進角量や遅角量で制御することが好ましい。
- [0007] 実際の吸入空気量を変化させる場合、センサで検出された吸入空気量を目標空気量に一致させるための制御量が設定される。検出された吸入空気量と目標空気量が乖離していた場合、制御量が過度に大きくなって空燃比が急激に変化するため、例えば、エンジンの失火やトルク変動によるドライバビリティの悪化が生じる虞がある。
- [0008] 本開示の排気浄化システム及び NO_x 浄化能力回復方法は、触媒再生の開始時や終了時にエンジンの失火やトルク変動によるドライバビリティ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

[0009] 本開示の排気浄化システムは、内燃機関の排気通路に設けられて排気中の NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒と、前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量センサと、前記吸入空気量を減少させる空気系制御と燃料噴射量を増加させる噴射系制御とを併用して排気空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理を実行する制御部と、を備える排気浄化システムであって、前記制御部は、前記リーン状態から前記リッチ状態へ切り替えて前記再生処理を開始する際に、前記吸入空気量センサの検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて吸入空気量を減少させる。

[0010] また、本開示の排気浄化システムは、内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気に含まれる NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒と、前記内燃機関の吸入空気量を検出して検出値を出力する流量センサと、前記内燃機関から排出される前記排気空燃比を制御する制御ユニットとを備える排気浄化システムであって、

前記制御ユニットは、以下の処理を実行するように動作する：

前記空燃比を制御して前記排気をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理；及び

前記再生処理を開始する際に、前記流量センサから出力された前記検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて前記吸入空気量を減少させる移行処理。

[0011] 本開示の NO_x 浄化能力回復方法は、内燃機関と、前記内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気に含まれる NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒とを備える排気浄化システムにおける NO_x 浄化能力回復方法であって、前記内燃機関から排出される前記排気空燃比を制御

して前記排気をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理；前記内燃機関の吸入空気量を検出して検出値を取得する検出処理；及び前記再生処理を開始する際に、前記検出処理により取得された前記検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて前記吸入空気量を減少させる移行処理、を含む NO_x 浄化能力回復方法。

発明の効果

[0012] 本開示の排気浄化システム及び NO_x 浄化能力回復方法によれば、触媒再生の開始時や終了時にエンジンの失火やトルク変動によるドライバビリティの悪化を効果的に防止できる。

図面の簡単な説明

[0013] [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 SO_x 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 SO_x 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4]図4は、 SO_x パージ制御の移行期間に設定されるMAF修正目標値を説明する図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る SO_x 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 SO_x 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 NO_x パージ制御を説明するタイミングチャート図である。

[図8]図8は、本実施形態に係る NO_x 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9]図9は、 NO_x パージ制御の移行期間に設定されるMAF修正目標値を

説明する図である。

[図10]図10は、本実施形態に係るNOx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11]図11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12]図12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13]図13は、リーン状態からリッチ状態又はリッチ状態からリーン状態に移行する際の実MAF値とMAF目標値のずれを説明する図である。

[図14]図14は、リーン状態からリッチ状態又はリッチ状態からリーン状態に移行する際の実MAF値とMAF目標値とのずれ、及び目標噴射量と燃料噴射量のずれを説明する図である。

[図15]図15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16]図16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17]図17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

[0014] 以下、添付図面に基づいて、本発明の一実施形態に係る排気浄化システムを説明する。

[0015] 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蓄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。

[0016] 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。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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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、ＥＣＵ５０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。

[0020] 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。

- [0021] 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。
- [0022] 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再生が実行される。フィルタ再生は、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。
- [0023] 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。
- [0024] ECU50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、ECU50にはセンサ類40～46のセンサ値が入力される。また、ECU50は、フィルタ再生制御部51と、 SO_x パージ制御部60と、 NO_x パージ制御部70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ECU50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。

[0025] [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再生フラグ F_{DPF} をオンにする（図 2 の時刻 t_1 参照）。再生フラグ F_{DPF} がオンにされると、排気管噴射装置 34 に排気管噴射を実行させる指示信号が送信されるか、あるいは、各インジェクタ 11 にポスト噴射を実行させる指示信号が送信されて、排気温度を PM 燃焼温度（例えば、約 550℃）まで昇温させる。この再生フラグ F_{DPF} は、PM 堆積推定量が燃焼除去を示す所定の下限閾値（判定閾値）まで低下するとオフにされる（図 2 の時刻 t_2 参照）。なお、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。

[0026] [SOx パージ制御]

SOx パージ制御部 60 は、排気をリッチ状態にして排気温度を硫黄離脱温度（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。

[0027] 図 2 は、本実施形態の SOx パージ制御のタイミングチャートを示している。図 2 に示すように、SOx パージ制御を開始する SOx パージフラグ F_{SP} は、再生フラグ F_{DPF} のオフと同時にオンにされる（図 2 の時刻 t_2 参照）。これにより、フィルタ 33 の再生によって排気温度を上昇させた状態から SOx パージ制御に効率よく移行することが可能となり、燃料消費量を効果的に低減することができる。

[0028] 本実施形態において、SOx パージ制御によるリッチ化は、空気系制御によって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 パージリーン制御と、噴射系制御によって空気過剰率を

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）まで低下させるSOxパージリッチ制御とを併用することで実現される。以下、SOxパージリーン制御及び、SOxパージリッチ制御の詳細について説明する。

[0029] [SOxパージリーン制御の空気系制御]

図3は、SOxパージリーン制御時のMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} 及びMAF修正目標値 MAF_{corr_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 N_e 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 N_e 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。

[0030] 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 N_e 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。

$$[0031] \quad MAF_{SPL\_Trgt} = \lambda_{SPL\_Trgt} \times Q_{fni\_corr} \times R_{o\_Fuel} \times AFR_{sto} / Ma f_{\_corr} \cdots (1)$$

数式（1）において、 Q_{fni_corr} 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_Fuel} は燃料比重、 AFR_{sto} は理論空燃比、 $Ma f_{\_corr}$ は後述するMAF補正係数をそれぞれ示している。

[0032] 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（図2の時刻 t_2 参照）になると、MAF修正目標値演算部63に入力される。MAF修正目標値演算部63は、空燃比の急激な変化を抑制するためMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} を修正する。具体的には、MAF修正目標値演算部63では、以下の数式（2）に基づいてMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が演算される。

[0033] $MAF_{corr\_Trgt} = MAF_{Act} - [(MAF_{Act} - MAF_{SPL\_Trgt}) \times \text{比率}] \dots (2)$

数式(2)において、 MAF_{Act} はMAFセンサ40から入力される実MAF値、比率は比率設定マップを参照することで取得される数値をそれぞれ示している。

[0034] この比率は、実MAF値 MAF_{Act} とMAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} の差 ΔMAF を、どの程度制御量に反映させるかを規定する。そして、比率は、SOxパージフラグ F_{SP} のオンからの経過時間が短いほど小さく(「0」に近い値が)設定され、経過時間が長くなるほど「1」に近づく。なお、比率を「0」から「1」にするまでの期間(便宜上、移行期間 T_{Max} という)は、SOxパージフラグ F_{SP} のオン時点におけるMAF値の差 ΔMAF が大きいほど長く設定される。従って、比率設定マップには、MAF値の差 ΔMAF と移行期間 T_{Max} の関係が記憶されている。数式(2)の演算を行うことで、MAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} は、図4に点線で示すように、SOxパージフラグ F_{SP} のオン時点(時刻 t_1)におけるセンサ値から、MAF目標値 MAF_{SPL_Trgt} まで緩やかに低下される。

[0035] MAF修正目標値演算部63で演算されたMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} は、バルブ制御部64に入力される。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修正目標値 MAF_{corr_Trgt} 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。

[0036] 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SO

×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。

[0037] 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 $Q_{f_{nl\_corr}}$ 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。

[0038] また、MAF 修正目標値演算部 63 は、DPF 再生終了から SOx パージへの移行時において、実 MAF 値 MAF_{Act} と MAF 目標値 MAF_{SPL_Trgt} の差に応じた比率を設定して目標値を緩やかに変化させている。これにより、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ーの悪化等を効果的に防止することができる。

[0039] [SOx パージリッチ制御の燃料噴射量設定]

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。

[0040] 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 (3) 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。

[0041]
$$Q_{SPR\_Trgt} = MAF_{SPL\_Trgt} \times Maf\_corr / (\lambda_{SPR\_Trgt} \times R_{o_{Fuel}} \times AFR_{sto}) - Q_{f_{nl\_corr}} \dots (3)$$

数式 (3) において、 MAF_{SPL_Trgt} は SOx パージリッチ時の 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、 $Q_{f_{nl}}$

$\_corr_d$ 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）、 $R_{o_{Fuel}}$ は燃料比重、 AFR_{sto} は理論空燃比、 $Ma f\_corr_r$ は後述するMAF補正係数をそれぞれ示している。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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 $Q_{fuel\_corr_d}$ 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。

[0045] [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）。

[0046] 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。

[0047] インターバル T_{F_INT} は、触媒温度が最も高くなる SO_x 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、 SO_x 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、 NO_x 吸蔵還元型触媒32から SO_x 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の入口温度と、酸化触媒31及び NO_x 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。

[0048] 図6の時刻 t_1 に示すように、フィルタ再生の終了（ $F_{DPF}=0$ ）によって SO_x パージフラグ F_{SP} がオンされると、 SO_x パージリッチフラグ F_{SPR} もオンにされ、さらに前回の SO_x パージ制御時にフィードバック計算されたインターバル T_{F_INT} も一旦リセットされる。すなわち、フィルタ再生直後の初回は、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）。このように、 SO_x パージリッチ制御を行うことなく SO_x パージリッチ制御から SO_x パージ制御を開始するので、フィルタ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 SO_x 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。

[0049] 次いで、噴射期間 $T_{F\_INJ\_1}$ の経過によって SO_x パージリッチフラグ F_S

P_R 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。

[0050] 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_{F_INJ} 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_{F_INT} 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。

[0051] [SOxパージ制御の終了判定]

SOxパージ制御は、（1）SOxパージフラグ F_{SP} のオンから排気管噴射又はポスト噴射の噴射量を累積し、この累積噴射量が所定の上限閾値量に達した場合、（2）SOxパージ制御の開始から計時した経過時間が所定の上限閾値時間に達した場合、（3）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所定のモデル式に基づいて演算されるNOx吸蔵還元型触媒32のSOx吸着量がSOx除去成功を示す所定の閾値まで低下した場合の何れかの条件が成立すると、SOxパージフラグ F_{SP} をオフにして終了される（図2の時刻 t_4 、図6の時刻 t_n 参照）。

