

(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
2018年10月25日(25.10.2018)



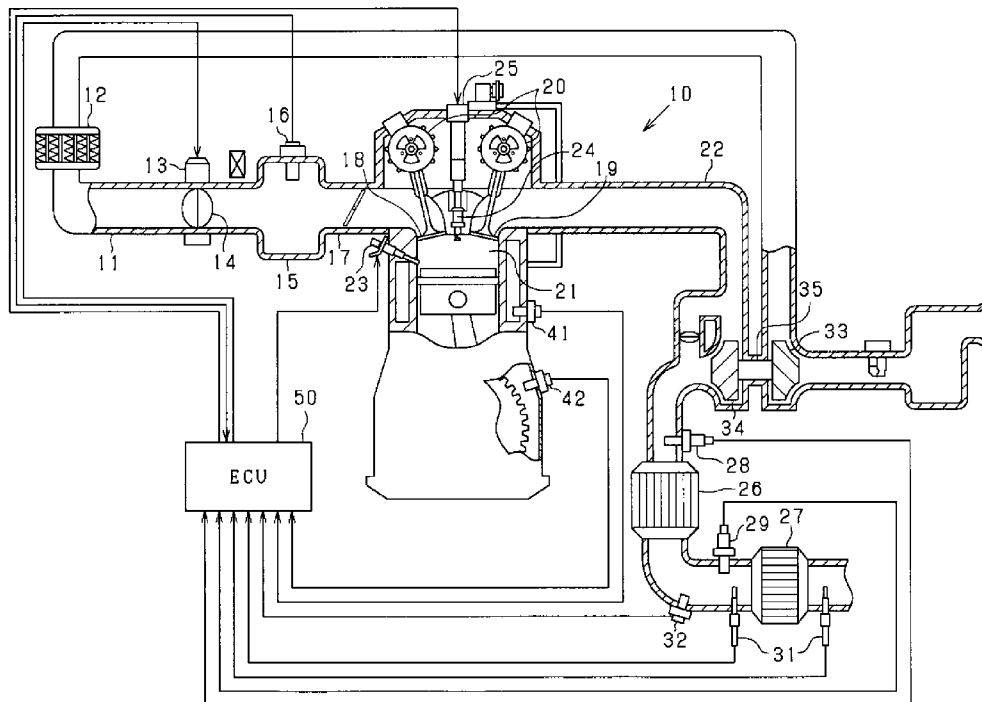
(10) 国際公開番号

WO 2018/193833 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) F01N 3/24 (2006.01)
F01N 3/023 (2006.01) F02D 43/00 (2006.01)
F01N 3/035 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/014255
- (22) 国際出願日: 2018年4月3日(03.04.2018)
- (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 2017-084886 2017年4月21日(21.04.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 堀川 まりえ (HORIKAWA, Marie); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 山田 強 (YAMADA, Tsuyoshi); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目1番24号 第一はせ川ビル6階 Aichi (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: EXHAUST TREATMENT DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気処理装置



(57) Abstract: An exhaust treatment device (50) is applied to an internal combustion engine (10) in which a three-way catalyst (26) that oxidizes or reduces a component included in exhaust and a particle filter (27) that filters particulate matter included in exhaust are provided to an exhaust passage (22). The exhaust treatment device burns and removes the particulate matter filtered by the particle filter when a prescribed condition for implementation is satisfied. The exhaust treatment device also comprises an air-fuel ratio control unit that controls the air-fuel ratio of the internal combustion

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

engine so that, during the time period in which the particulate matter filtered by the particle filter is burned and removed, the amount of nitrogen oxide exhausted from the internal combustion engine will be equal to or less than a prescribed allowable exhaust value.

(57) 要約：排気処理装置（50）は、排気に含まれる成分を酸化又は還元する三元触媒（26）と、排気に含まれる粒子状物質を捕集する粒子フィルタ（27）とが排気通路（22）に設けられた内燃機関（10）に適用される。排気処理装置は、所定の実施条件が成立した場合に、粒子フィルタに捕集された粒子状物質を燃焼除去する。また、排気処理装置は、粒子フィルタに捕集された粒子状物質の燃焼除去の実施期間において内燃機関から排出される窒素酸化物の量が所定の排出許容値以下になるように内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御部を備える。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の排気処理装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年4月21日に出願された日本出願番号2017-084886号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関の排気処理装置に関し、特に、排気を浄化するための排気浄化装置として三元触媒と粒子フィルタとを備える内燃機関の排気処理装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、燃料の燃焼によって内燃機関から排出される粒子状物質（PM）を排気通路において捕集する技術が種々提案されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、ストイキエンジンにおいて、粒子フィルタの再生のためにリーン燃焼を行うことが開示されている。ストイキ燃焼中では、エンジンの排気中に含まれる酸素の量は非常に少ないため、特許文献1に記載のものでは、リーン燃焼を行うことにより、PMの燃焼除去に必要な酸素を粒子フィルタに供給するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2016/0123200号明細書

発明の概要

[0005] 三元触媒を用いた排気浄化システムの場合、粒子フィルタの再生のために単にリーン化するだけでは、空燃比が三元触媒の浄化ウィンドからリーン側に外れることに起因してNO_x浄化率が低下し、排気エミッションの悪化を招くことが懸念される。

[0006] 本開示は上記課題に鑑みなされたものであり、排気エミッションの悪化を抑制しながら、粒子フィルタに捕集された粒子状物質を燃焼除去することが

できる内燃機関の排気処理装置を提供することを一つの目的とする。

[0007] 本開示は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

[0008] 本開示は、排気に含まれる成分を酸化又は還元する三元触媒と、前記排気に含まれる粒子状物質を捕集する粒子フィルタとが排気通路に設けられた内燃機関に適用され、所定の実施条件が成立した場合に、前記粒子フィルタに捕集された前記粒子状物質を燃焼除去する排気処理装置に関する。第1の構成は、前記粒子フィルタに捕集された前記粒子状物質の燃焼除去の実施期間において、前記内燃機関から排出される窒素酸化物の量が所定の排出許容値以下になるように前記内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御部を備える。

[0009] 上記構成では、粒子フィルタに捕集された粒子状物質を燃焼除去する際には、内燃機関から排出される窒素酸化物の量が排出許容値以下になるように空燃比を制御するため、粒子状物質の燃焼除去に際し、窒素酸化物の排出を抑制することができる。これにより、排気エミッションの悪化を抑制しながら、粒子フィルタに捕集された粒子状物質を燃焼除去することができる。

図面の簡単な説明

[0010] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

[図1]図1は、エンジン制御システムの全体概略構成図であり、

[図2]図2は、エンジン排出NO_x量と空燃比との関係を示す図であり、

[図3]図3は、再生中燃焼A/F値の設定方法を示す図であり、

[図4]図4は、第1実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すフローチャートであり、

[図5]図5は、フィルタ再生を実施可能なエンジン運転領域を示す図であり、

[図6]図6は、エンジン負荷に応じたエンジン排出NO_x量を示す図であり、

[図7]図7は、酸素濃度とPM燃焼速度との関係を示す図であり、

[図8]図8は、第1実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様を示すタイムチャートであり、

[図9]図9は、ポスト噴射制御の処理手順を示すフローチャートであり、

[図10]図 1 0 は、第 2 実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すフローチャートであり、

