

(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25日(25.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/133026 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/20 (2006.01) *F01N 3/20* (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01) *F02D 41/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054200
- (22) 国際出願日: 2016年2月12日(12.02.2016)
- (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 2015-027977 2015年2月16日(16.02.2015) 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).

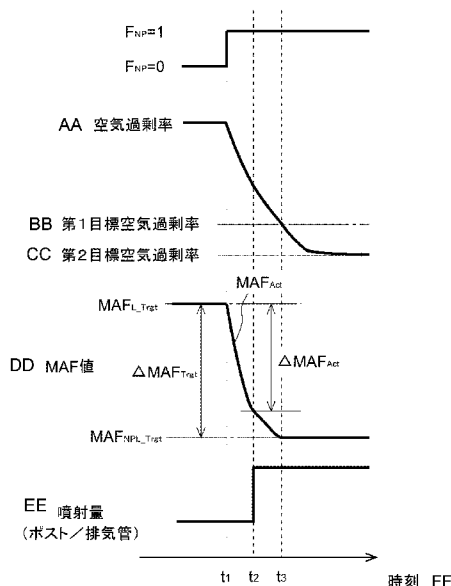
(74) 代理人: 日比谷 征彦, 外 (HIBIYA Yukihiko et al.); 〒1230843 東京都足立区西新井栄町一丁目19番31号 ザステージ・イースト717 Tokyo (JP).

(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.

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST PURIFICATION SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 排気浄化システム及びその制御方法



AA Excess air ratio
BB First target excess air ratio
CC Second target excess air ratio
DD MAF value
EE Injection amount (post/exhaust pipe)
FF Time

(57) Abstract: This exhaust purification system is provided with: a NOx reduction catalyst 32 which is provided to an exhaust passage of an engine 10, and which occludes NOx in exhaust when the exhaust air-fuel ratio is in a lean state; a MAF sensor 40 for detecting the intake air amount of the engine 10; and an ECU 50 which switches the lean state to a rich state using both air-sys-tem control for reducing the intake air amount, and injection-system control for increasing the fuel injection amount, to reduce and purify occluded NOx and cause the occluded NOx to be released from the NOx reduction catalyst 32. The ECU 50 determines the start time of the injection-system control on the basis of the ratio (the actual MAF change ratio $\Delta\text{MAF}_{\text{Ratio}}$) of the actual MAF change amount $\Delta\text{MAF}_{\text{Act}}$, i.e. the value of the difference between a first MAF target value $\text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ and the actual MAF value MAF_{Act} , to the MAF target value change amount $\Delta\text{MAF}_{\text{Trgt}}$, i.e. the value of the difference between the first MAF target value $\text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ and a second MAF target value $\text{MAF}_{\text{NPL_Trgt}}$.

(57) 要約: エンジン10の排気通路に設けられて排気空燃比がリーン状態では排気中のNOxを吸蔵するNOx還元型触媒32と、エンジン10の吸入空気量を検出するMAF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を併用してリーン状態からリッチ状態に切り替えることで、吸蔵されたNOxを還元浄化してNOx還元型触媒32から放出させるECU50を備える排気浄化システムであって、ECU50は、第1MAF目標値 $\text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ と第2MAF目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL_Trgt}}$ との差分値であるMAF目標値変化量 $\Delta\text{MAF}_{\text{Trgt}}$ と、第1MAF目標値 $\text{MAF}_{\text{L_Trgt}}$ と実MAF値 MAF_{Act} の差分値である実MAF変化量 $\Delta\text{MAF}_{\text{Act}}$ の比率(実MAF変化率 $\Delta\text{MAF}_{\text{Ratio}}$)に基づき、噴射系制御の開始時期を判定する。



(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).

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その制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、排気浄化システム及びそ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。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）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2008-202425号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の NO_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。

[0005] 噴射系制御と空気系制御を併用する場合、空気系制御で吸入空気量を十分に下げた後から噴射系制御を行うことが望ましい。排気の空気過剰率を十分に下げることができ、 NO_x 吸蔵還元型触媒によって NO_x を確実に還元浄化できるからである。しかしながら、空気系制御によって所望の吸入空気量に下げるときの時間にはばらつきがある。このため、吸入空気量が十分に下が

っていない状態で噴射系制御を行ってしまう可能性もあり、噴射系制御時間の増加に伴う燃料排出量の増加や燃費の悪化といった課題がある。

[0006] 本開示の排気浄化システム及びその制御方法は、吸入空気量が十分に下がった状態で噴射系制御を行えるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 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空燃比がリーン状態では排気中の NO_x を吸蔵する 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、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前記排気空燃比を前記リーン状態からリッチ状態に切り替えることで、吸蔵された NO_x を還元浄化して前記 NO_x 還元型触媒から放出させる制御部と、を備え、前記制御部は、前記リーン状態の第1目標吸入空気量と前記リッチ状態の第2目標吸入空気量との第1差分値と、前記第1目標吸入空気量と前記吸入空気量との第2差分値の比率に基づき、前記噴射系制御の開始時期を判定する。

[0008] 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がリーン状態であるときに、前記排気に含まれる NO_x を吸蔵する 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、吸入空気量を制御する空気系制御と、燃料噴射量を制御する噴射系制御とを併用することで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：

前記空気系制御及び前記噴射系制御を実行することで前記排気空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えて、前記 NO_x 還元型触媒に吸蔵された NO_x を前記 NO_x 還元型触媒から放出させる触媒再生処理；

前記排気空燃比がリーン状態であるときの目標吸入空気量である第1目標吸入空気量と前記内燃機関の吸入空気量との差分である第2差分値を算出する算出処理；及び

前記第 1 目標吸入空気量と、前記排気の空燃比がリッチ状態であるときの目標吸入空気量である第 2 目標吸入空気量との差分である第 1 差分値と、前記第 2 差分値との比率に基づいて、前記噴射系制御の開始時期を判定する判定処理。

[0009] 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配設され、前記内燃機関から排出される排気がリーン状態であるときに、前記排気に含まれる NO_x を吸蔵する 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、吸入空気量を制御する空気系制御と、燃料噴射量を制御する噴射系制御とを実行することで前記排気の空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えて、前記 NO_x 還元型触媒に吸蔵された NO_x を前記 NO_x 還元型触媒から放出させる触媒再生処理；前記排気の空燃比がリーン状態であるときの目標吸入空気量である第 1 目標吸入空気量と前記内燃機関の吸入空気量との差分である第 2 差分値を算出する算出処理；及び前記第 1 目標吸入空気量と、前記排気の空燃比がリッチ状態であるときの目標吸入空気量である第 2 目標吸入空気量との差分である第 1 差分値と、前記第 2 差分値との比率に基づいて、前記噴射系制御の開始時期を判定する判定処理、を含む。

発明の効果

[0010] 本開示の排気浄化システム及びその制御方法によれば、吸入空気量が十分に下がった状態で噴射系制御を行うことができる。

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 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3]図 3 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4]図 4 は、本実施形態に係る NO_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5]図 5 は、本実施形態に係る噴射系制御開始判定部の処理を模式的に説明

する図である。

[図6]図6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7]図7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8]図8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目標値とのずれを説明する図である。

[図9]図9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10]図10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11]図11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。

[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 20 B、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。

[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、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。

[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、排気中の粒子状物質（以下、PMともいう）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。

[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、本開示の制御部及び制御ユニットの一例であり、エンジン 10 等の各種制御を行う。ECU 50 は、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、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 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、排気管噴射装

置 3 4 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 1 1 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 P M 燃焼温度（例えば、約 5 5 0 °C）まで昇温させる。このフィルタ再生処理は、P M 堆積推定量が燃焼除去を示す所定の下限閾値（判定閾値）まで低下すると終了される。なお、終了判定は、フィルタ再生開始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] [N O x パージ制御]