[0052] SOxパージ制御が終了するとリーン状態に移行される（図4の時刻 t_2 参照）。その際、MAF修正目標値演算部63では、以下の数式（4）に基づいてMAF修正目標値 MAF_{corr_Tgt} が演算される。

[0053]
$$MAF_{corr\_Tgt} = MAF_{Act} + [(MAF_{L\_Tgt} - MAF_{Act}) \times \text{比率}] \cdots (4)$$

数式(4)において、 MAF_{L_Tgt} はリーン状態のMAF目標値、比率は比率設定マップを参照することで取得される数値をそれぞれ示している。

[0054] この比率は、実MAF値 MAF_{Act} とMAF目標値 MAF_{L_Tgt} の差 ΔMAF を、どの程度制御量に反映させるかを規定する。そして、比率は、SOxパージフラグ F_{SP} のオフからの経過時間が短いほど小さく(「0」に近い値を)設定され、経過時間が長くなるほど「1」に近づく。なお、比率を「0」から「1」にするまでの期間(便宜上、移行期間 T_{Max} という)は、SOxパージフラグ F_{SP} のオフ時点におけるMAF値の差 ΔMAF が大きいほど長く設定される。従って、比率設定マップには、MAF値の差 ΔMAF と移行期間 T_{Max} の関係が記憶されている。数式(4)の演算を行うことで、MAF修正目標値 MAF_{corr_Tgt} は、図4に点線で示すように、SOxパージフラグ F_{SP} のオフ時点(時刻 t_2)におけるセンサ値から、MAF目標値 MAF_{L_Tgt} まで緩やかに上昇される。

[0055] MAF修正目標値演算部63で演算されたMAF修正目標値 MAF_{corr_Tgt} は、バルブ制御部64に入力される。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修正目標値 MAF_{corr_Tgt} となるように、吸気スロットルバルブ16を開側に開くと共に、EGRバルブ24を閉側に絞るフィードバック制御を実行する。

[0056] このように、本実施形態では、SOxパージ制御の終了条件に累積噴射量及び、経過時間の上限を設けたことで、SOxパージが排気温度の低下等によって進捗しなかった場合に、燃料消費量が過剰になることを効果的に防止することができる。

[0057] また、MAF修正目標値演算部63は、SOxパージ終了からリーン状態への移行時において、実MAF値 MAF_{Act} とMAF目標値 MAF_{L_Tgt} の差に応じた比率を設定して目標値を緩やかに変化させている。これにより、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。

[0058] [NO_xパージ制御]

NO_xパージ制御部70は、排気をリッチ雰囲気にしてNO_x吸蔵還元型触媒32に吸蔵されているNO_xを還元浄化により無害化して放出することで、NO_x吸蔵還元型触媒32のNO_x吸蔵能力を回復させる制御（以下、この制御をNO_xパージ制御という）を実行する。

[0059] NO_xパージ制御を開始するNO_xパージフラグF_{NP}は、エンジン10の運転状態から単位時間当たりのNO_x排出量を推定し、これを累積計算した推定累積値ΣNO_xが所定の閾値を超えるとオンにされる（図7の時刻t₁参照）。あるいは、エンジン10の運転状態から推定される触媒上流側のNO_x排出量と、NO_x/ラムダセンサ45で検出される触媒下流側のNO_x量とからNO_x吸蔵還元型触媒32によるNO_x浄化率を演算し、このNO_x浄化率が所定の判定閾値よりも低くなった場合に、NO_xパージフラグF_{NP}はオンにされる。

[0060] 本実施形態において、NO_xパージ制御によるリッチ化は、空気系制御によって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3目標空気過剰率（例えば、約1.3）まで低下させるNO_xパージリーン制御と、噴射系制御によって空気過剰率を第3目標空気過剰率からリッチ側の第4目標空気過剰率（例えば、約0.9）まで低下させるNO_xパージリッチ制御とを併用することで実現される。以下、NO_xパージリーン制御及び、NO_xパージリッチ制御の詳細について説明する。

[0061] [NO_xパージリーン制御のMAF目標値設定]

図8は、NO_xパージリーン制御時のMAF目標値MAF_{NPL_Trgt}及びMAF修正目標値MAF_{corr_Trgt}の設定処理を示すブロック図である。第3目標空気過剰率設定マップ71は、エンジン回転数Ne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Neとアクセル開度Qとに対応したNO_xパージリーン制御時の空気過剰率目標値λ_{NPL_T}

r_{gt} （第3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。

[0062] まず、第3目標空気過剰率設定マップ71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 NO_x パージリール制御時の空気過剰率目標値 λ_{NPL_Trgt} が読み取られて、MAF目標値演算部72に入力される。さらに、MAF目標値演算部72では、以下の数式（5）に基づいて NO_x パージリール制御時のMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} が演算される。

[0063] $MAF_{NPL\_Trgt} = \lambda_{NPL\_Trgt} \times Q_{fni\_corr} \times R_{o\_Fuel} \times AFR_{sto} / Ma f\_corr \dots (5)$

数式（5）において、 Q_{fni_corr} 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_Fuel} は燃料比重、 AFR_{sto} は理論空燃比、 $Ma f\_corr$ は後述するMAF補正係数をそれぞれ示している。

[0064] MAF目標値演算部72によって演算されたMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} は、 NO_x パージフラグ F_{NP} がオン（図7の時刻 t_1 参照）になると、MAF修正目標値演算部73に入力される。MAF修正目標値演算部73は、空燃比の急激な変化を抑制するためMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} を修正する。具体的には、MAF修正目標値演算部73では、以下の数式（6）に基づいてMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が演算される。

[0065] $MAF_{corr\_Trgt} = MAF_{Act} - [(MAF_{Act} - MAF_{NPL\_Trgt}) \times \text{比率}] \dots (6)$

数式（6）において、 MAF_{Act} はMAFセンサ40から入力される実MAF値、比率は比率設定マップを参照することで取得される数値をそれぞれ示している。

[0066] この比率は、実MAF値 MAF_{Act} とMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} の差 ΔMAF を、どの程度制御量に反映させるかを規定する。そして、比率は、 NO_x パージフラグ F_{NP} のオンからの経過時間が短いほど小さく（「0」に近い値が）設定され、経過時間が長くなるほど「1」に近づく。なお、比率を「0」から「1」にするまでの期間（便宜上、移行期間 T_{Max} という）は、 NO_x パージフラグ F_{NP} のオン時点におけるMAF値の差 ΔMAF が大きいほ

ど長く設定される。従って、比率設定マップには、MAF 値の差 ΔMAF と移行期間 T_{Max} の関係が記憶されている。数式 (6) の演算を行うことで、MAF 修正目標値 $\text{MAF}_{\text{corr\_Trgt}}$ は、図 9 に点線で示すように、NOx パージフラグ F_{NP} のオン時点（時刻 t_1 ）におけるセンサ値から、MAF 目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL\_Trgt}}$ まで緩やかに低下される。

[0067] MAF 修正目標値演算部 73 で演算された MAF 修正目標値 $\text{MAF}_{\text{corr\_Trgt}}$ は、バルブ制御部 74 に入力される。バルブ制御部 74 は、MAF センサ 40 から入力される実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 $\text{MAF}_{\text{corr\_Trgt}}$ 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。

[0068] このように、本実施形態では、第 3 目標空気過剰率設定マップ 71 から読み取られる空気過剰率目標値 $\lambda_{\text{NPL\_Trgt}}$ 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 $\text{MAF}_{\text{NPL\_Trgt}}$ を設定し、この MAF 目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL\_Trgt}}$ 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 NOx 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。

[0069] 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 $Q_{f\_nl\_corr}$ を用いることで、MAF 目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL\_Trgt}}$ 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。

[0070] また、MAF 修正目標値演算部 73 は、DPF 再生終了から NOx パージへの移行時において、実 MAF 値 MAF_{Act} と MAF 目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL\_Trgt}}$ の差に応じた比率を設定して目標値を緩やかに変化させている。これにより、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。

[0071] [NO_xパージリッチ制御の燃料噴射量設定]

図10は、NO_x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_{NPR_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4目標空気過剰率設定マップ75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NO_xパージリッチ制御時の空気過剰率目標値 λ_{NPR_Trgt} （第4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。

[0072] まず、第4目標空気過剰率設定マップ75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NO_xパージリッチ制御時の空気過剰率目標値 λ_{NPR_Trgt} が読み取られて噴射量目標値演算部76に入力される。さらに、噴射量目標値演算部76では、以下の数式（7）に基づいてNO_xパージリッチ制御時の目標噴射量 Q_{NPR_Trgt} が演算される。

$$[0073] \quad Q_{NPR\_Trgt} = MAF_{NPL\_Trgt} \times Maf\_corr / (\lambda_{NPR\_Trgt} \times R_{o\_Fuel} \times AFR_{sto}) - Q_{fni\_corr} \dots (7)$$

数式（7）において、 MAF_{NPL_Trgt} はNO_xパージリーンMAF目標値であって、前述のMAF目標値演算部72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）、 R_{o_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。

[0074] 噴射量目標値演算部76によって演算される目標噴射量 Q_{NPR_Trgt} は、NO_xパージフラグ F_{NP} 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（図7の時刻 t_1 ）。この噴射指示信号の送信は、後述するNO_xパージ制御の終了判定によってNO_xパージフラグ F_{NP} がオフ（図7の時刻 t_2 ）にされるまで継続される。

[0075] このように、本実施形態では、第4目標空気過剰率設定マップ75から読み取られる空気過剰率目標値 λ_{NPR_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_{NPR_Trgt} を設定するようになっている。これに

より、 NO_x 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、 NO_x 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 NO_x 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。

[0076] 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 $Q_{f_{nl\_corr}}$ を用いることで、目標噴射量 Q_{NPR_Tgt} 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。

[0077] [NO_x パージ制御の空気系制御禁止]

ECU50は、エンジン10の運転状態が低負荷側の領域では、MAFセンサ40のセンサ値に基づいて吸気スロットルバルブ16やEGRバルブ24の開度をフィードバック制御している。一方、エンジン10の運転状態が高負荷側の領域では、ECU50はブースト圧センサ46のセンサ値に基づいて可変容量型過給機20による過給圧をフィードバック制御している（以下、この領域をブースト圧FB制御領域という）。

[0078] このようなブースト圧FB制御領域では、吸気スロットルバルブ16やEGRバルブ24の制御が可変容量型過給機20の制御と干渉してしまう現象が生じる。このため、上述の数式(5)で設定されるMAF目標値 MAF_{NPL_Tgt} や数式(6)で設定されるMAF修正目標値 MAF_{corr_Tgt} に基づいて空気系をフィードバック制御する NO_x パージリーン制御を実行しても、吸入空気量をMAF目標値 MAF_{NPL_Tgt} に維持できない課題がある。その結果、ポスト噴射や排気管噴射を実行する NO_x パージリッチ制御を開始しても、空気過剰率を NO_x パージに必要な第4目標空気過剰率（空気過剰率目標値 λ_{NPR_Tgt} ）まで低下させられない可能性がある。