[図11]図 1 1 は、第 2 実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様を示すタイムチャートであり、

[図12]図 1 2 は、第 3 実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すフローチャートであり、

[図13]図 1 3 は、第 3 実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すタイムチャートであり、

[図14]図 1 4 は、ポスト噴射における最大噴射量を説明するための図であり、

[図15]図 1 5 は、第 4 実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すフローチャートであり、

[図16]図 1 6 は、第 4 実施形態のフィルタ再生処理の処理手順を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] (第 1 実施形態)

以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。本実施形態は、内燃機関である車載多気筒 4 サイクルガソリンエンジンであって、筒内噴射式かつ火花点火式のエンジンを対象にエンジン制御システムを構築するものとしている。当該制御システムにおいては、電子制御ユニット（以下、ECU という）を中枢として、燃料噴射量の制御や点火時期の制御等を実施する。このエンジン制御システムの全体概略構成図を図 1 に示す。

[0012] 図 1 に示すエンジン 1 0 において、吸気管 1 1 には、DC モータ等のスロットルアクチュエータ 1 3 によって開度調節されるスロットルバルブ 1 4 が設けられている。スロットルバルブ 1 4 の開度（スロットル開度）は、スロットルアクチュエータ 1 3 に内蔵されたスロットル開度センサにより検出される。

[0013] スロットルバルブ 1 4 の下流側にはサージタンク 1 5 が設けられ、サージ

タンク 15 において、吸気管内圧力を検出するための吸気管内圧力センサ 16 が設けられている。サージタンク 15 には、エンジン 10 の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド 17 が接続されている。吸気マニホールド 17 は、各気筒の吸気ポートに接続されている。

[0014] エンジン 10 の吸気ポート及び排気ポートには、それぞれ吸気バルブ 18 及び排気バルブ 19 が設けられている。吸気バルブ 18 の開動作によりサージタンク 15 内の空気が燃焼室 21 内に導入され、排気バルブ 19 の開動作により燃焼後の排ガスが排気管 22 に排出される。吸気バルブ 18 及び排気バルブ 19 の開閉タイミング（バルブタイミング）は、可変バルブタイミング装置 20 によりそれぞれ可変制御される。

[0015] エンジン 10 の各気筒の上部には、燃焼室 21 内に燃料を直接供給する燃料噴射弁 23 が取り付けられている。燃料噴射弁 23 は、図示しない燃料配管を介して燃料タンクに接続されている。燃料タンク内の燃料は各気筒の燃料噴射弁 23 に供給され、燃料噴射弁 23 から燃焼室 21 内に噴射される。

[0016] エンジン 10 のシリンダヘッドには点火プラグ 24 が取り付けられている。点火プラグ 24 には、点火コイル等よりなる点火装置 25 を通じて、所望とする点火時期に高電圧が印加される。点火プラグ 24 に対する高電圧の印加により、各点火プラグ 24 の対向電極間に火花放電が発生し、燃焼室 21 内における燃料と吸気との混合気が着火されて燃焼に供される。エンジン 10 の燃焼制御は、吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程を 1 燃焼サイクルとして行われる。

[0017] 排気管 22 には、排気を浄化するための排気浄化装置として、三元触媒 26 と GPF（ガソリンパーティキュレートフィルタ）27 とが設けられている。三元触媒 26 は、排気中の成分である一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）及び窒素酸化物（NO_x）を酸化又は還元するための触媒である。GPF 27 は、排気中の粒子状物質（PM）を捕集するフィルタ装置であり、三元触媒 26 の下流側に設けられている。GPF 27 は、酸化触媒（例えば Pt 等）が表面コーティングされた触媒コート付きフィルタである。

[0018] 排気管 22 において三元触媒 26 の上流側及び下流側には、排気を検出対象として混合気の酸素濃度を検出する酸素濃度センサが設けられている。酸素濃度センサとして本実施形態では、三元触媒 26 の上流側にリニア検出式の A/F センサ 28 が配置され、三元触媒 26 の下流側に二値検出式の O₂ センサ 29 が配置されている。また、排気管 22 には、GPF 27 の上流側と下流側との差圧を検出する差圧センサ 31 が設けられている。差圧センサ 31 により、GPF 27 に堆積した PM 量を検出可能である。排気管 22 において三元触媒 26 の下流側であって GPF 27 の上流側には、排気温度を検出する排気温度センサ 32 が設けられている。

[0019] 本システムには、排気を利用して空気の圧縮を行う過給機が設けられている。過給機は、吸気管 11 においてスロットルバルブ 14 の上流側に配置された吸気コンプレッサ 33 と、排気管 22 において排気ポートの出口付近であって三元触媒 26 の上流側に配置された排気タービン 34 と、を備えている。吸気コンプレッサ 33 と排気タービン 34 とは回転軸 35 によって連結されている。排気管 22 内を流れる排気によって排気タービン 34 が回転されると、その回転に伴い吸気コンプレッサ 33 が回転される。このとき、吸気コンプレッサ 33 の回転により生じる遠心力によって吸気管 11 内の吸気が圧縮される。吸気管 11 には、吸気コンプレッサ 33 の下流側に、熱交換器としてのインタクーラ 12 が配置されている。過給された吸気がインタクーラ 12 によって冷却されることで、圧縮効率の低下が抑制される。

[0020] その他、エンジン 10 には、冷却水温を検出する冷却水温センサ 41 や、エンジン 10 の所定クランク角毎に矩形状のクランク角信号を出力するクランク角センサ 42 などが設けられている。

[0021] ECU 50 は、周知の通り CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）を主体として構成され、ROM に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、都度のエンジン運転状態に応じてエンジン 10 の各種制御を実施する。すなわち、ECU 50 は、前述した各種センサなどから各々検出信号を入力し、それら入力した各種検出信

号に基づいて、燃料噴射量や燃料噴射時期、点火時期等を演算して燃料噴射弁 23 や点火装置 25 の駆動等を制御する。燃料噴射制御について、ECU 50 は、都度のエンジン運転状態（例えばエンジン回転速度やエンジン負荷）に基づいて、噴射時期及び噴射量を算出する。また、算出した噴射時期に所望の噴射量の燃料が噴射されるよう燃料噴射弁 23 の駆動を制御する。

[0022] ECU 50 は、スロットルバルブ 14 の開度（以下、「スロットル開度」ともいう。）や、燃料噴射弁 23 から燃焼室 21 内に噴射される燃料の量を調整することで空燃比制御を実施している。具体的には、通常時には、エンジン 10 の空燃比が理論空燃比（ $A/F \div 14.7$ ）となるようにスロットル開度及び燃料噴射量を制御するストイキ運転を行っている。