N O x パージ制御部 7 0 は、排気をリッチ雰囲気にして N O x 吸蔵還元型触媒 3 2 に吸蔵されている N O x を還元浄化により無害化して放出することで、N O x 吸蔵還元型触媒 3 2 の N O x 吸蔵能力を回復させる制御（以下、この制御を N O x パージ制御という）を実行する。

[0025] 図 2 に示すように、N O x パージ制御を開始する N O x パージフラグ F_{NP} は、エンジン 1 0 の運転状態から単位時間当たりの N O x 排出量を推定し、これを累積計算した推定累積値 $\Sigma N O x$ が所定の閾値を超えるとオンにされる（図 2 の時刻 t_1 参照）。あるいは、エンジン 1 0 の運転状態から推定される触媒上流側の N O x 排出量と、N O x /ラムダセンサ 4 5 で検出される触媒下流側の N O x 量とから N O x 吸蔵還元型触媒 3 2 による N O x 浄化率を演算し、この N O x 浄化率が所定の判定閾値よりも低くなった場合に、N O x パージフラグ F_{NP} はオンにされる。

[0026] 本実施形態において、N O 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 1 目標空気過剰率（例えば、約 1. 3）まで低下させる N O 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 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 N O 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、N O x パージリーン制御及び、N O x パージリッチ制御の詳細について説明する。

[0027] [N O x パージリーン制御の M A F 目標値設定]

図3は、NO_xパージリーン制御時のMAF目標値MAF_{NPL_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71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パージリーン制御時の空気過剰率目標値λ_{NPL_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パージリーン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(1)に基づいてNO_xパージリーン制御時のMAF目標値MAF_{NPL_Trgt}が演算される。

[0029]
$$MAF_{NPL_Trgt} = \lambda_{NPL_Trgt} \times Q_{fni_corr d} \times R_{o_Fuel} \times AFR_{sto} / Ma f_corr \cdots (1)$$

数式(1)において、Q_{fni_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_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。

[0030] 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2の時刻t₁参照）になるとランプ処理部73に入力される。ランプ処理部73は、+ランプ係数マップ73A及び−ランプ係数マップ73B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_{NPL_Trgt_Ramp}をバルブ制御部74に入力する。

[0031] 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目標ランプ値MAF_{NPL_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71から読み取られる空気過剰率目標値λ_{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 MAF_{NPL_Trgt} を設定し、このMAF目標値 MAF_{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。

[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 $Q_{f_nl_corr}$ を用いることで、MAF目標値 MAF_{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。

[0034] また、MAF目標値 MAF_{NPL_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] [NOxパージリッチ制御の燃料噴射量設定]

図4は、NOx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。

[0036] 噴射系制御開始判定部75は、NOxパージ制御部70による噴射系制御の開始タイミングを判定する。噴射系制御開始判定部75には、MAFセンサ40の検出信号が入力されると共に、リーン状態からリッチ状態への切り替え前（リーン状態）のMAF目標値である第1MAF目標値 MAF_{L_Trgt} と、切り替え後（リッチ状態）のMAF目標値である第2MAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} と、噴射系制御の開始タイミングの到来を判定するための判定用閾値とが参照される。本実施形態における判定用閾値はECU50の記憶部（不図示）に記憶されており、最大値から最小値の範囲内で変更可能である。

[0037] 図5の時刻 t_1 に示すように、 NO_x パージフラグ F_{NP} がオン ($F_{NP}=1$) にされると、噴射系制御開始判定部75は、第2MAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} から第1MAF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} ($=\text{MAF}_{NPL_Trgt}-\text{MAF}_{L_Trgt}$) を演算する。このMAF目標値変化量 ΔMAF_{Trgt} は、本開示の第1差分値の一例である。

[0038] 次に、噴射系制御開始判定部75は、MAFセンサ40で検出される現在の実MAF値 MAF_{Act} から第1MAF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} ($=\text{MAF}_{Act}-\text{MAF}_{L_Trgt}$) を演算する。この実MAF変化量 ΔMAF_{Act} は、本開示の第2差分値の一例である。

[0039] そして、噴射系制御開始判定部75は、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 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ ($=\Delta \text{MAF}_{Act}/\Delta \text{MAF}_{Trgt}$) を演算する。この実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ は、本開示の第1差分値と第2差分値の比率の一例である。

[0040] さらに、噴射系制御開始判定部75は、実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ をリアルタイムで演算すると共に判定用閾値と比較し、実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ が判定用閾値以上となった場合に、MAFが十分に下がったとして、噴射量目標値演算部77に対して開始信号を出力し、噴射系制御の開始を指示する。図5の例では、時刻 t_2 で実MAF変化率 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ が判定用閾値に到達したことから、噴射量目標値演算部77に対して噴射系制御の開始が指示されている。これにより、時刻 t_2 以降にポスト噴射や排気管噴射が行われる。

[0041] 第2目標空気過剰率設定マップ76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

。

[0042] まず、第2目標空気過剰率設定マップ76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77に入力される。

[0043] 噴射量目標値演算部77では、以下の数式(2)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。この演算は、噴射系制御開始判定部75からの開始信号が入力されたことを条件に行われる。

[0044] $Q_{NPR_Trgt} = MAF_{NPL_Trgt} \times Maf_corr / (\lambda_{NPR_Trgt} \times R_{o_Fuel} \times AFR_{sto}) - Q_{fni_corr} \dots (2)$

数式(2)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。

[0045] 噴射量目標値演算部77によって演算される目標噴射量 Q_{NPR_Trgt} は、各インジェクタ11又は排気管噴射装置34に噴射指示信号として送信される(図2及び図5の時刻 t_2)。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2の時刻 t_4)にされるまで継続される。これにより、各インジェクタ11によるポスト噴射や排気管噴射装置34による排気管噴射が行われる。

[0046] このように、本実施形態では、空気系制御(NO_x パージリーン制御)による MAF 値の目標到達度を、噴射系制御開始判定部75で演算された実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} に基づいて判定している。そして、噴射系制御開始判定部75は、実 MAF 変化率 ΔMAF_{Ratio} が所定の判定用閾値に到達した場合に、噴射系制御(ポスト噴射、排気管噴射)を開始させている。その結果、 MAF が十分に下がった状態で未燃燃料が供給される。言い換えれば、リッチ制御による NO_x 還元の効果が見込める状況下で未燃燃料が供給される。その結果、噴射系制御時間が短縮されて燃費の向上が図れる。

[0047] また、ECU50は、判定用閾値に関し、最大値から最小値までの範囲内で数値を変更可能に記憶しているので、システムに適した判定基準を容易に設定できる。

[0048] また、本実施形態では、第2目標空気過剰率設定マップ76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、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。

[0049] 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_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。

[0050] [NOx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）。

[0051] 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(1)で設定されるMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} 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実行しても、吸入空気量をMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} 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NOxパージリッチ制御を開始しても、空気過剰率をNOxパージに必要な第2目標空気過剰率

(空気過剰率目標値 λ_{NPR_Trgt})まで低下させられない可能性がある。

[0052] 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2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、 NO_x 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(2)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。

[0053] [NO_x パージ制御の終了判定]

NO_x パージ制御は、(1) NO_x 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) NO_x 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 NO_x /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 NO_x 吸蔵還元型触媒32の NO_x 吸蔵量が NO_x 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、 NO_x パージフラグ F_{NP} をオフにして終了される(図2の時刻 t_4 参照)。

[0054] 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。

[0055] [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 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) 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(以下、この制御をMAF追従制御という)を実行する。