[0079] このような現象を回避すべく、本実施形態の NO_x パージ制御部70は、ブースト圧FB制御領域では、吸気スロットルバルブ16やEGRバルブ24の開度を調整する NO_x パージリーン制御を禁止し、排気管噴射又はポス

ト噴射のみで空気過剰率を第4目標空気過剰率（空気過剰率目標値 λ_{NPR_Trgt} ）まで低下させる。これにより、ブースト圧FB制御領域においても、NOxパージを確実に行うことが可能になる。なお、この場合、上述の数式（5）のMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} には、エンジン10の運転状態に基づいて設定されるMAF目標値を適用すればよい。

[0080] [NOxパージ制御の終了判定]

NOxパージ制御は、（1）NOxパージフラグ F_{NP} のオンから排気管噴射又はポスト噴射の噴射量を累積し、この累積噴射量が所定の上限閾値量に達した場合、（2）NOxパージ制御の開始から計時した経過時間が所定の上限閾値時間に達した場合、（3）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所定のモデル式に基づいて演算されるNOx吸蔵還元型触媒32のNOx吸蔵量がNOx除去成功を示す所定の閾値まで低下した場合の何れかの条件が成立すると、NOxパージフラグ F_{NP} をオフにして終了される（図7の時刻 t_2 参照）。

[0081] NOxパージ制御が終了するとリーン状態に移行される（図9の時刻 t_2 参照）。その際、MAF修正目標値演算部73では、以下の数式（8）に基づいてMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が演算される。

$$[0082] \quad MAF_{corr\_Trgt} = MAF_{Act} + [(MAF_{L\_Trgt} - MAF_{Act}) \times \text{比率}] \cdots (8)$$

数式（8）において、 MAF_{L_Trgt} はリーン状態のMAF目標値、比率は比率設定マップを参照することで取得される数値をそれぞれ示している。

[0083] この比率は、実MAF値 MAF_{Act} とMAF目標値 MAF_{L_Trgt} の差 ΔMAF を、どの程度制御量に反映させるかを規定する。そして、比率は、NOxパージフラグ F_{NP} のオフからの経過時間が短いほど小さく（「0」に近い値を）設定され、経過時間が長くなるほど「1」に近づく。なお、比率を「0」から「1」にするまでの期間（便宜上、移行期間 T_{Max} という）は、NOxパージフラグ F_{NP} のオフ時点におけるMAF値の差 ΔMAF が大きいほど長く設定される。従って、比率設定マップには、MAF値の差 ΔMAF と移

行期間 T_{Max} の関係が記憶されている。数式 (8) の演算を行うことで、MAF 修正目標値 MAF_{corr_Tgt} は、図 9 に点線で示すように、NO_x パージフラグ F_{NP} のオフ時点（時刻 t_2 ）におけるセンサ値から、MAF 目標値 MAF_{L_Tgt} まで緩やかに上昇される。

[0084] MAF 修正目標値演算部 73 で演算された MAF 修正目標値 MAF_{corr_Tgt} は、バルブ制御部 74 に入力される。バルブ制御部 74 は、MAF センサ 40 から入力される実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Tgt} となるように、吸気スロットルバルブ 16 を開側に開くと共に、EGR バルブ 24 を閉側に絞るフィードバック制御を実行する。

[0085] このように、本実施形態では、NO_x パージ制御の終了条件に累積噴射量及び、経過時間の上限を設けたことで、NO_x パージが排気温度の低下等によって成功しなかった場合に燃料消費量が過剰になることを確実に防止することができる。

[0086] また、MAF 修正目標値演算部 73 は、SO_x パージ終了からリーン状態への移行時において、実 MAF 値 MAF_{Act} と MAF 目標値 MAF_{L_Tgt} の差に応じた比率を設定して目標値を緩やかに変化させている。これにより、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。

[0087] [MAF 追従制御]

MAF 追従制御部 80 は、(1) 通常運転のリーン状態から SO_x パージ制御又は NO_x パージ制御によるリッチ状態への切り替え期間及び、(2) SO_x パージ制御又は NO_x パージ制御によるリッチ状態から通常運転の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を実行する。以下、リーン状態からリッチ状態の切り替え期間の制御を第 1 MAF 追従制御と称し、リッチ状態からリーン状態の切り替え期間の制御を第 2 MAF 追従制御と称する。

[0088] SO_x パージリーン制御や NO_x パージリーン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。

[0089] このような現象を回避すべく、MAF 追従制御部 80 は、図 11, 12 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。なお、SO_x パージ制御及び、NO_x パージ制御ともに、MAF 追従制御は同様のフローで処理されるため、以下、SO_x パージ制御についてのみ説明し、NO_x パージ制御については説明を省略する。

[0090] まず、図 11 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（第 1 切り替え期間）の第 1 MAF 追従制御を説明する。この第 1 MAF 追従制御では、エンジン 10（内燃機関）の燃料噴射時期を、リッチ状態における第 1 目標燃料噴射時期へ向けて進角させると共に、燃料噴射量をリッチ状態における第 1 目標燃料噴射量へ向けて増加させる第 1 追従制御を実行する。

[0091] 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。

[0092] ステップ S120 では、切り替え後（リッチ状態）の MAF 目標値 $MAF_{SP\_PL\_Trgt}$ 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 ΔMAF_{Trgt} ($=MAF_{SP}$

$L\_Trgt - MAF_{L\_Trgt}$) が演算される。

[0093] ステップS130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_{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 ΔMAF_{Act} ($=MAF_{Act} - MAF_{L\_Trgt}$) 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。

[0094] ステップS140では、現在の実MAF値 MAF_{Act} とMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が比較され、実MAF値 MAF_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも所定閾値以上大きい又は小さい場合、すなわち所定閾値以上離れている場合 (Yes) にはステップS190の処理を行い、そうでない場合 (No) にはステップS150の処理を行う。ステップS140の処理についての詳細は後述する。

[0095] ステップS150では、現在の実MAF変化率 ΔMAF_{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 ΔMAF_{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 MAF_{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 ΔMAF_{Ratio} に対応する値をそれぞれ読み取ることで設定される。

[0096] ステップS160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。

[0097] その後、ステップ S 170 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 MAF_{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 MAF_{SPL_Trgt} に達していない場合（No）は、ステップ S 180 を経由してステップ S 130 に戻される。すなわち、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 目標値 MAF_{SPL_Trgt} になるまで、ステップ S 130～S 160 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進角及び、噴射量の増加が継続される。ステップ S 180 の処理についての詳細は後述する。一方、ステップ S 170 の判定で、実 MAF 値 MAF_{Ref} が MAF 目標値 MAF_{SPL_Trgt} に達すると（Yes）、本制御は終了する。

[0098] ステップ S 140 では、現在の実 MAF 値 MAF_{Act} と MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が比較される。

[0099] 図 13（A）に示すように、リーン状態からリッチ状態へ切り替える際に、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} から所定閾値以上離れることがある（時刻 $t_1 \sim t_2$ の符号 OV 参照）。例えば、バルブ制御が効き過ぎた場合、電気ノイズ等の外乱が生じた場合及び、エンジン 10 が燃料噴射を停止させるモータリング状態にある場合において、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} から所定閾値以上離れることがある。

[0100] この場合、過度に進角されることから、噴射タイミングがずれてしまう。また、燃料噴射量も大きくずれてしまう。これにより、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。

[0101] 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 140 にて、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも所定閾値

以上離れている場合、ステップS 1 9 0に進み、噴射タイミング追従係数 C_{omp1} 及び、噴射量追従係数 C_{omp2} 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（中止）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。

[0102] ステップS 1 8 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。

[0103] 図14（A）に示すように、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_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} に追いつけず、実MAF値 MAF_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも高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。

[0104] 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 1 8 0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_{Act} 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 1 9 0に進み、噴射タイミング追従係数 C_{omp1} 及び、噴射量追従係数 C_{omp2} 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。

[0105] 次に、図12に基づいて、リッチ状態からリーン状態への切り替え期間（第2切り替え期間）の第2MAF追従制御を説明する。この第2MAF追従制御では、エンジン10（内燃機関）の燃料噴射時期を、リーン状態における第2目標燃料噴射時期へ向けて遅角させると共に、燃料噴射量をリーン状態における第2目標燃料噴射量へ向けて減少させる第2追従制御を実行する。

[0106] ステップS 2 0 0で、SOxパージフラグ F_{SP} がオフにされると、ステップS 2 1 0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。

[0107] ステップS220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。

[0108] ステップS230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追従制御の開始から現在までの実MAF変化量 ΔMAF_{Act} （ $=MAF_{Act} - MAF_{SPL\_Trgt}$ ）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。

[0109] ステップS240では、現在の実MAF値 MAF_{Act} とMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が比較され、実MAF値 MAF_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも所定閾値以上大きい又は小さい場合、すなわち所定閾値以上離れている場合（Yes）にはステップS290の処理を行い、そうでない場合（No）にはステップS250の処理を行う。ステップS240の処理についての詳細は後述する。

[0110] ステップS250では、噴射タイミング追従係数設定マップM1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M2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。

[0111] ステップS260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11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11も燃料噴射量が減少される。

[0112] その後、ステップS270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 280 を経由してステップ S 230 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 230～S 260 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 280 の処理についての詳細は後述する。一方、ステップ S 270 の判定で、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 目標値 MAF_{L_Trgt} に達すると（Yes）、本制御は終了する。

[0113] ステップ S 240 では、現在の実 MAF 値 MAF_{Act} と移行期間中の MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} が比較される。

[0114] 図 13（B）に示すように、リッチ状態からリーン状態へ切り替える際に、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも所定閾値以上離れる場合がある（時刻 $t_1 \sim t_2$ の符号 OV 参照）。例えば、バルブ制御が効き過ぎた場合、電気ノイズ等の外乱が生じた場合及び、エンジン 10 が燃料噴射を停止させるモータリング状態にある場合において、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} から所定の閾値以上離れることがある。

[0115] この場合、過度に遅角されることから噴射タイミングがずれてしまう。また、燃料噴射量も大きくずれてしまう。これにより、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。

[0116] 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 240 にて、実 MAF 値 MAF_{Act} が MAF 修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも所定閾値以上離れている場合、ステップ S 290 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（中止）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。