[0023] なお、エンジン 10 はストイキエンジンであるが、リーン空燃比でも運転可能である。具体的には、リーン燃焼の空気過剰分を EGR 率に置き換えると、エンジン 10 の全運転領域において、昇温のみを実施する場合には 18 % 以上の EGR 率で運転可能であり、昇温とフィルタ再生とを実施する場合には 25 % 以上の EGR 率で運転可能である。

[0024] ECU 50 は、GPF 27 に PM が所定量以上堆積したと判断した場合に、GPF 27 に堆積した PM を燃焼除去するフィルタ再生制御を実施する。これにより、GPF 27 の PM 捕集機能の再生（フィルタ再生）を行う。フィルタ再生を行うには、GPF 27 の温度（以下、「フィルタ温度」ともいう。）が所定温度以上であって、かつ GPF 27 に酸素が存在していることが必要である。

[0025] 理論空燃比での燃焼（ストイキ燃焼）が行われている状況下では、排気に含まれる酸素は極めて少ない。そのため、ストイキ燃焼中はフィルタ再生に必要な量の酸素が GPF 27 に供給されず、フィルタ再生を実施できない。そこで、フィルタ再生時には、理論空燃比よりも一時的にリーンとなるように空燃比を制御することにより、フィルタ再生に必要な量の酸素を GPF 27 に供給することが考えられる。しかしながら、三元触媒 26 を用いた排気浄化システムの場合、フィルタ再生のために単にリーン化するだけでは、空

燃比が三元触媒 26 の浄化ウィンドからリーン側に外れることによって NO_x 浄化率が低下し、 NO_x エミッションの悪化を招くことが懸念される。

[0026] ここで、燃料の燃焼によってエンジン 10 から排出される排気中の NO_x 量は空燃比に応じて異なる。具体的には、図 2 に示すように、空燃比をストイキからリーン限界に近付けると NO_x 量は一旦増加し、その後リーン側になるにつれて徐々に減少する。また、空燃比をストイキからリッチ限界に近付けると、リッチ側になるにつれて NO_x 量は徐々に減少する。この点に着目し、本実施形態では、GPF 27 で捕集された PM の燃焼除去を実施する期間では、エンジン 10 から排出される NO_x の量（以下、「エンジン排出 NO_x 量」ともいう。）が、エンジン 10 からの排出を許容する値として予め定めた値（以下、「排出許容値 $\text{NO}_t h$ 」という。）以下になるように空燃比を制御することとしている。これにより、PM の燃焼除去の実施期間では、GPF 27 に十分な量の酸素を供給しつつ、エンジン 10 から排出される NO_x 量自体が少なくなるようにしている。

[0027] 特に本実施形態では、エンジン 10 の燃焼時における空燃比を理論空燃比よりもリーン側で制御することによって、PM の燃焼除去の実施期間においてエンジン排出 NO_x 量が排出許容値 $\text{NO}_t h$ 以下となるようにしている。具体的には、図 2 に示すように、リーン側において、エンジン排出 NO_x 量が排出許容値 $\text{NO}_t h$ 以下となる空燃比範囲の下限值である A/F 下限値 A_{min} （例えば、 $A/F \div 19$ ）と、エンジン 10 において正常燃焼が可能な空燃比の限界（リーン限界）である A/F 上限値 A_{max} （例えば、 $A/F \div 23$ ）とによって定められる範囲を NO_x 抑制範囲 Raf としている。そして、フィルタ再生時には、燃焼 A/F が NO_x 抑制範囲 Raf 内となるように制御している。

[0028] 図 3 を用いて、本実施形態のフィルタ再生処理について説明する。フィルタ再生時には、排気中の酸素濃度を、 NO_x の排出を排出許容値 $\text{NO}_t h$ 以下に抑制可能な酸素濃度に確保しつつ、GPF 27 に供給される排気中の酸素濃度が、PM の燃焼速度の要求に基づき定めた所定濃度以上になるように

空燃比を制御する。これにより、 NO_x 排出抑制要求と、PMの燃焼速度を所定値以上とするために必要とされる排気中の酸素濃度に基づく要求（以下、単に「酸素濃度要求」ともいう。）と、を満たすように空燃比を制御する。

[0029] 具体的には、酸素濃度要求を満たすための空燃比である O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} と、 A/F 下限値 A_{min} とを比較し、これらのうち、理論空燃比（ストイキ）からの乖離量が大きい空燃比、すなわち、よりリーン側の空燃比を用いて燃焼を行う。例えば、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が、 A/F 下限値 A_{min} よりも理論空燃比から離れており、リーン側の値 A_2 である場合には O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} を燃焼 A/F に設定する。一方、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が、 A/F 下限値 A_{min} よりも理論空燃比に近く、リッチ側の所定値 A_1 である場合には、 NO_x 抑制要求を満たす A/F のうち、リッチ側の境界値である A/F 下限値 A_{min} を燃焼 A/F に設定する。そして、その設定した燃焼 A/F となるようにエンジン10の吸気量や燃料噴射量を制御する。なお、「 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} 」が第1要求空燃比に相当し、「 A/F 下限値 A_{min} 」が第2要求空燃比に相当する。

[0030] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の処理手順について、図4のフローチャートを用いて説明する。この処理は、ECU50により所定時間毎に実行される。

[0031] 図4において、ステップS101では、PM堆積量に基づいてフィルタ再生要求が有るか否かを判定する。ここでは、GPF27にPMが再生判定値 W_{th} 以上堆積しているか否かを判定する。具体的には、差圧センサ31の検出値を用い、GPF27の上流側と下流側との差圧が所定圧以上になった場合に肯定判定される。

[0032] なお、フィルタ再生の要否を判定する方法としては、差圧センサ31を用いる方法に限らない。例えば、（1）PMセンサを用いて検出したPM量が所定値以上になったこと、（2）前回のフィルタ再生処理から所定時間以上が経過したこと、（3）前回のフィルタ再生処理から所定距離以上走行した

こと、等といった条件を満たすか否かを判定することによってフィルタ再生の要否を判定してもよい。

[0033] フィルタ再生要求有りと判定されると、ステップS102～S105で、フィルタ再生処理の実施条件が成立しているか否かを判定する。具体的には、まずステップS102で、エンジン10が稼働中であるか否かを判定する。エンジン稼働中であれば、ステップS103へ進み、冷却水温センサ41の検出値等を用いて、エンジン10の暖機が完了したか否かを判定する。暖機が完了していればステップS104へ進み、現在のエンジン運転状態が、フィルタ再生を実施可能な運転領域内にあるか否かを判定する。ここでは、エンジン回転速度とエンジン負荷（例えば、吸気管内圧力）とに対応させて、フィルタ再生を実施可能なエンジン運転領域がマップ等（例えば、図5のマップ）として予め定められている。このマップ等を用いて、エンジン回転速度及びエンジン負荷の検出値から、フィルタ再生を実施可能なエンジン運転領域にあるか否かを判定する。