- [0056] 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ーの悪化を招く課題がある。
- [0057] このような現象を回避すべく、MAF 追従制御部 80 は、図 6, 7 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。
- [0058] まず、図 6 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。
- [0059] ステップ S100 で、 NO_x パージフラグ F_{NP} がオン ($F_{NP}=1$) 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。
- [0060] ステップ S120 では、切り替え後（リッチ状態）の MAF 目標値 $\text{MAF}_{NP_L_Trgt}$ 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 ΔMAF_{Trgt} ($=\text{MAF}_{NP_L_Trgt}-\text{MAF}_{L_Trgt}$) が演算される。
- [0061] ステップ S130 では、現在の実 MAF 変化率 $\Delta \text{MAF}_{Ratio}$ 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} ($=\text{MAF}_{Act}-\text{MAF}_{L_Trgt}$) 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。

[0062] ステップS140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 ΔMAF_{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。

[0063] 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。

[0064] 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 MAF_{NPL_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_{NPL_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 MAF_{NPL_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 ΔMAF_{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_{Act} がMAF目標値 MAF_{NPL_Trgt} に達すると（Yes）、本制御は終了する。

- [0065] ステップS 1 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。
- [0066] 図8 (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} が移行期間中のMAF目標値 MAF_{L-R_Trgt} に追いつけず、実MAF値 MAF_{Act} がMAF目標値 MAF_{L-R_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。
- [0067] 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 7 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 8 0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。
- [0068] 次に、図7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。
- [0069] ステップS 2 0 0で、NOxパージフラグ F_{NP} がオフ（ $F_{NP}=0$ ）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。
- [0070] ステップS 2 2 0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_{NPL_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} （ $=MAF_{L_Trgt} - MAF_{NPL_Trgt}$ ）が算出される。
- [0071] ステップS 2 3 0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_{NPL_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} ($=MAF_{Act} - MAF_{NPL_Trgt}$) 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。

[0072] ステップS240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。

[0073] ステップS250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。

[0074] その後、ステップS260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S270を経由してステップS230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S230～S250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 ΔMAF_{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S270の処理についての詳細は後述する。一方、ステップS260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。

[0075] ステップS270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。

[0076] 図8（B）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} が移行期間中のMAF目標値 MAF_{L-R_Trgt} に追いつけず、実MAF値 MAF_{Act} がMAF目標値 MAF_{L-}

R_{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。

[0077] 本実施形態では、このような現象を回避すべく、ステップS270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。

[0078] [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。

[0079] 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。

[0080] [噴射量学習補正]

図9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。

[0081] 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 10 のフローに基づいて説明する。

[0082] 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。

[0083] 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 9 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。

[0084] 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。

[0085] 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、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。

[0086] ステップ S 340 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 9 参照) が、ステップ S 310 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。

[0087] ステップ S 350 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 ($F_{\text{Corr}} = 1 + F_{\text{CorrAdpt}}$)。この学習補正係数 F_{Corr} は、図 9 に示す噴射量補正部 92 に入力される。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] [MAF 補正係数]

MAF 補正係数演算部 95 は、 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。

[0091] 本実施形態において、各インジェクタ 11 の燃料噴射量は、 NO_x / 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。

[0092] 図 11 は、MAF 補正係数演算部 95 による MAF 補正係数 $\text{Ma f}_{_ \text{corr}}$ 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 $\text{Ma f}_{_ \text{corr}}$ が予め実験等に基づいて設定されている。

[0093] 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 $\text{Ma f}_{_ \text{corr}}$ を読み取ると共に、この MAF 補正係数 $\text{Ma f}_{_ \text{corr}}$ を MAF 目標値演算部 72 及び噴射量目標値演算部 77 に送信する。これにより、 NO_x パージ制御時の MAF 目標値 $\text{MAF}_{\text{NPL_Trgt}}$ や目標噴射量 $Q_{\text{NPR_Trgt}}$ 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。

[0094] [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。

[0095] 本出願は、2015年02月16日付で出願された日本国特許出願（特願2015-027977）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

[0096] 本発明の排気浄化システム及びその制御方法は、吸入空気量が十分に下がった状態で噴射系制御を行うことができるという効果を有し、噴射系制御時間を短縮して燃費の向上を実現できるという点において有用である。

符号の説明

[0097]	1 0	エンジン
	1 1	インジェクタ
	1 2	吸気通路
	1 3	排気通路
	1 6	吸気スロットルバルブ
	2 4	E G R バルブ
	3 1	酸化触媒
	3 2	N O x 吸蔵還元型触媒
	3 3	フィルタ
	3 4	排気管噴射装置
	4 0	M A F センサ
	4 5	N O x / ラムダセンサ
	5 0	E C U

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空燃比がリーン状態では排気中の NO_x を吸蔵する 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、
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前記排気空燃比を前記リーン状態からリッチ状態に切り替えることで、吸蔵された NO_x を還元浄化して前記 NO_x 還元型触媒から放出させる制御部とを備え、
前記制御部は、前記リーン状態の第1目標吸入空気量と前記リッチ状態の第2目標吸入空気量との第1差分値と、前記第1目標吸入空気量と前記吸入空気量との第2差分値の比率に基づき、前記噴射系制御の開始時期を判定する
排気浄化システム。
- [請求項2] 前記制御部は、数値を変更可能に記憶されている判定用閾値と前記比率とを比較し、前記比率が前記判定用閾値に到達した場合に、前記噴射系制御の開始時期であると判定する
請求項1に記載の排気浄化システム。
- [請求項3] 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ガがリーン状態であるときに、前記排気に含まれる NO_x を吸蔵する 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、
吸入空気量を制御する空気系制御と、燃料噴射量を制御する噴射系制御とを併用することで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：
前記空気系制御及び前記噴射系制御を実行することで前記排気空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えて、前記 NO_x 還元型触媒に吸蔵された NO_x を前記 NO_x 還元型触媒から放出させる触媒再

生処理；

前記排気の空燃比がリーン状態であるときの目標吸入空気量である第1目標吸入空気量と前記内燃機関の吸入空気量との差分である第2差分値を算出する算出処理；及び

前記第1目標吸入空気量と、前記排気の空燃比がリッチ状態であるときの目標吸入空気量である第2目標吸入空気量との差分である第1差分値と、前記第2差分値との比率に基づいて、前記噴射系制御の開始時期を判定する判定処理。

[請求項4]

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がリーン状態であるときに、前記排気に含まれる NO_x を吸蔵する 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、