- [0117] ステップS280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。
- [0118] 図14(B)に示すように、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_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} に追いつけず、実MAF値 MAF_{Act} がMAF修正目標値 MAF_{corr_Trgt} よりも低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。
- [0119] 本実施形態では、このような現象を回避すべく、ステップS280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_{Act} 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S280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。
- [0120] [MAF追従制御の禁止]
- 上述したように、ブースト圧FB制御領域では、MAFセンサ40のセンサ値に基づいて空気系をフィードバック制御するNOxパージリーン制御を禁止している。MAF追従制御も吸入空気量の変化率に応じて噴射タイミングの進角や噴射量の増加を制御しているため、ブースト圧FB制御領域では正確な制御を行えない可能性がある。
- [0121] そこで、本実施形態は、ブースト圧FB制御領域ではMAF追従係数 $Comp_{1,2}$ を「1」に設定することで、MAF追従制御の実行を禁止するようになっている。これにより、MAF追従制御が不正確になることで引き起こされるエンジン10のトルク変動やドライバビリティーの悪化が効果的に防止される。
- [0122] [噴射量学習補正]

図15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。

[0123] 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、酸化触媒31でHCの酸化反応が生じないため、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。このため、これら実ラムダ値 λ_{Act} と推定ラムダ値 λ_{Est} との誤差 $\Delta\lambda$ 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16のフローに基づいて説明する。

[0124] ステップS300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S310に進む。

[0125] 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15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。

[0126] 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。

[0127] 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($F_{SP}=1$)、NOxパージ制御時($F_{NP}=1$)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。

[0128] 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15参照)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。

[0129] 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15に示す噴射量補正部92に入力される。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] [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_{SPL_Trgt} や目標噴射量 Q_{SPR_Trgt} の設定及び、NOxパージ制御時のMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} や目標噴射量 Q_{NPR_Trgt} の設定に用いられるMAF補正係数 $Ma f\_corr$ を演算する。

[0133] 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。

[0134] 図17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。

[0135] 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, 72及び噴射量目標値演算部66, 76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} 、NOxパージ制御時のMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} や目標噴射量 Q_{NPR_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。

[0136] [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、適宜変形して実施することが可能である。

[0137] 本出願は、2015年02月02日付で出願された日本国特許出願（特願2015-018245）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

[0138] 本発明の排気浄化システム及びNO_x浄化能力回復方法は、触媒再生の開始時や終了時にエンジンの失火やトルク変動によるドライバビリティーの悪化を効果的に防止できるという効果を有し、内燃機関から出力される排気を効果的に浄化するという点において有用である。

符号の説明

- [0139]
- 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 NO_x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て排気中の NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒と、
前記内燃機関の吸入空気量を検出する吸入空気量センサと、
前記吸入空気量を減少させる空気系制御と燃料噴射量を増加させる噴射系制御とを併用して排気空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理を実行する制御部と、
を備える排気浄化システムであって、
前記制御部は、前記リーン状態から前記リッチ状態へ切り替えて前記再生処理を開始する際に、前記吸入空気量センサの検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて前記吸入空気量を減少させる
排気浄化システム。
- [請求項2] 前記制御部は、前記第1移行期間が進むほどに、前記吸入空気量センサの検出値と前記第1目標吸入空気量との差を前記吸入空気量の制御量に反映させる
請求項1に記載の排気浄化システム。
- [請求項3] 前記制御部は、リッチ状態からリーン状態へ切り替えて前記再生処理を終了する際に、前記吸入空気量センサの検出値と前記リッチ状態における第2目標吸入空気量との差に応じて定められた第2移行期間に亘って、前記第2目標空気量に向けて吸入空気量を増加させる
請求項1又は2に記載の排気浄化システム。
- [請求項4] 前記制御部は、前記第2移行期間が進むほどに、前記吸入空気量センサの検出値と前記第2目標吸入空気量との差を前記吸入空気量の制御量に反映させる
請求項3に記載の排気浄化システム。

[請求項5] 内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気に含まれる NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒と、

前記内燃機関の吸入空気量を検出して検出値を出力する流量センサと、

前記内燃機関から排出される前記排気の空燃比を制御する制御ユニットとを備える排気浄化システムであって、

前記制御ユニットは、以下の処理を実行するように動作する：

前記空燃比を制御して前記排気をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理；及び

前記再生処理を開始する際に、前記流量センサから出力された前記検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて前記吸入空気量を減少させる移行処理。

[請求項6] 内燃機関と、前記内燃機関の排気通路に配設され、前記内燃機関から排出される排気に含まれる NO_x を還元浄化する NO_x 還元型触媒とを備える排気浄化システムにおける NO_x 浄化能力回復方法であって、

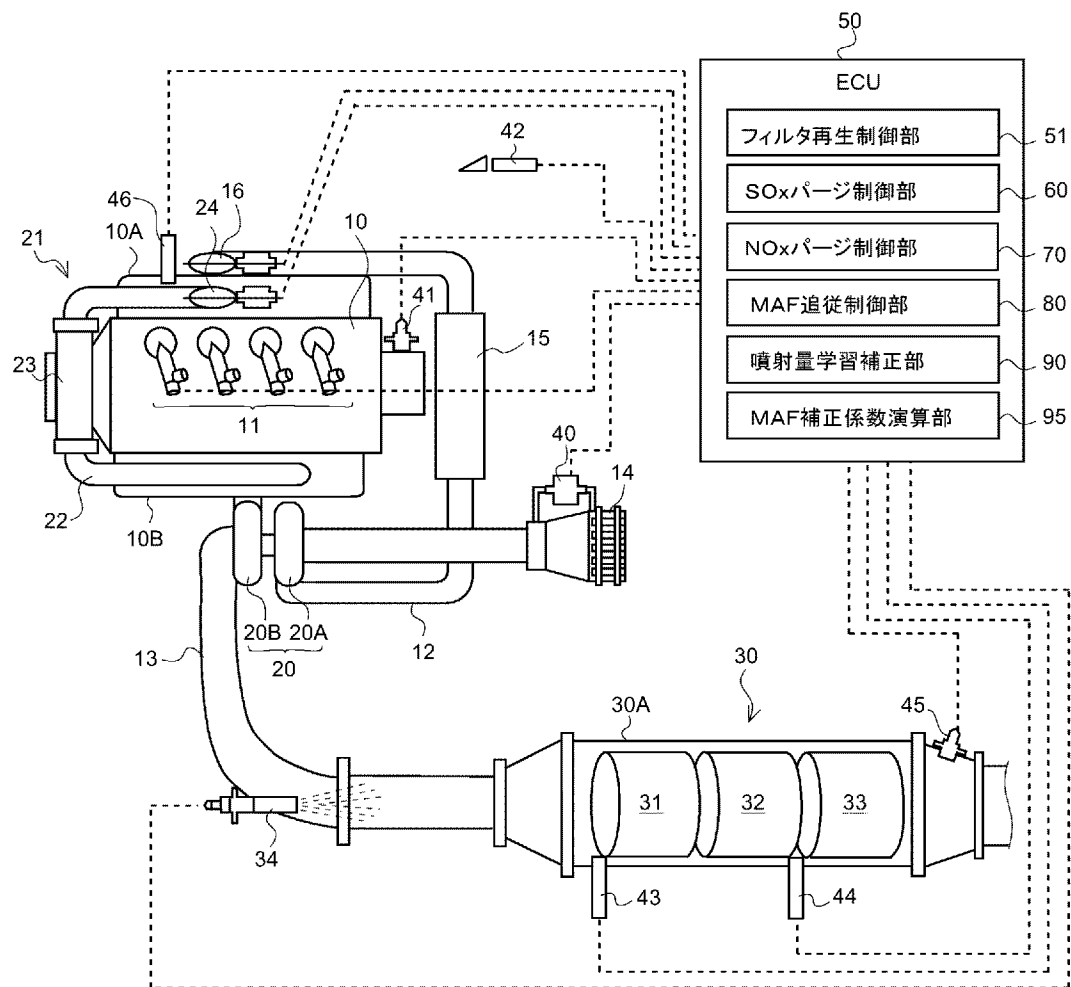
前記内燃機関から排出される前記排気の空燃比を制御して前記排気をリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、前記 NO_x 還元型触媒の NO_x 浄化能力を回復させる再生処理；

前記内燃機関の吸入空気量を検出して検出値を取得する検出処理；及び

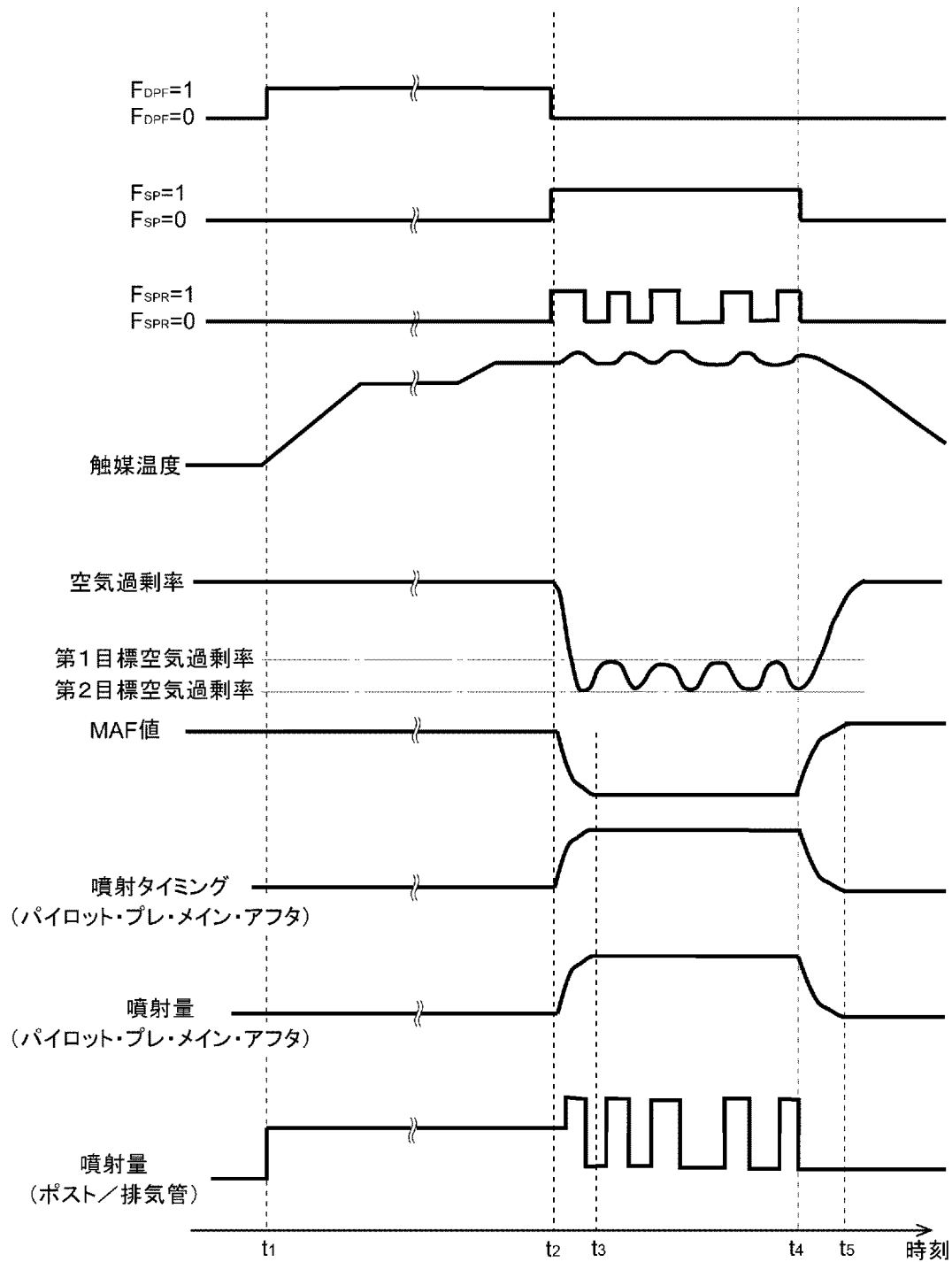
前記再生処理を開始する際に、前記検出処理により取得された前記検出値と前記リッチ状態における第1目標吸入空気量との差に応じて定められた第1移行期間に亘って、前記第1目標吸入空気量に向けて前記吸入空気量を減少させる移行処理、