[0034] 図5のマップによれば、所定の中回転／中・高負荷領域及び中・高回転／中負荷領域である領域Aではフィルタ再生が許可される。所定の低回転／低負荷領域B、及び所定の高回転／高負荷領域Cではフィルタ再生が禁止される。領域Aは、要求通りに空燃比をリーン側に制御可能な運転領域である。

[0035] フィルタ再生を実施可能なエンジン運転領域にあると判定されると、ステップS105へ進み、GPF27の温度（以下、「フィルタ温度」ともいう。）が目標温度 T_{pm} よりも高温であるか否かを判定する。目標温度 T_{pm} は、PMの着火温度に基づき予め定められており、例えば600℃又はその近傍の値が設定されている。フィルタ温度は、エンジン運転状態や排気温度から推定してもよいし、あるいはフィルタ温度を検出する温度センサを設けて直接検出してもよい。このステップS105では、フィルタ再生開始前のフィルタ温度を対象として判定を行う。

[0036] ステップS102～S105の少なくともいずれかで否定判定された場合には、フィルタ再生処理の実施条件が全て成立するまでフィルタ再生を開始

せずにそのまま待機する。ステップS102～S105の全てで肯定判定された場合、フィルタ再生処理の実施条件が成立したとしてステップS106へ進む。

[0037] ステップS106では、A/F下限値 A_{min} を算出する。ここで、エンジン排出 NO_x 量はエンジン運転状態に応じて異なり、図6に示すように、エンジン負荷が高負荷であるほどエンジン排出 NO_x 量が多くなる。また、これに伴い、エンジン10が高負荷であるほど、エンジン排出 NO_x 量が排出許容値 NO_{th} 以下となる空燃比範囲の下限値がリーン側になる。そこで本実施形態では、エンジン負荷に基づいてA/F下限値 A_{min} を算出する。具体的には、図6に示すマップを予め定めて記憶させておき、このマップを用いて、都度のエンジン負荷に対応するA/F下限値 A_{min} を読み出す。図6のマップによれば、エンジン10が高負荷ほどA/F下限値 A_{min} としてはリーン側の値が設定される。

[0038] ステップS107では、酸素濃度要求を満たすための空燃比として O_2 要求A/F値 A_{o2} を算出する。図7に、GPF27に供給される排気中の酸素濃度と、PM燃焼速度との関係を示す。排気中の酸素濃度が低濃度の範囲では、PM燃焼速度が大きく低下する。このため、限られた時間内に確実にフィルタ再生を行うようにするためには、排気中の酸素濃度をある程度以上の濃度に確保できるように空燃比を制御する必要がある。

[0039] この点に鑑み、本実施形態では、最低限確保すべき燃焼速度 V_{min} を補償するための酸素濃度（以下、「最低 O_2 濃度 D_{min} 」ともいう。）を予め設定しておき、最低 O_2 濃度 D_{min} を確保することが可能となるように O_2 要求A/F値 A_{o2} を設定する。ここでは、排気中の酸素濃度を増大側へ変化させた場合にPM燃焼速度の変化量が所定値以下に収束する酸素濃度範囲の下限値 D_1 （例えば5%程度）を O_2 要求A/F値 A_{o2} に設定する。リーン限界に近づくほど、排気温度が低下したり燃焼安定性が低下したりしやすいため、本実施形態では過剰なリーン化を抑制するべく、 O_2 要求A/F値 A_{o2} を下限値 D_1 に設定している。

[0040] 続くステップS108では、O₂要求A/F値A_{o2}がA/F下限値A_{min}よりも大きいか否か、つまりO₂要求A/F値A_{o2}がA/F下限値A_{min}よりもリーン側の値であるか否かを判定する。O₂要求A/F値A_{o2}がA/F下限値A_{min}よりもリーン側の値であれば、ステップS109へ進み、フィルタ再生中の燃焼空燃比（以下、「再生中燃焼A/F」ともいう。）としてO₂要求A/F値A_{o2}を設定する。一方、O₂要求A/F値A_{o2}がA/F下限値A_{min}よりもリッチ側の値である場合には、ステップS110へ進み、再生中燃焼A/FとしてA/F下限値A_{min}を設定する。その後、ステップS111へ進む。

[0041] ステップS111では、リーン化の開始後において排気温度が目標温度T_{pm}よりも高いか否かを判定する。排気温度が目標温度T_{pm}よりも高い場合にはステップS113へ進む。一方、排気温度が目標温度T_{pm}以下である場合には、ステップS112へ進み、排気昇温制御を実施する。これにより、フィルタ温度が目標温度T_{pm}よりも高温である状態を補償している。排気昇温制御としては、例えば点火遅角等が挙げられる。排気昇温制御は、図示しない別ルーチンにより実行される。なお、排気温度については、排気温度センサ32の検出値を用いてもよいし、エンジン運転状態から推定される推定値を用いてもよい。リーン化の開始前又はリーン化開始直後の所定時間内では、ステップS111及びS112の処理を実施せずにステップS113へ進む。あるいは、リーン化開始直後の所定時間においては、リーン化を開始してから所定時間後の排気温度を推定し、その推定値に基づいて排気昇温制御を実施してもよい。

[0042] 続くステップS113では、フィルタ再生処理を実施する。具体的には、空燃比が再生中燃焼A/Fとなるように、例えばエンジン10の吸気量を制御する。これにより、フィルタ再生処理を実施する。ステップS114では、フィルタ再生処理によるPM燃焼量を算出し、ステップS115で、所定のPM量（例えば、フィルタ再生処理の開始時のPM堆積量）を燃焼できたかどうかを判定する。ステップS115で否定判定された場合には、ステッ

プS 1 0 2以降の処理を再度実行する。ステップS 1 1 5で肯定判定されると、ステップS 1 1 6へ進み、フィルタ再生を終了して、本ルーチンを終了する。

[0043] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様について、図8のタイムチャートを用いて説明する。図8では、PM堆積量が再生判定値 W_{th} 以上となり、フィルタ再生要求があった場合を想定している。

[0044] フィルタ再生要求が有った後においてフィルタ温度が目標温度 T_{pm} よりも低いと、暫くの間はフィルタ再生処理が開始されず、燃焼A/Fはストイキで制御される。そして、排気温度が上昇してフィルタ温度が目標温度 T_{pm} よりも高温になると、その時刻 t_{11} で再生中燃焼A/Fとしてストイキよりもリーン側の値が設定され、フィルタ再生が開始される。