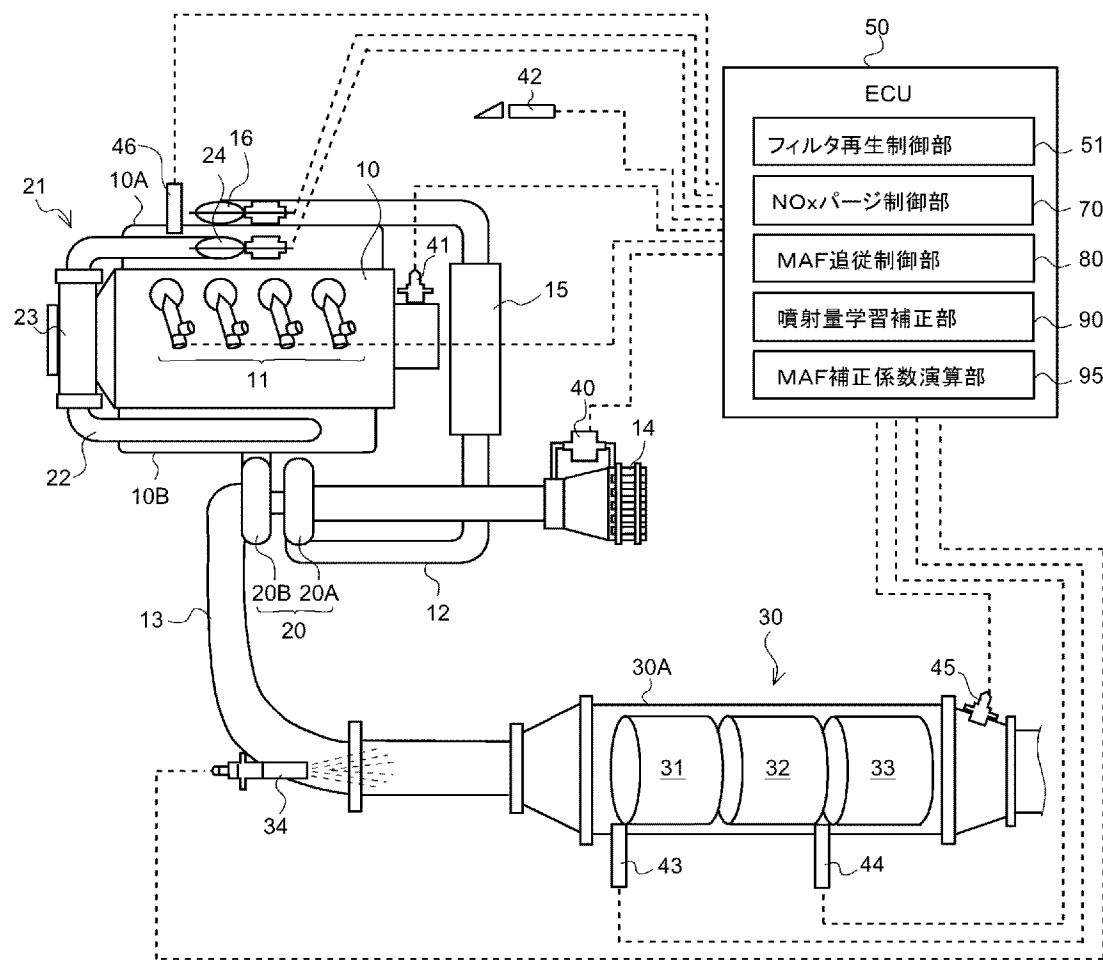
吸入空気量を制御する空気系制御と、燃料噴射量を制御する噴射系制御とを実行することで前記排気の空燃比をリーン状態からリッチ状態に切り替えて、前記 NO_x 還元型触媒に吸蔵された NO_x を前記 NO_x 還元型触媒から放出させる触媒再生処理；

前記排気の空燃比がリーン状態であるときの目標吸入空気量である第1目標吸入空気量と前記内燃機関の吸入空気量との差分である第2差分値を算出する算出処理；及び

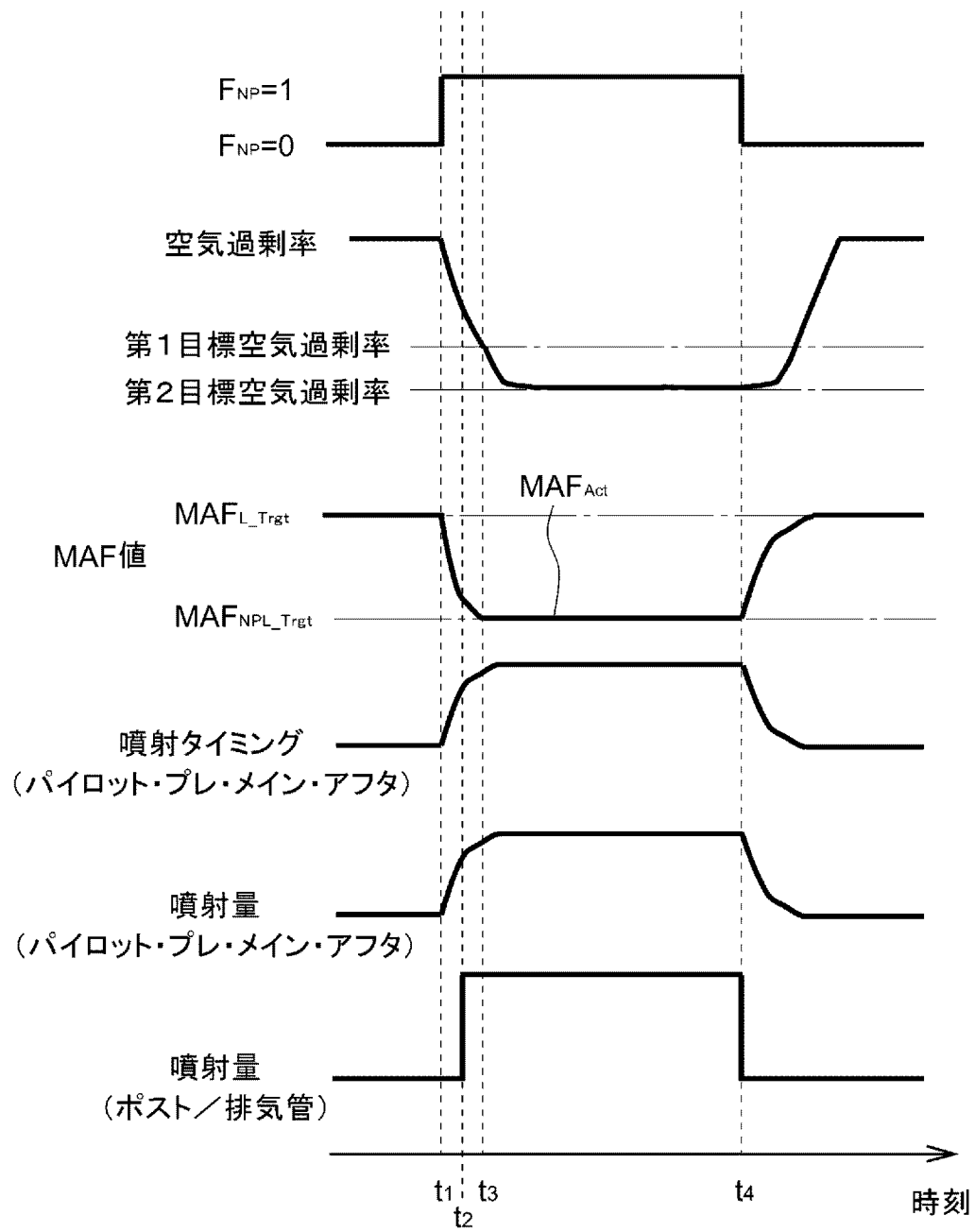
前記第1目標吸入空気量と、前記排気の空燃比がリッチ状態であるときの目標吸入空気量である第2目標吸入空気量との差分である第1差分値と、前記第2差分値との比率に基づいて、前記噴射系制御の開始時期を判定する判定処理、