を含む NO_x 浄化能力回復方法。

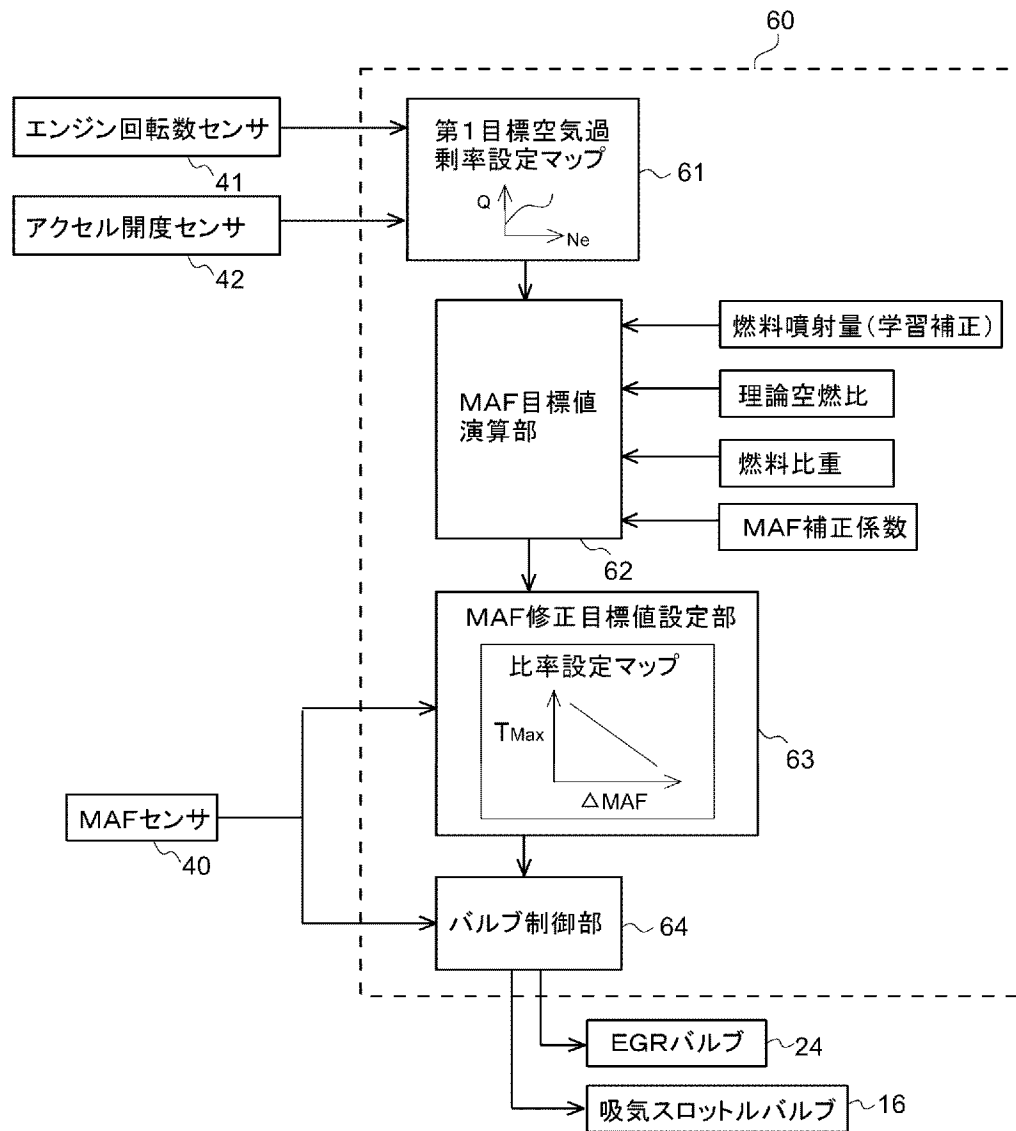
[図1]



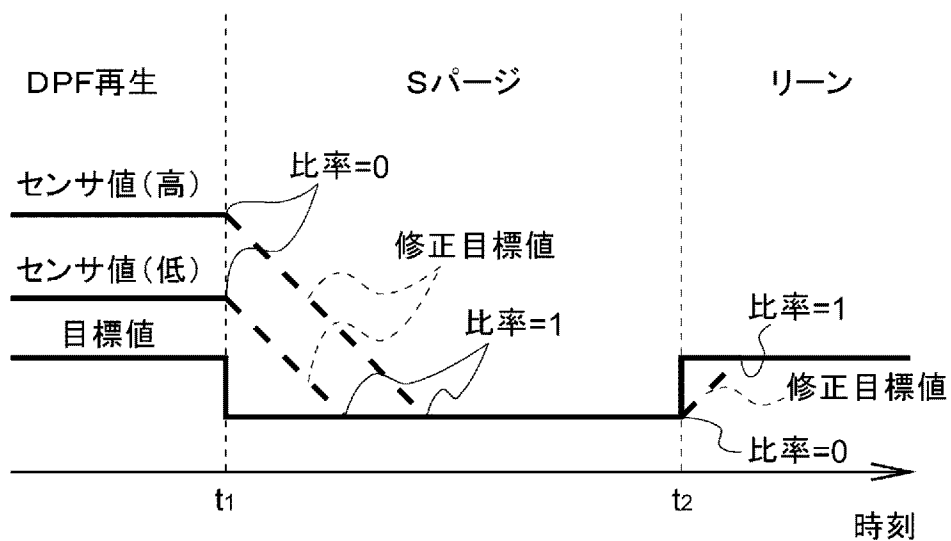
[図2]



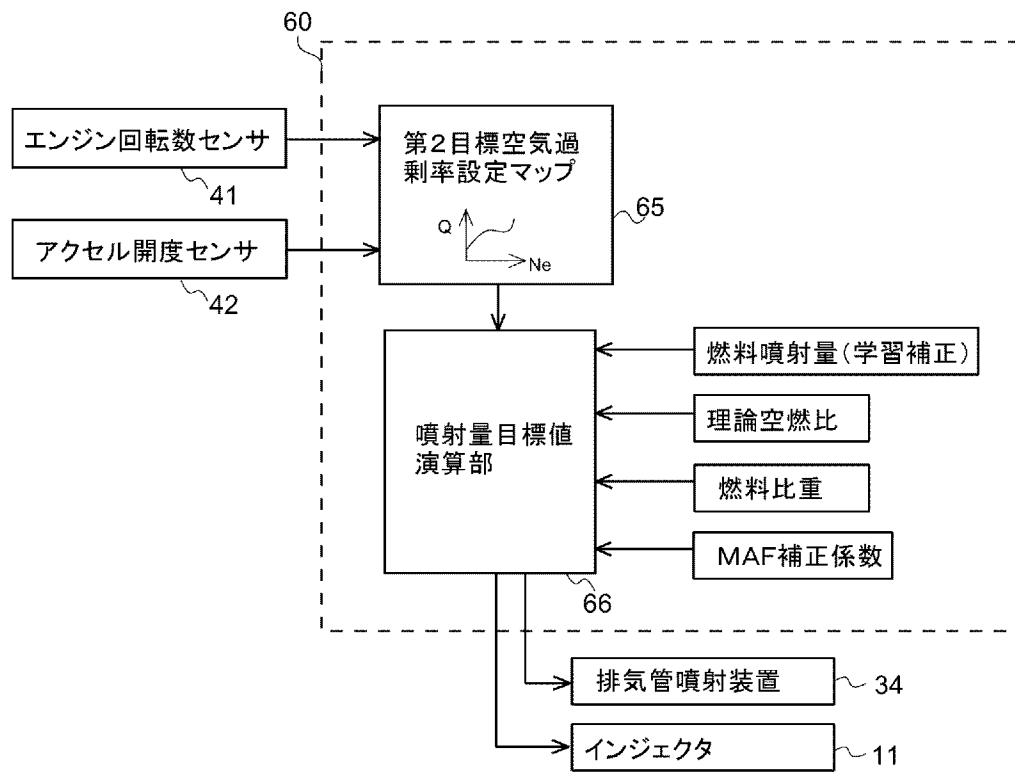
[図3]



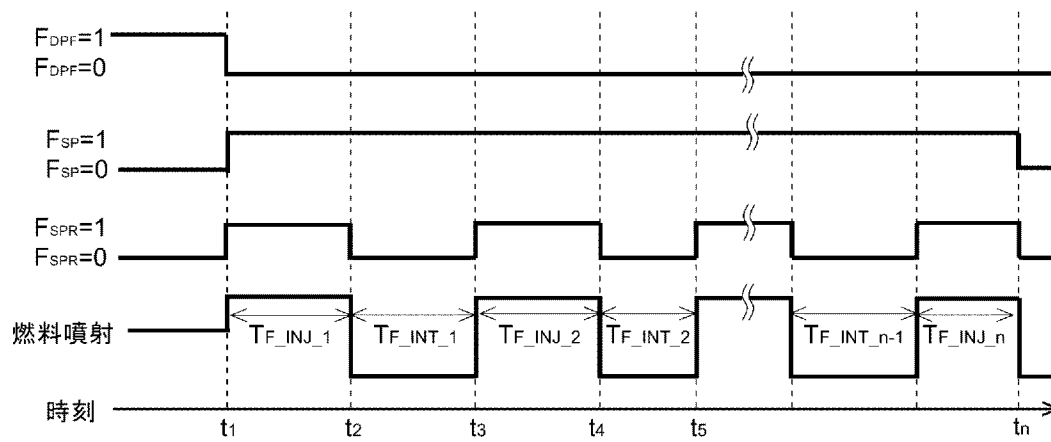
[図4]