[0045] このとき、O₂要求A/F値 A_{o2} （図8中の一点鎖線参照）よりもA/F下限値 A_{min} の方がリーン側である場合には、図8に示すように、エミッション要求に基づきA/F下限値 A_{min} が再生中燃焼A/Fに設定されて、A/F下限値 A_{min} となるように吸気量が制御される。つまり、フィルタ温度が十分に高く、O₂要求A/F値 A_{o2} で制御すれば堆積PMを燃焼除去可能であっても、O₂要求A/F値 A_{o2} がNO_x抑制範囲 R_{af} よりもリッチ側である場合には、さらにリーン化した状態でフィルタ再生を行う。これにより、エンジン10から排出されるNO_x量を許容範囲に収めながらフィルタ再生が行われる。なお、図8の「A/F」及び「排気中O₂濃度」中の一点鎖線は、フィルタ再生時にO₂要求A/F値 A_{o2} で空燃比制御を行った場合を示している。フィルタ再生によりGPF27に堆積したPMが燃焼除去されると、その時刻 t_{12} でリーン化が終了され、ストイキ制御に切り替えられる。

[0046] 以上詳述した本実施形態によれば、次の優れた効果が得られる。

[0047] フィルタ再生時には、エンジン排出NO_x量が排出許容値 NO_{th} 以下になるように空燃比を制御するため、GPF27に堆積したPMの燃焼除去に際し、窒素酸化物の排出を抑制することができる。これにより、排気エミッ

ションの悪化を抑制しながらPMを燃焼除去することができる。

[0048] 堆積PMの燃焼速度はGPF27に供給される酸素濃度に依存し、酸素濃度が高いほどPM燃焼速度が速くなる。この点に鑑み、NO_x排出抑制に基づく要求（NO_x抑制要求）に加え、PM燃焼除去のための酸素濃度要求を考慮して再生中燃焼A/Fを設定するため、NO_x排出を抑制しながら迅速にフィルタ再生を行うことができる。

[0049] 具体的には、GPF27に供給される排気中の酸素濃度を、PMの燃焼速度の要求を満たす酸素濃度とするための空燃比である第1要求空燃比としてO₂要求A/F値A_{o2}を算出するとともに、PMの燃焼除去の実施期間においてエンジン10から排出されるNO_x量を排出許容値NO_{t h}以下とするための空燃比である第2要求空燃比としてA/F下限値A_{min}を算出し、O₂要求A/F値A_{o2}及びA/F下限値A_{min}のうち、リーン側の値を用いて空燃比制御を行うことによりフィルタ再生処理を実施する構成とした。この構成によれば、第1要求空燃比が第2要求空燃比よりもリーン側であり、第1要求空燃比での制御によって酸素濃度要求とNO_x抑制要求とを満たす場合には、それ以上のリーン化を行わないため、過剰なリーン化を抑制しつつ排気エミッションの悪化を抑制することができる。逆に、第1要求空燃比ではNO_x抑制要求を満たさない場合には、第2要求空燃比でフィルタ再生を行うため、フィルタ再生を迅速に行いつつ排気エミッションの悪化を抑制することができる。

[0050] また、第2要求空燃比としてA/F下限値A_{min}を用いるため、第1要求空燃比が第2要求空燃比よりもリッチ側であり、第1要求空燃比よりもリーン側の空燃比でフィルタ再生を行う場合に、過剰なリーン化を抑制することができる。これにより、リーン化に起因する排気温度の低下を抑制でき、また、燃焼安定性を確保することができる。

[0051] エンジン負荷に基づいてA/F下限値A_{min}を設定するため、エンジン排出NO_x量が排出許容値NO_{t h}以下となる空燃比がエンジン負荷に応じて異なる場合にも、NO_x抑制のための適切な空燃比でフィルタ再生を行う

ことができる。具体的には、エンジン 10 が高負荷運転状態のときには、A/F 下限値 A_{min} がよりリーン側に設定されるため、高負荷運転時にも NO_x 排出を十分に抑制することができる。また、エンジン 10 が低負荷運転状態のときには、A/F 下限値 A_{min} が比較的リッチ側に設定されるため、失火の発生をできるだけ抑制しつつ NO_x の排出を抑制することができる。

[0052] (第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。第 1 実施形態では、フィルタ再生要求があった場合に、フィルタ温度が目標温度 T_{pm} になるのを待ってフィルタ再生処理を実施したが、本実施形態では、フィルタ温度を上昇させるべくポスト噴射を行う点で第 1 実施形態と相違する。

[0053] ECU 50 は、燃料噴射制御において、主噴射の後に（例えば、膨張行程又は排気行程に）燃焼室 21 内に燃料を供給するポスト噴射を実施して排気温度を昇温させる昇温制御を実施する。ポスト噴射に際しては、GPF 27 に供給される排気の温度が目標温度 T_{pm} 以上となるようにポスト噴射量 G_p が設定される。ここでは、目標温度 T_{pm} と排気温度の実際値又は推定値との差分と、排気流量とに基づいてポスト噴射量 G_p を算出する。

[0054] ポスト噴射制御について、図 9 のフローチャートを用いて説明する。この処理は、ECU 50 により所定周期毎に実行される。図 9 において、ステップ S501 では、PM 堆積量に基づいてフィルタ再生要求の有無を判定する。フィルタ再生要求があればステップ S502 へ進み、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高いか否かを判定する。開始温度 T_{start} は、ポスト噴射した燃料の着火温度よりも高温側に設定された値であり、例えば $300^{\circ}C$ 又はその近傍の値が設定されている。ステップ S502 で否定判定された場合には一旦本ルーチンを終了し、肯定判定された場合にはステップ S503 へ進む。

[0055] ステップ S503 では、排気温度が昇温判定温度 T_{rn} 以下であるか否か

を判定する。排気温度が昇温判定温度 T_{rn} 以下であればステップ $S504$ へ進み、目標温度 T_{pm} と現在の排気温度との差分、及び排気流量に基づいてポスト噴射量 G_p を算出する。続くステップ $S505$ ではポスト噴射を実施する。一方、排気温度が昇温判定温度 T_{rn} よりも高い場合には、ステップ $S506$ へ進み、ポスト噴射量 G_p をゼロに設定して本ルーチンを終了する。

[0056] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の処理手順について、図10のフローチャートを用いて説明する。この処理は、ECU50により所定時間毎に実行される。なお、図10の説明では、図4と同様の処理については、図4のステップ番号を付してその説明を省略する。

[0057] 図10において、ステップ $S201 \sim S204$ では、図4のステップ $S101 \sim S104$ と同様の処理を実行する。続くステップ $S205$ では、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高温であるか否かを判定する。ステップ $S202 \sim S205$ の少なくともいずれかで否定判定された場合には、フィルタ再生処理の実施条件が全て成立するまで待機する。一方、ステップ $S202 \sim S205$ の全てで肯定判定された場合、フィルタ再生処理の実施条件が成立したとしてステップ $S206$ へ進む。