を含む排気浄化システムの制御方法。

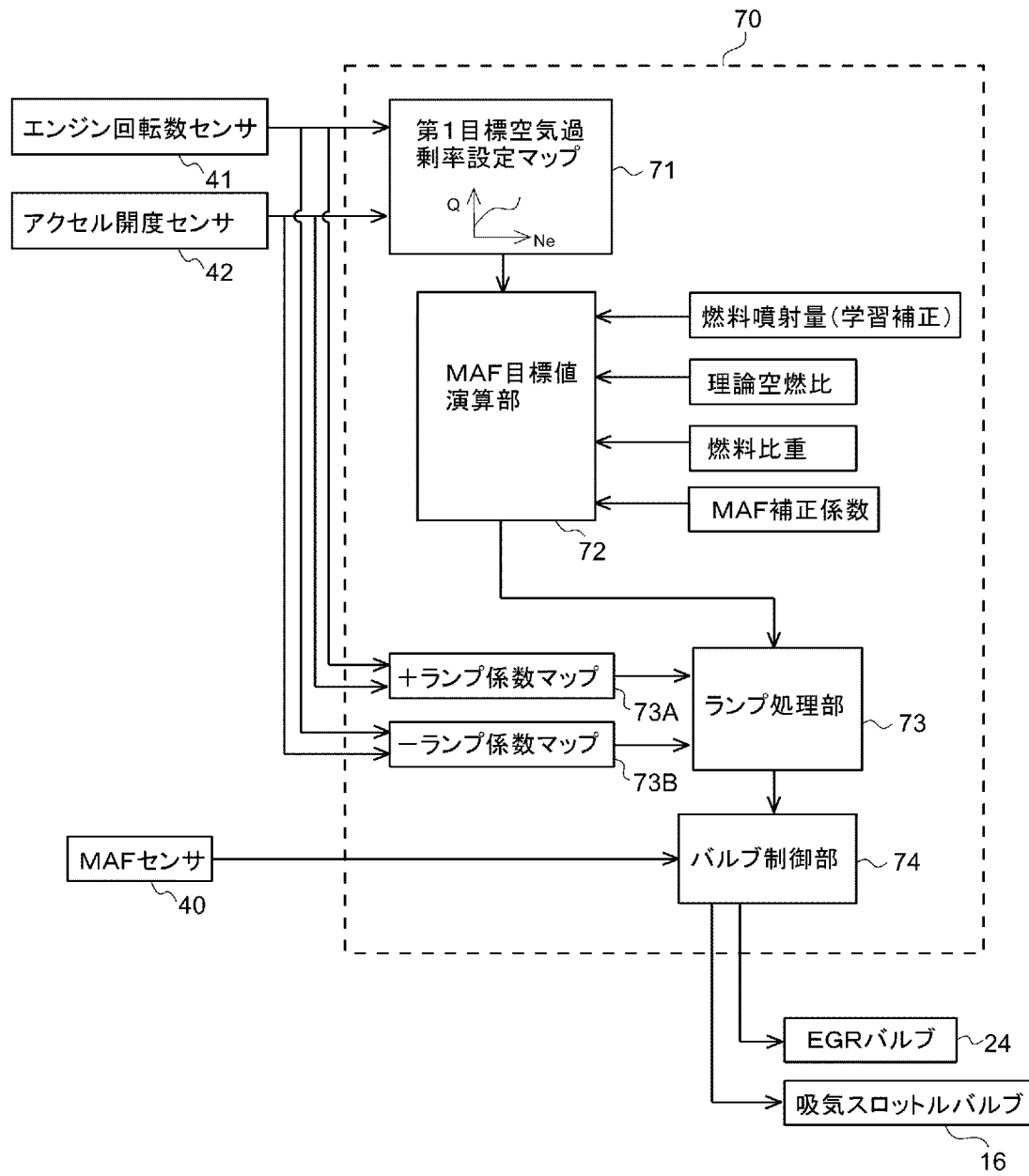
[図1]



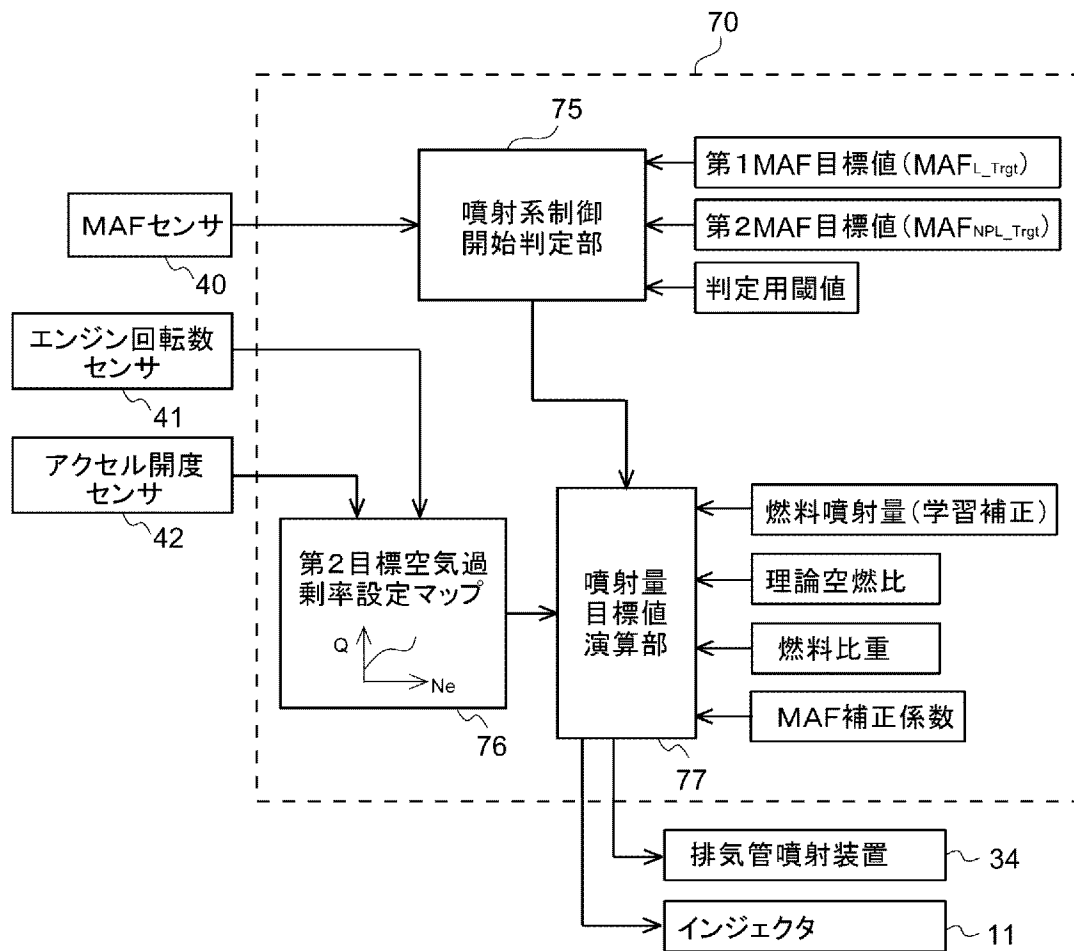
[図2]