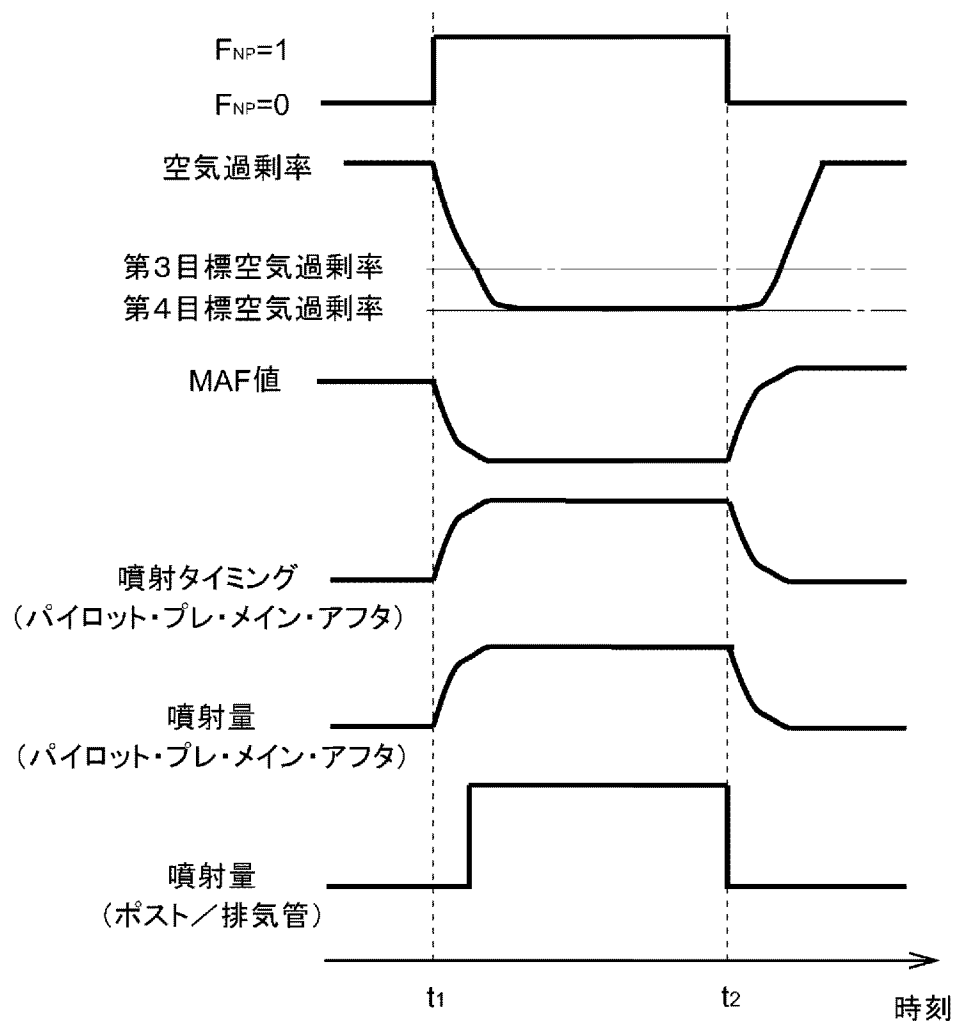
[図5]



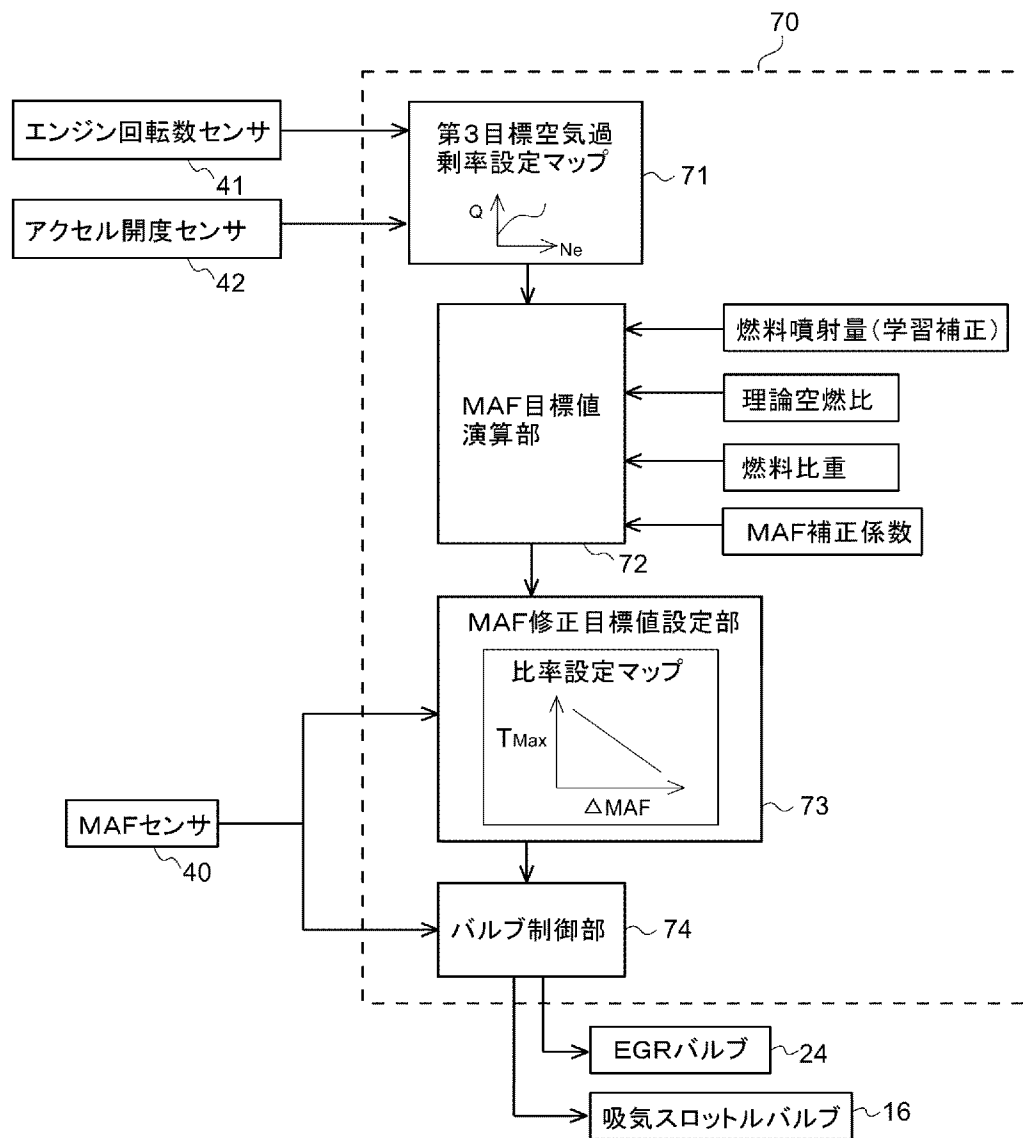
[図6]



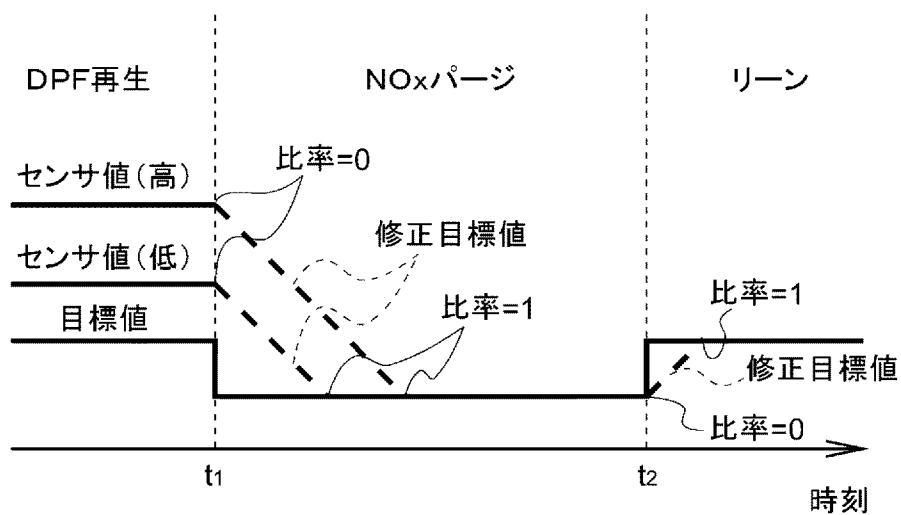
[図7]



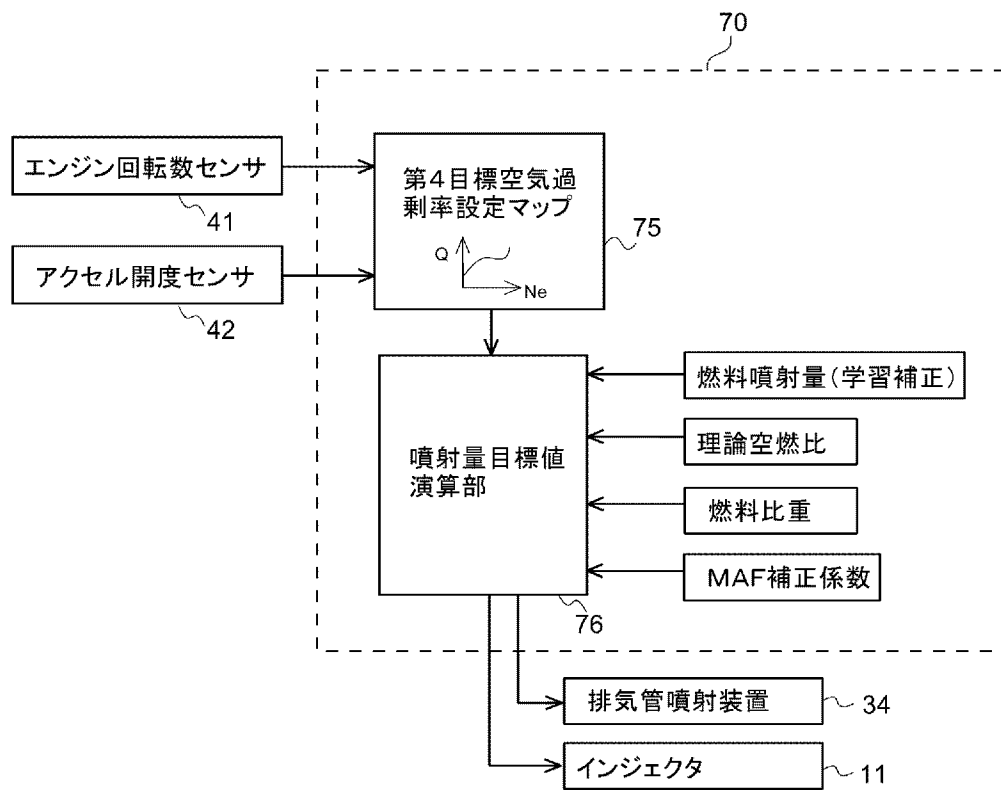
[図8]