[0058] ステップ $S206$ では、図4のステップ $S106$ と同様にして A/F 下限値 A_{min} を算出する。続くステップ $S207$ では、 O_2 要求 A/F 値 A_{o2} を算出する。ここで、ポスト噴射を実施してフィルタ再生処理を行う場合には、PMの燃焼除去のためだけでなく、ポスト噴射の燃料を燃焼させるためにも酸素が必要である。この点に鑑み、本実施形態では、ポスト噴射量と酸素濃度要求とに基づいて O_2 要求 A/F 値 A_{o2} を算出する。例えば、ポスト噴射量 G_p に応じて下限値 $D1$ を補正し、その補正後の酸素濃度に対応する O_2 要求 A/F 値 A_{o2} を算出する。このとき、ポスト噴射量 G_p が多いほど、排気中の酸素濃度として高い濃度が設定され、 O_2 要求 A/F 値 A_{o2} がリーン側に設定される。

[0059] 続くステップ $S208 \sim S210$ では、図4のステップ $S108 \sim S111$

0と同様の処理を実行する。すなわち、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が A/F 下限値 A_{min} よりもリーン側の値であれば、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} を再生中燃焼 A/F に設定する。これに対し、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が A/F 下限値 A_{min} よりもリッチ側の値である場合には A/F 下限値 A_{min} を再生中燃焼 A/F に設定する。

[0060] ステップS211では、リーン化開始後の排気温度が、ポスト噴射した燃料の着火温度（以下、「燃料着火温度 T_{burn} 」という。）よりも高いか否かを判定する。燃料着火温度 T_{burn} は、例えば $250^{\circ}C$ 又はその近傍の値である。排気温度が燃料着火温度 T_{burn} よりも高い場合にはステップS213へ進む。排気温度が燃料着火温度 T_{burn} 以下である場合にはステップS212へ進み、排気昇温制御を実施した後、ステップS213へ進む。ステップS213～S216では、図4のステップS113～S116と同様の処理を実行し、本ルーチンを終了する。

[0061] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様について、図11のタイムチャートを用いて説明する。

[0062] フィルタ再生要求の発生後において、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高温になると、その時刻 t_{21} でポスト噴射が開始されるとともに、空燃比がリーン側に制御されてフィルタ再生処理が開始される。このとき、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} は A/F 下限値 A_{min} よりもリッチ側であるため、再生中燃焼 A/F としては A/F 下限値 A_{min} が設定される（時刻 $t_{21} \sim t_{23}$ ）。そして、時刻 t_{23} において、アクセル操作量の増大により、 O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が A/F 下限値 A_{min} よりもリーン側になると、再生中燃焼 A/F として O_2 要求 A/F 値 A_{O_2} が設定される（時刻 $t_{23} \sim t_{26}$ ）。これにより、エンジン10から排出される NO_x 量を許容範囲に収めながらフィルタ再生が行われる。なお、時刻 $t_{24} \sim t_{25}$ では、排気温度が昇温判定温度 T_{rn} よりも高いため、ポスト噴射が中断されている。フィルタ再生によりGPF27に堆積したPMが燃焼除去されると、その時刻 t_{26} でリーン化が終了され、ストイキ制御に移行される。

[0063] 以上詳述した本実施形態によれば、フィルタ再生に際してポスト噴射によりフィルタ昇温させる場合には、エンジン排出 NO_x 量が排出許容値 NO_t 以下となり、かつポスト噴射により噴射された燃料の燃焼後においてGPF 27に供給される排気中の酸素濃度が酸素濃度要求を満たすように再生中燃焼A/Fを設定する構成とした。こうした構成とすることにより、ポスト噴射によりフィルタ昇温を行う場合にも、PMの燃焼除去を迅速に行うために必要な量の酸素をGPF 27に供給しつつ、 NO_x 排出量の抑制を図ることができる。

[0064] (第3実施形態)

次に、第3実施形態について、第2実施形態との相違点を中心に説明する。第3実施形態では、再生中燃焼A/Fを、リーン限界であるA/F上限値 A_{max} とする点で第2実施形態と相違する。

[0065] 本実施形態のフィルタ再生処理の処理手順について、図12のフローチャートを用いて説明する。この処理は、ECU 50により所定時間毎に実行される。なお、図12の説明では、図4と同様の処理については、図4のステップ番号を付してその説明を省略する。

[0066] 図12において、ステップS301～S304では、図4のステップS101～S104と同様の処理を実行する。続くステップS305では、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高温であるか否かを判定する。ステップS302～S305の少なくともいずれかで否定判定された場合には、フィルタ再生処理の実施条件が全て成立するまで待機する。一方、ステップS302～S305の全てで肯定判定された場合、フィルタ再生処理の実施条件が成立したとしてステップS306へ進む。

[0067] ステップS306では、A/F上限値 A_{max} を算出し、その算出したA/F上限値 A_{max} を再生中燃焼A/Fに設定する。ここでは、エンジン運転状態（例えば、エンジン回転速度及びエンジン負荷）に応じてA/F上限値 A_{max} を算出する。なお、A/F上限値 A_{max} について、エンジン運転状態にかかわらず固定値としてもよい。再生中燃焼A/FをA/F上限値

Amaxで制御する際には、トルク不足が生じないように、燃料噴射量は変えずにスロットルバルブ14を開くなどの方法により吸入空気を増やすようにする。

[0068] 続くステップS307では、リーン化開始後の排気温度が燃料着火温度Tburnよりも高いか否かを判定する。排気温度が燃料着火温度Tburnよりも高ければステップS309へ進む。一方、排気温度が燃料着火温度Tburn以下であればステップS308へ進み、排気昇温制御を実施した後、ステップS309へ進む。ステップS309では、最低O2濃度Dminを確保可能か否かを判定し、確保可能であればステップS310～S313に進み、図4のステップS113～S116と同様の処理を実行する。そして本ルーチンを終了する。

[0069] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様について、図13のタイムチャートを用いて説明する。

[0070] フィルタ再生要求の発生後において、フィルタ温度が開始温度Tstartよりも高温になると、その時刻t31でポスト噴射が開始される。ポスト噴射量については、第2実施形態と同様、目標温度Tpmbに基づいて算出される。また、時刻t31では、再生中燃焼A/FとしてA/F上限値Amaxが設定され、フィルタ再生処理が開始される。再生中燃焼A/FをA/F上限値Amaxとすることにより、時刻t31以降では、GPF27に供給される排気中の酸素濃度が下限値D1よりも高くなり、速い燃焼速度でPMが燃やされる。なお、時刻t32～t33では、排気温度が昇温判定温度Trnよりも高いため、ポスト噴射が中断されている。フィルタ再生によりGPF27に堆積したPMが燃焼除去されると、その時刻t34でリーン化を終了し、ストイキ制御に切り替えられる。

[0071] 以上詳述した第3実施形態では、再生中燃焼A/FをA/F上限値Amaxとしてフィルタ再生処理を実施するため、NOx排出の抑制効果をより高くしつつ、フィルタ再生を行うことができる。また、排気中の酸素濃度が高いため、PMの燃焼速度が速く、フィルタ再生処理を短期間で終了させるこ

とができる。

[0072] (第4実施形態)