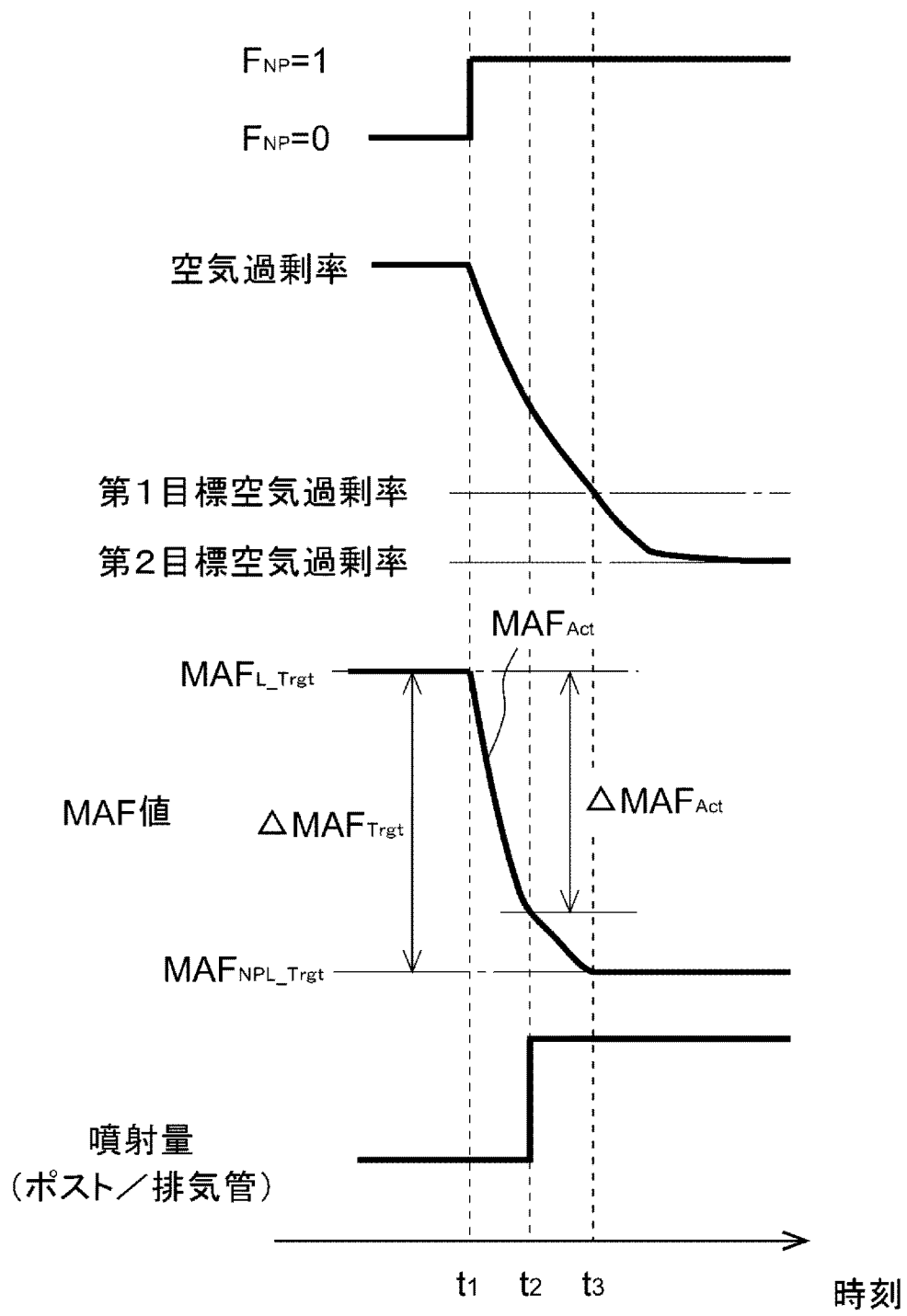
[図3]



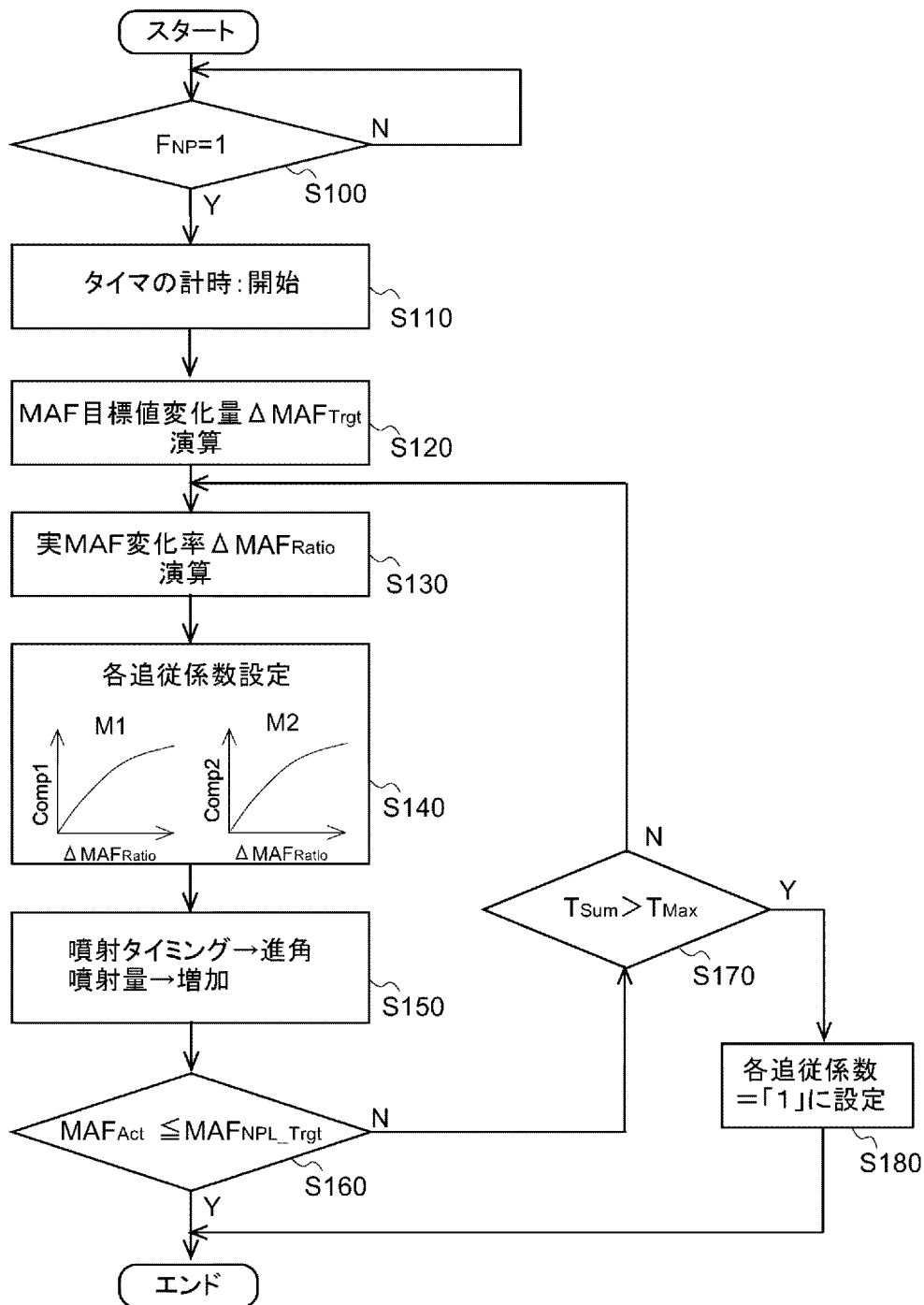
[図4]