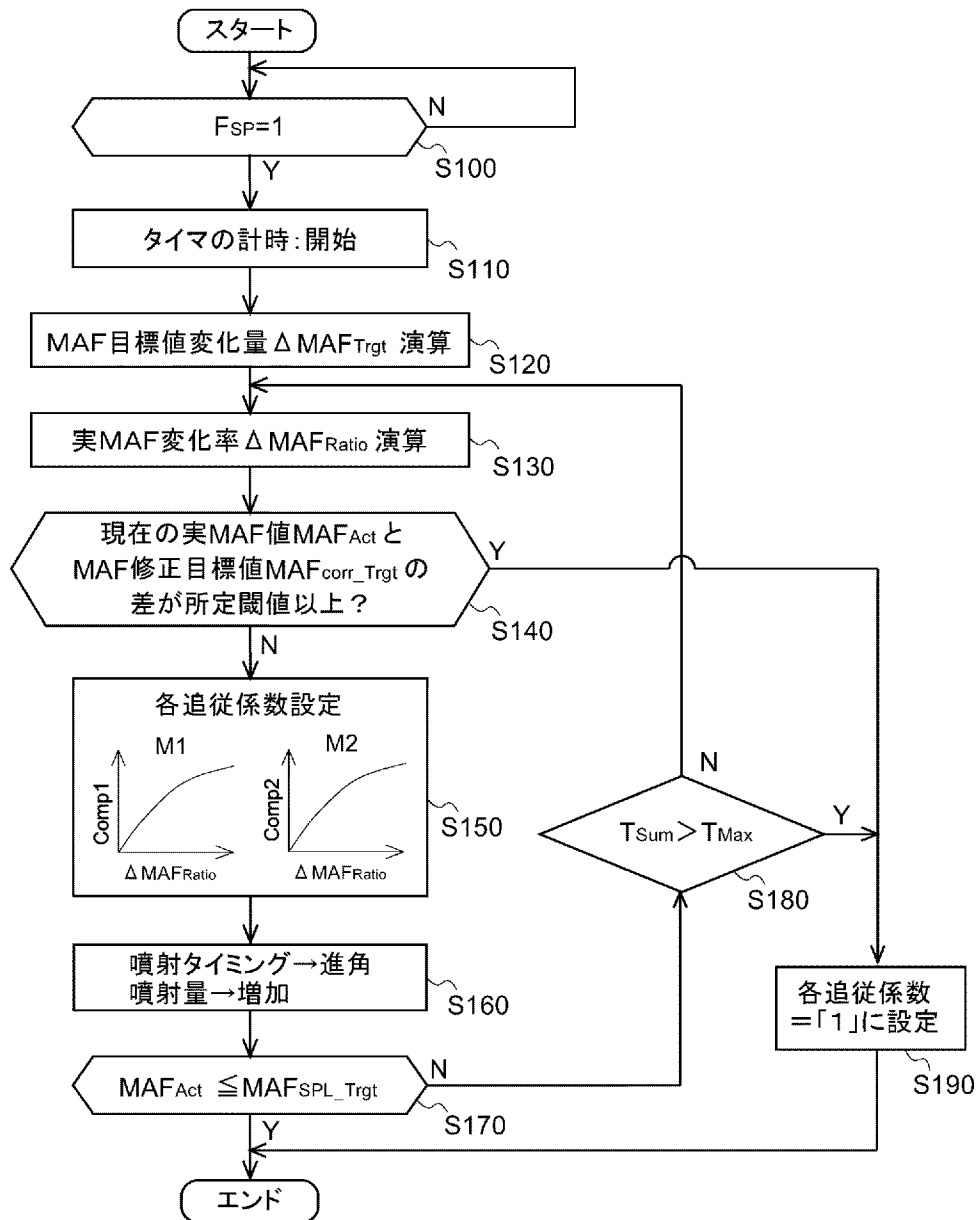
[図9]



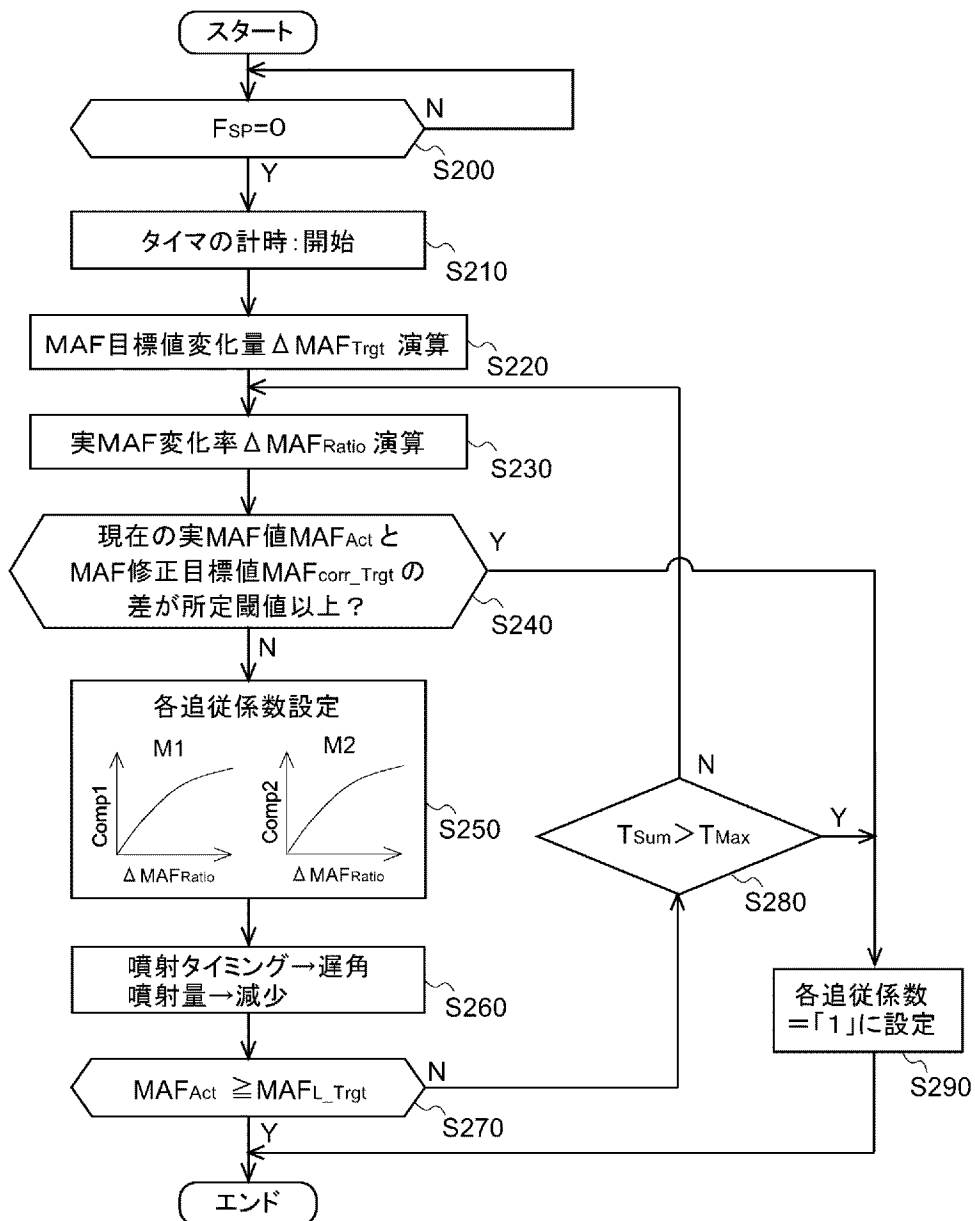
[図10]



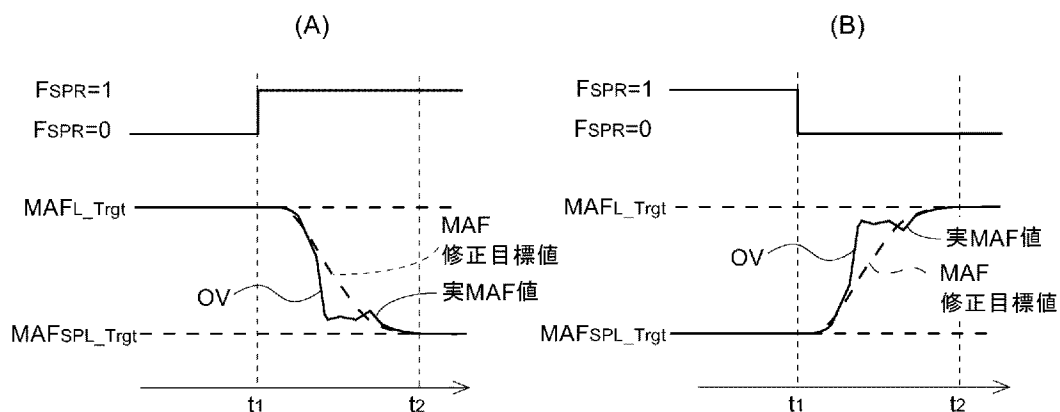
[図11]