次に、第4実施形態について、第3実施形態との相違点を中心に説明する。第4実施形態では、第3実施形態と同様に再生中燃焼A/FにA/F上限値 A_{max} を設定してフィルタ再生処理を行うが、ポスト噴射に際しできるだけ多くの燃料を供給する点で第3実施形態と相違する。

[0073] PM燃焼速度は、排気中の酸素濃度及びフィルタ温度に感度があり、両者に依存して変化するが、フィルタ温度への感度の方が高い。この点を考慮し、本実施形態では、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも低い場合には、ポスト噴射燃料の燃焼後においてGPF27に供給される排気中の酸素濃度が最低 O_2 濃度以上になる範囲で許容される最大の噴射量の燃料をポスト噴射によって供給する。これにより、フィルタ温度を速やかに高温化させて、効率的なフィルタ再生を行うようにしている。

[0074] 図14を用いて、本実施形態のフィルタ再生処理について説明する。図14中、(a)は、エンジン10の気筒内のガス構成を示し、(b)は、GPF27に供給される排気の用途の内訳を示している。フィルタ再生中では、A/F上限値 A_{max} を再生中燃焼A/Fとして可能な限りリーン化することにより、主噴射燃料の燃焼後の排気中に酸素を残存させる。本実施形態では、リーン化により追加で供給した空気量 Q_1 のうち、PM燃焼用の最低 O_2 濃度 D_{min} を確保し、残りの酸素を用いて可能な限り多くの燃料をポスト噴射で供給することにより昇温を図る。

[0075] 具体的には、最低 O_2 濃度 D_{min} 分の空気量 Q_2 を空気量 Q_1 から差し引いた残りの空気量($Q_1 - Q_2$)を基に、ポスト噴射によって噴射可能な最大噴射量 G_{max} を、ポスト噴射量の上下限、及びGPF27の基材温度の上限を考慮して算出する。この場合、最大噴射量 G_{max} を燃焼させるのに必要な酸素と、最低 O_2 濃度 D_{min} 分の酸素とを差し引いた残りの酸素が、PM燃焼用の酸素として用いられる。PM燃焼に使われる酸素量は、ポスト噴射燃料を燃焼させた後に残る酸素濃度から算出される。この酸素濃度

は、エンジン運転状態から推定してもよいし、 O_2 センサ等により検出してもよい。

[0076] なお、本実施形態において、図9のステップS504では、空気量 Q_1 から最低 O_2 濃度 D_{min} 分の空気量 Q_2 を差し引いた残りの空気量を基に、ポスト噴射量の上下限、及びGPF27の基材温度の上限を考慮して、ポスト噴射量として最大噴射量 G_{max} が算出される。

[0077] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の処理手順について、図15のフローチャートを用いて説明する。この処理は、ECU50により所定時間毎に実行される。なお、図15の説明では、図4と同様の処理については、図4のステップ番号を付してその説明を省略する。

[0078] 図15において、ステップS401～S404では、図4のステップS101～S104と同様の処理を実行する。続くステップS405では、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高温であるか否かを判定する。ステップS402～S405の少なくともいずれかで否定判定された場合には、フィルタ再生処理の実施条件が全て成立するまで待機する。一方、ステップS402～S405の全てで肯定判定された場合、フィルタ再生処理の実施条件が成立したとしてステップS406へ進む。

[0079] ステップS406では、 A/F 上限値 A_{max} を算出し、その算出した A/F 上限値 A_{max} を再生中燃焼 A/F に設定する。なお、 A/F 上限値 A_{max} は、第3実施形態と同じく可変値でもよいし、固定値でもよい。続くステップS407では、リーン化開始後の排気温度が燃料着火温度 T_{burn} よりも高いか否かを判定する。排気温度が燃料着火温度 T_{burn} よりも高ければステップS409へ進む。また、燃料着火温度 T_{burn} 以下であればステップS408へ進み、排気昇温制御を実施した後、ステップS409へ進む。ステップS409ではフィルタ再生処理を実施する。具体的には、燃焼空燃比が再生中燃焼 A/F となるようにエンジン10の吸気量を制御する。ステップS410～S412では、図4のステップS114～S116と同様の処理を実行し、本ルーチンを終了する。

[0080] 次に、本実施形態のフィルタ再生処理の具体的態様について、図16のタイムチャートを用いて説明する。

[0081] フィルタ再生要求の発生後において、フィルタ温度が開始温度 T_{start} よりも高温になると、その時刻 t_{41} でポスト噴射が開始される。また、時刻 t_{41} では、再生中燃焼 A/F として A/F 上限値 A_{max} が設定され、フィルタ再生処理が開始される。ポスト噴射では最大噴射量 G_{max} の燃料が噴射される。これにより、フィルタ温度がPM着火温度(T_{pm})よりもさらに昇温し、フィルタ温度の上限値 T_{max} 付近（例えば、 850°C 付近）まで昇温する。また、フィルタ再生中では、GPF27に供給される排気中の酸素濃度が最低 O_2 濃度 D_{min} を下回らないように制御される。なお、時刻 $t_{42} \sim t_{43}$ では、排気温度が昇温判定温度 T_{rn} よりも高いため、ポスト噴射が中断されている。フィルタ再生によりGPF27に堆積したPMが燃焼除去されると、その時刻 t_{44} でリーン化が終了され、ストイキ制御に切り替えられる。

[0082] 以上詳述した第4実施形態では、再生中燃焼 A/F を A/F 上限値 A_{max} とし、かつポスト噴射による燃料噴射量を最大噴射量 G_{max} としてフィルタ再生処理を実施するため、 NO_x 排出の抑制効果をより高くしつつ、フィルタ再生を短期間で終了させることができる。

[0083] (他の実施形態)

本開示は上記実施形態に限定されず、例えば以下のように実行されてもよい。

[0084] ・上記実施形態では、 A/F 下限値 A_{min} 及び O_2 要求 A/F 値 A_{o2} を可変値としたが、これらのうち少なくとも一方を固定値としてもよい。

[0085] ・上記第1実施形態及び第2実施形態では、第2要求空燃比を A/F 下限値 A_{min} としたが、 A/F 下限値 A_{min} よりもリーン側であって、 A/F 上限値 A_{max} よりもリッチ側の値としてもよい。

[0086] ・上記実施形態において、エンジン10の燃焼制御を行うに当たっては、実空燃比を目標空燃比に一致させるべく空燃比フィードバック制御を実施し

てもよい。具体的には、フィルタ再生時であれば、再生中燃焼 A / F を目標空燃比に設定し、酸素濃度センサで検出した実空燃比が再生中燃焼 A / F に一致するように空燃比フィードバック制御を実施する構成としてもよい。

[0087] ・上記実施形態では、三元触媒 26 の下流側に G P F 27 を配置する排気系システムに適用する場合を一例に挙げて説明したが、排気系の構成はこれに限定されない。例えば、図 1 のシステムにおいて、三元触媒 26 の上流側又は下流側に別の三元触媒を更に配置してもよい。この場合、G P F 27 としては、酸化触媒がコーティングされていないフィルタを用いることもできる。また、G P F 27 として触媒コート付きフィルタを用いる場合には、三元触媒 26 の上流側に G P F 27 を配置してもよい。