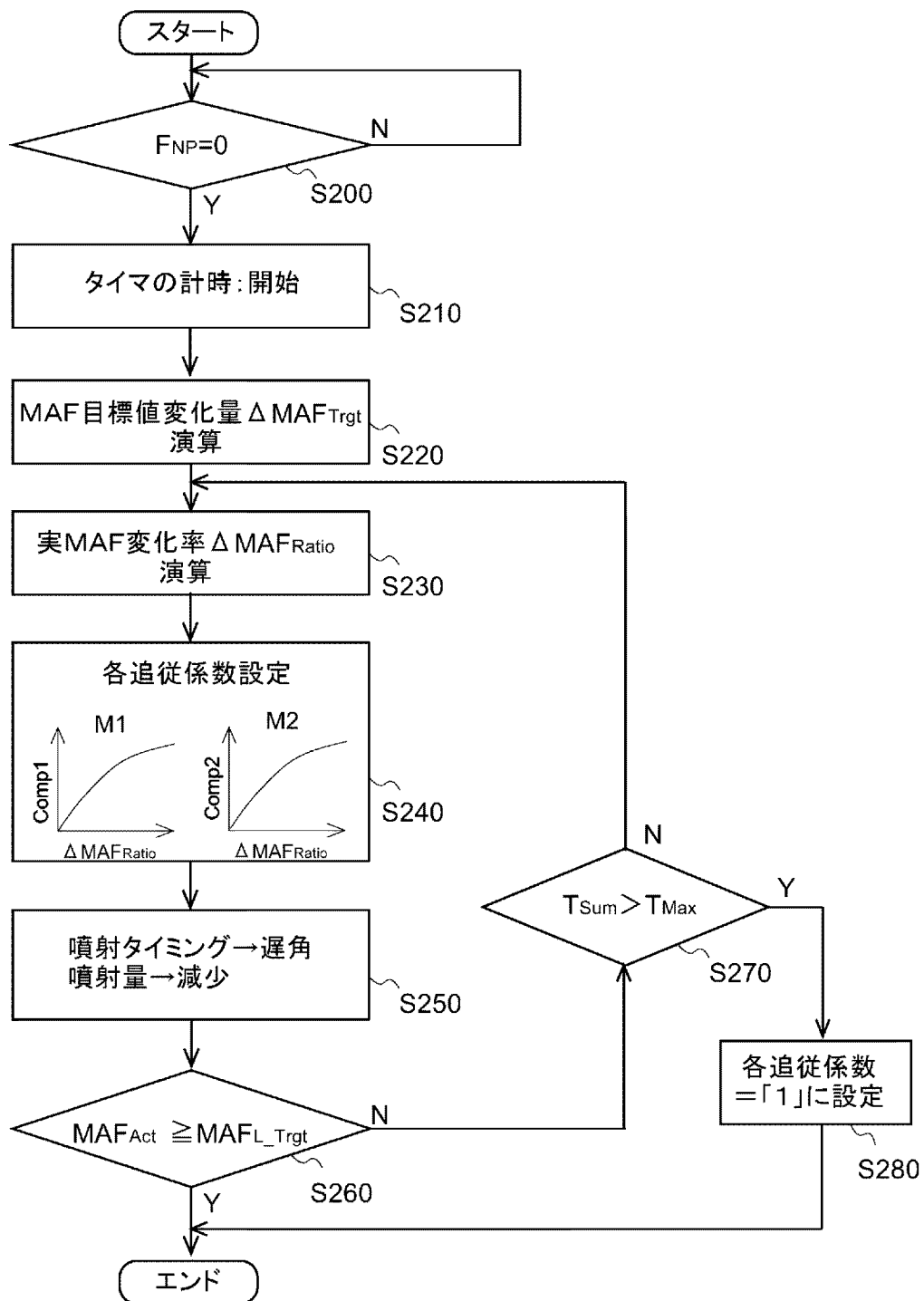
[図5]



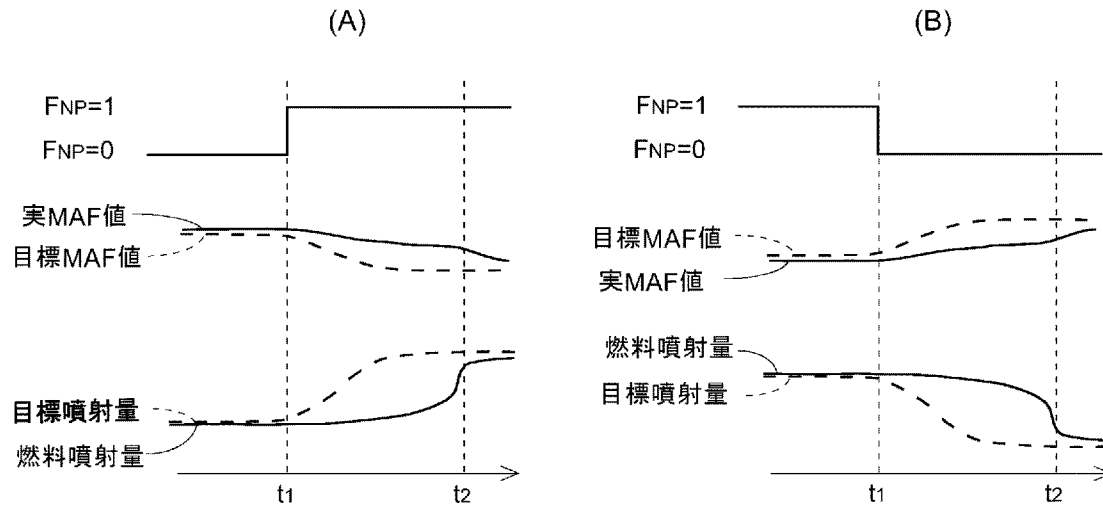
[図6]



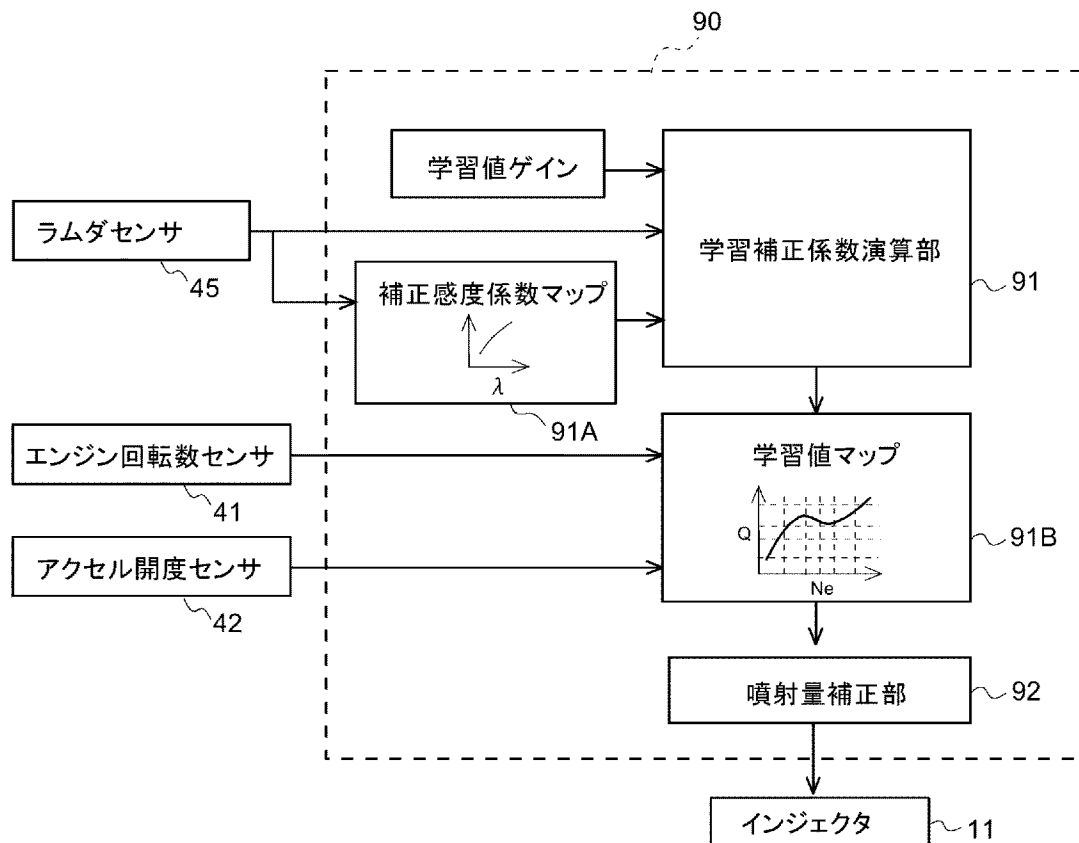
[図7]