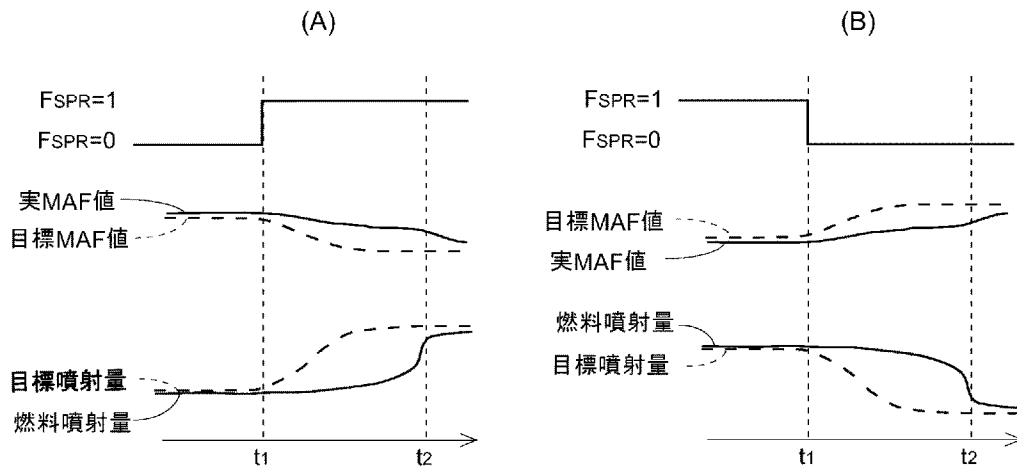
[図12]



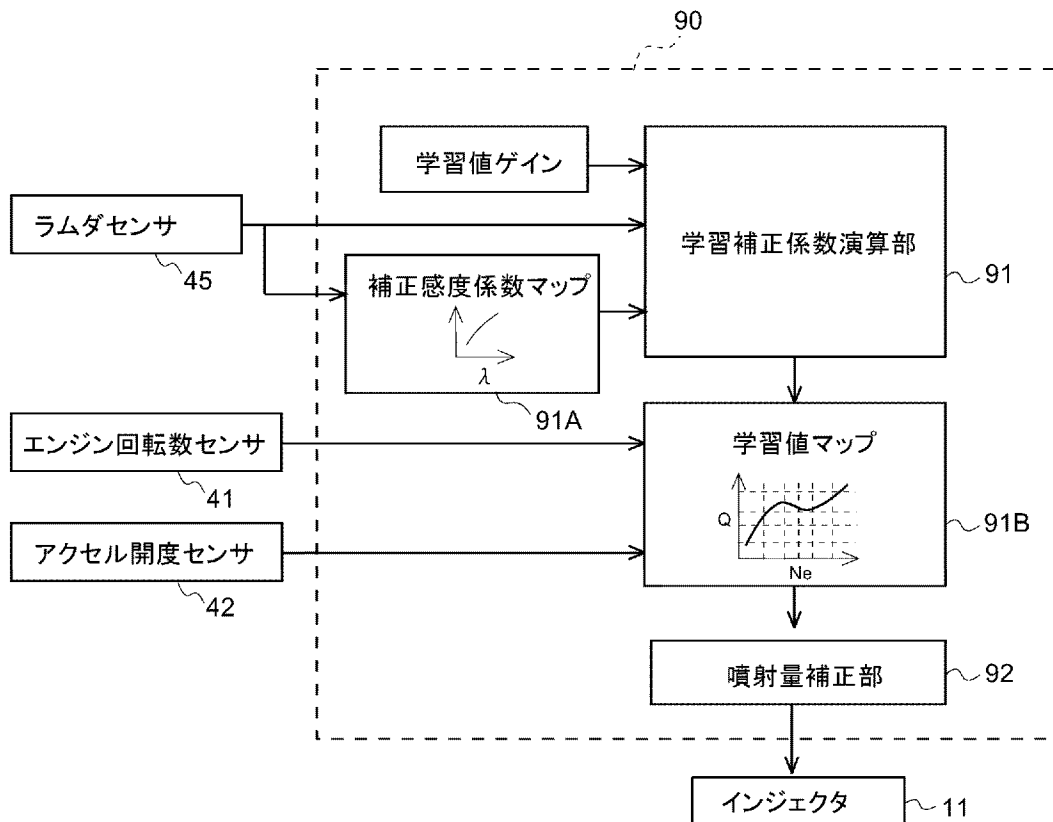
[図13]



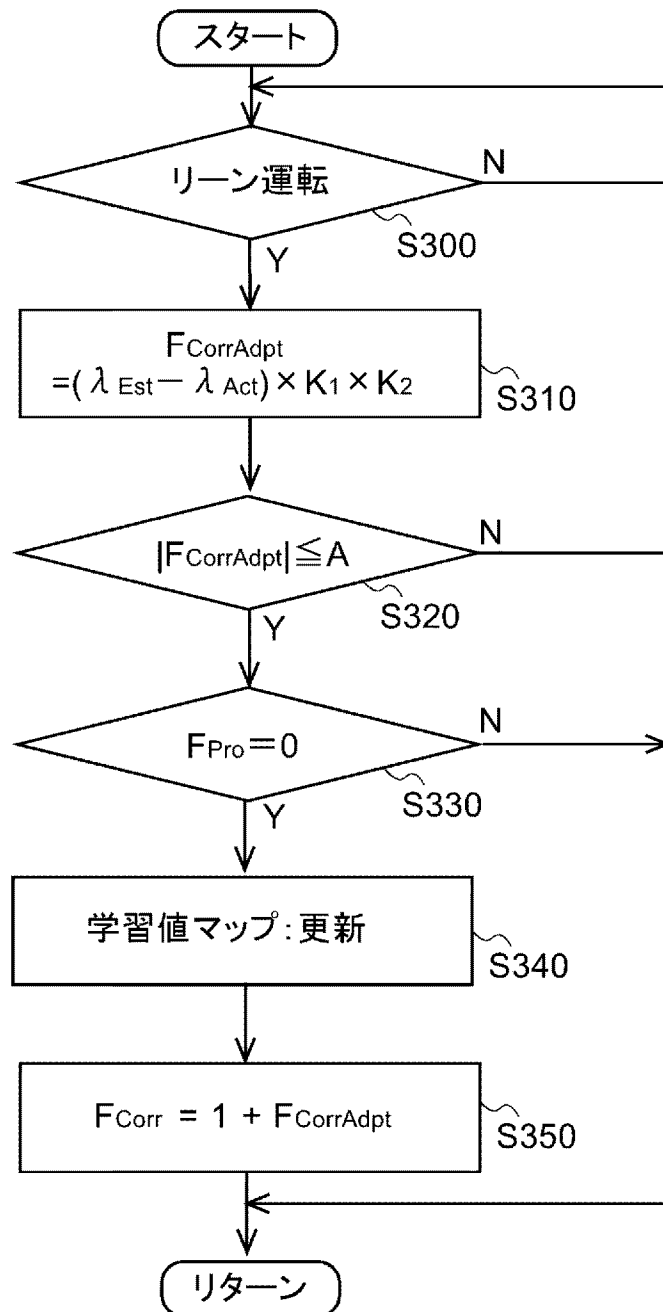
[図14]



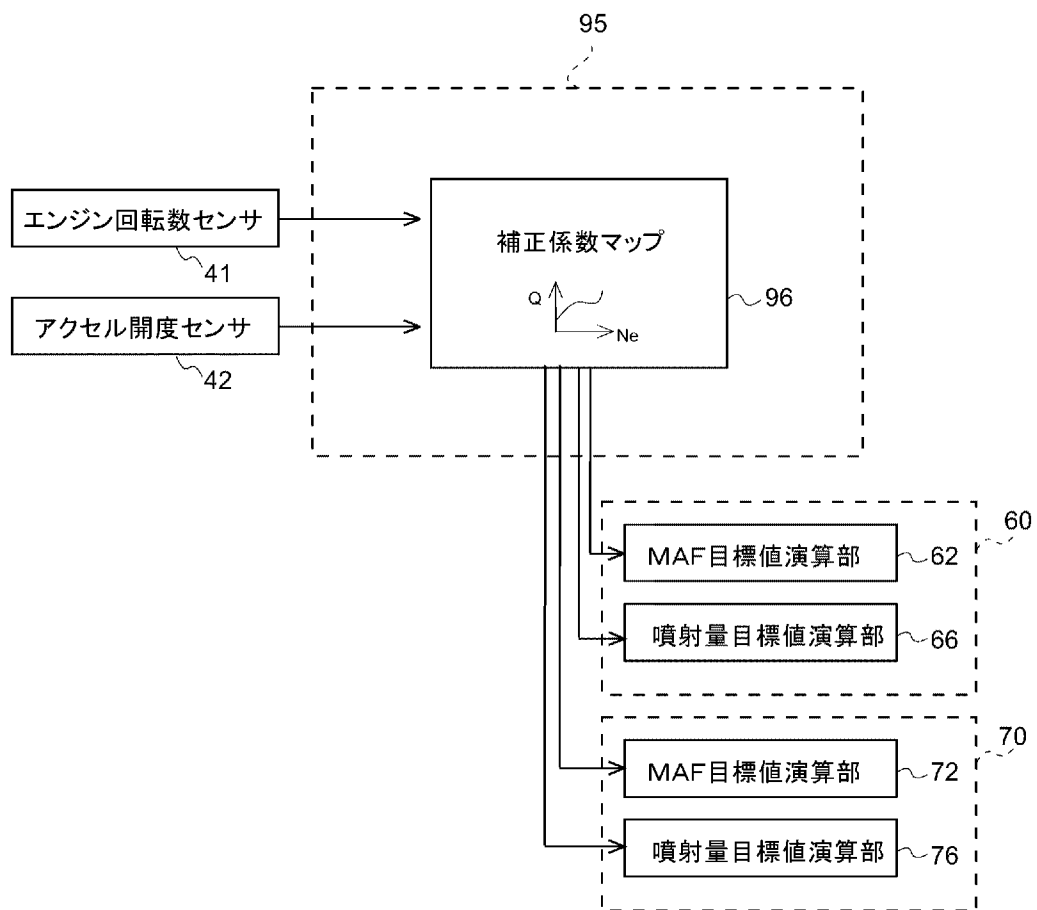
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/04(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F02D41/14(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)

F02D41/04, F01N3/08, F01N3/20, F02D41/14

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	JP 2014-202127 A (Isuzu Motors Ltd.), 27 October 2014 (27.10.2014), paragraphs [0011] to [0012], [0025] to [0027]; fig. 3 & EP 2982852 A1 paragraphs [0011] to [0012], [0025] to [0027]; fig. 3 & WO 2014/162814 A1	1-6

☐ 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
06 April 2016 (06.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D41/04(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F02D41/14(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. F02D41/04, F01N3/08, F01N3/20, F02D41/14

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2014-202127 A（いすゞ自動車株式会社） 2014.10.27, 段落[0011]-[0012], [0025]-[0027], 図3 & EP 2982852 A1, 段落[0011]-[0012], [0025]-[0027], 図3 & WO 2014/162814 A1	1-6

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

06.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

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）

立花 啓

3Z

4024

電話番号 03-3581-1101 内線 3395