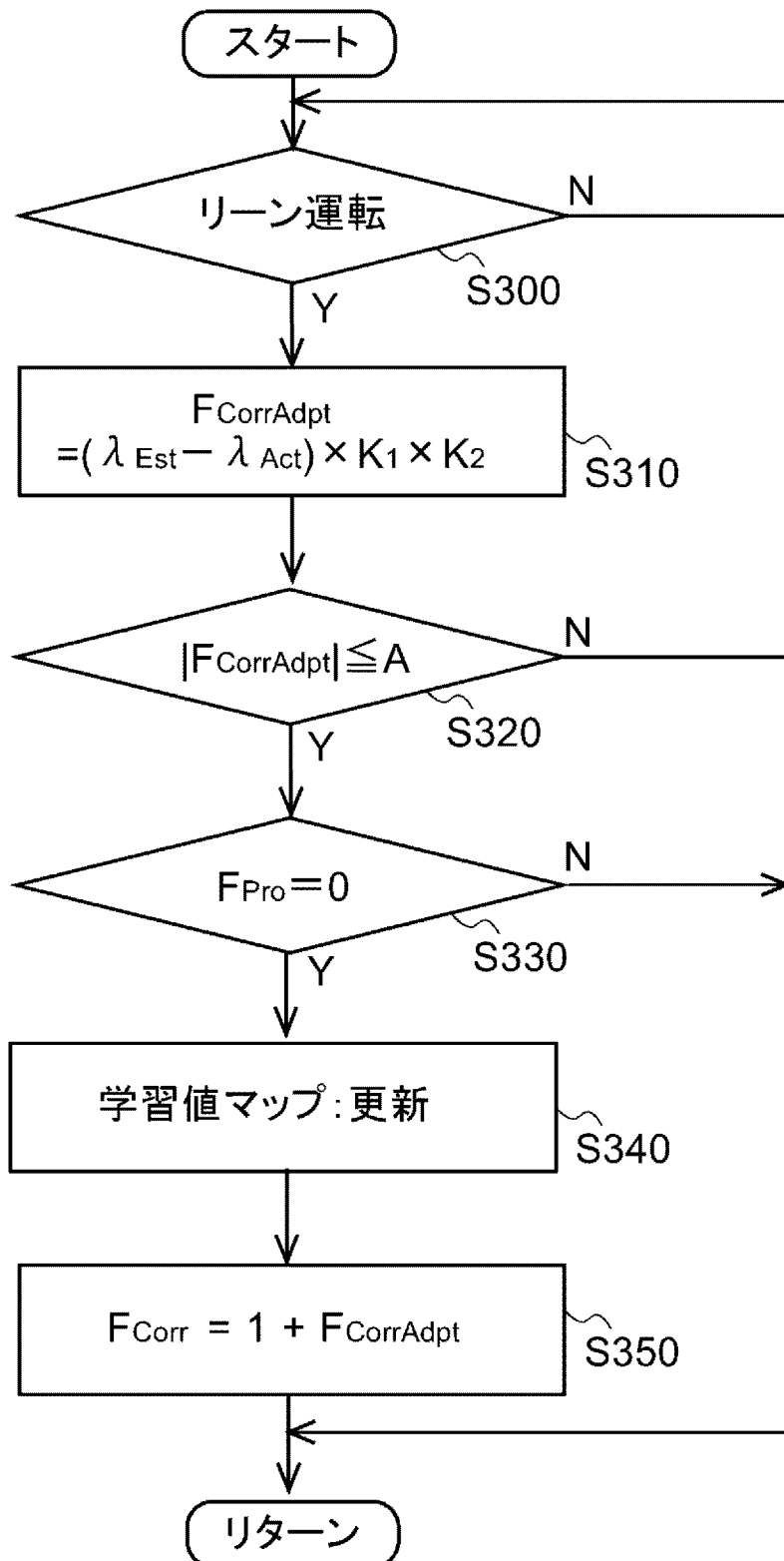
[図8]



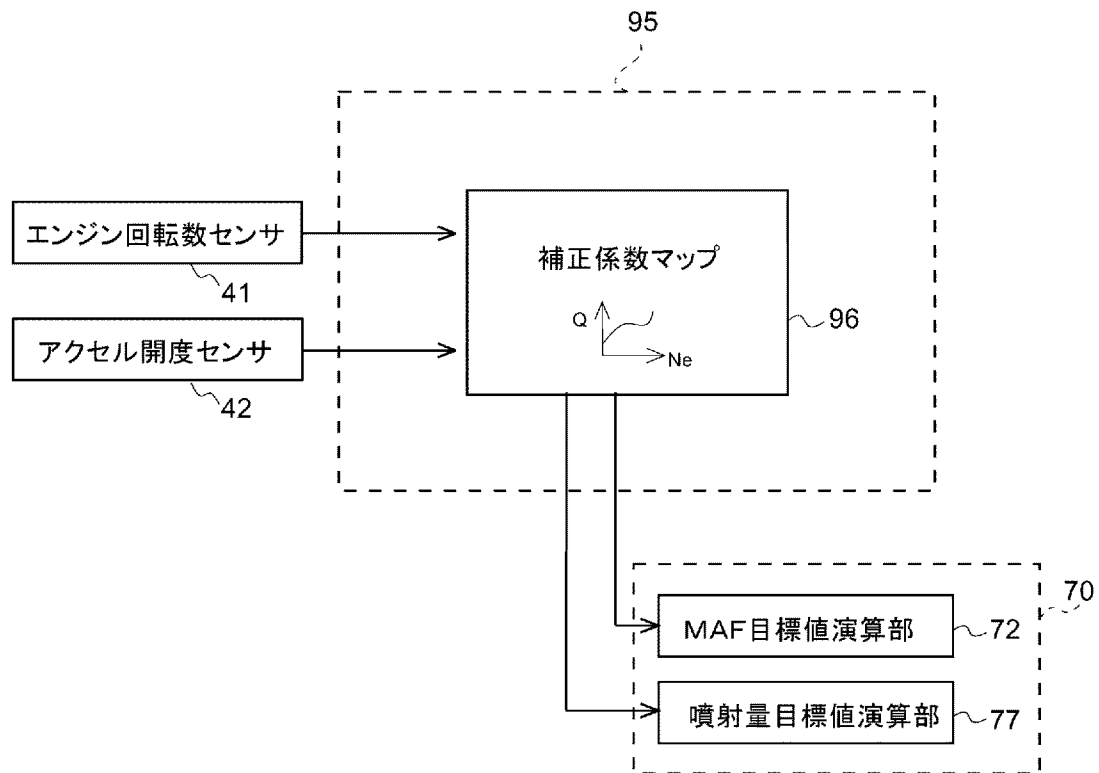
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/20(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D41/04(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)

F02D41/20, B01D53/94, F01N3/08, F01N3/20, F01N3/24, F02D41/04

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 2002-371889 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 December 2002 (26.12.2002), paragraphs [0006], [0012], [0025], [0048], [0217], [0231]; fig. 73 (Family: none)	1-4
A	JP 60-209644 A (Toyota Motor Corp.), 22 October 1985 (22.10.1985), claims; Constitution of the Invention (Family: none)	1-4
A	JP 11-236841 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 August 1999 (31.08.1999), paragraph [0017] (Family: none)	1-4

☒ 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
31 March 2016 (31.03.16)

Date of mailing of the international search report
12 April 2016 (12.04.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054200

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-182439 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 August 1986 (15.08.1986), claims (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D41/20(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i,
F01N3/24(2006.01)i, F02D41/04(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. F02D41/20, B01D53/94, F01N3/08, F01N3/20, F01N3/24, F02D41/04

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 2002-371889 A（日産自動車株式会社） 2002.12.26, 段落 [0006]、[0012]、[0025]、 [0048]、[0217]、[0231]、[図73] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 60-209644 A（トヨタ自動車株式会社） 1985.10.22, [特許請求の範囲]、[発明の構成] (ファミリーなし)	1-4

☑ 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

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

31.03.2016

国際調査報告の発送日

12.04.2016

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

5562

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 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
A	JP 11-236841 A (三菱電機株式会社) 1999.08.31, 段落 [0 0 1 7] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 61-182439 A (日産自動車株式会社) 1986.08.15, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-4