[0088] ・上記実施形態では、火花点火式のエンジン 10 に適用する場合について説明したが、圧縮自着火式のエンジンに適用してもよい。また、過給機を備えるエンジンに適用したが、過給機を備えない自然吸気エンジン (N / A) に適用してもよい。

[0089] ・上記の各構成要素は概念的なものであり、上記実施形態に限定されない。例えば、一つの構成要素が有する機能を複数の構成要素に分散して実現したり、複数の構成要素が有する機能を一つの構成要素で実現したりしてもよい。

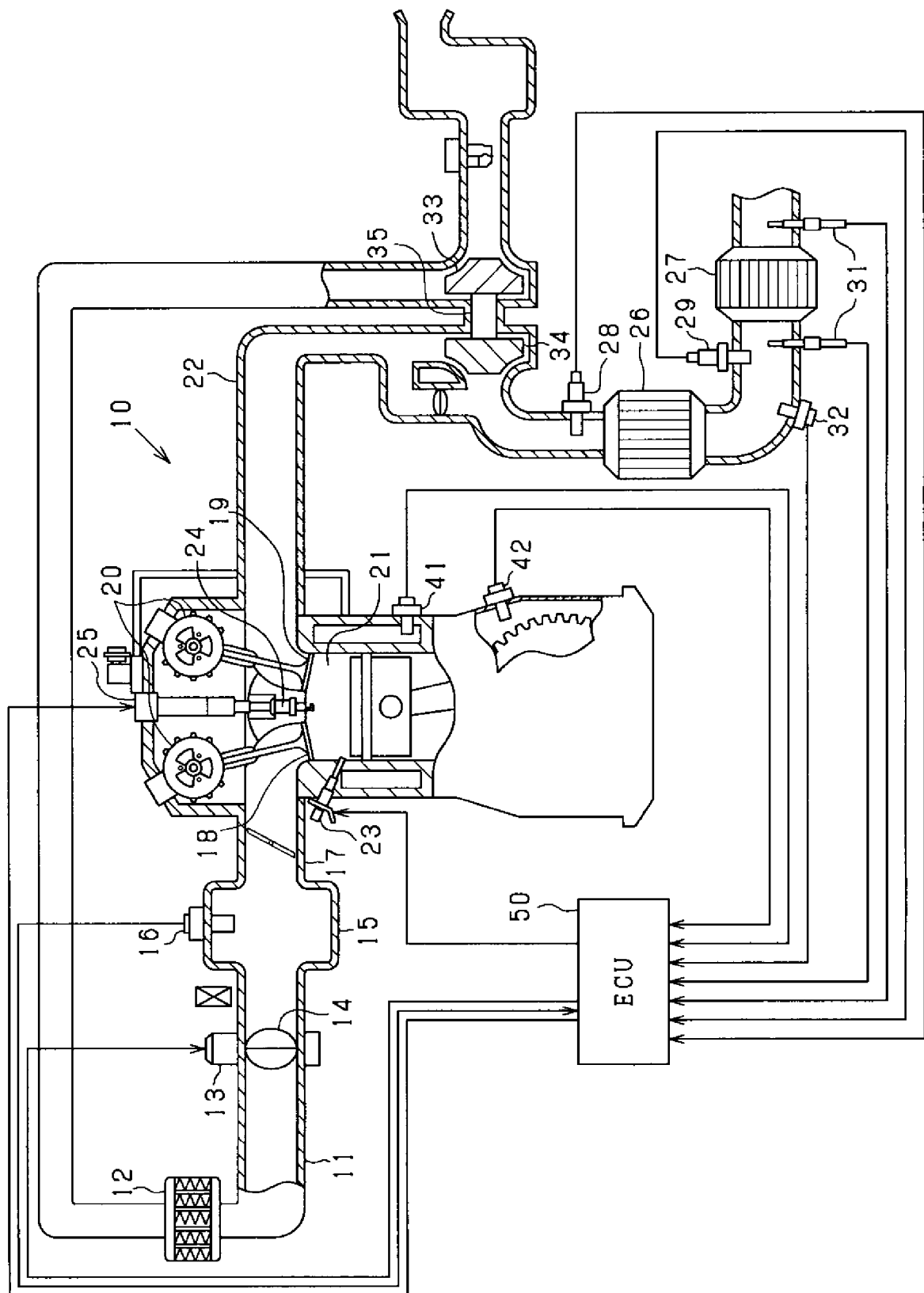
[0090] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

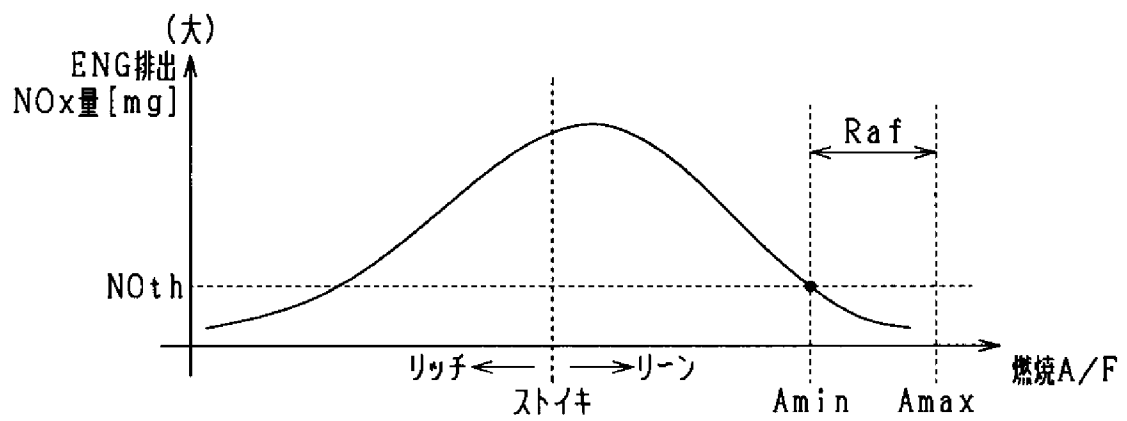
- [請求項1] 排気に含まれる成分を酸化又は還元する三元触媒（26）と、前記排気に含まれる粒子状物質を捕集する粒子フィルタ（27）とが排気通路（22）に設けられた内燃機関（10）に適用され、
- 所定の実施条件が成立した場合に、前記粒子フィルタに捕集された前記粒子状物質を燃焼除去する排気処理装置であって、
- 前記粒子フィルタに捕集された前記粒子状物質の燃焼除去の実施期間において前記内燃機関から排出される窒素酸化物の量が所定の排出許容値以下になるように前記内燃機関の空燃比を制御する空燃比制御部を備える、内燃機関の排気処理装置。
- [請求項2] 前記空燃比制御部は、前記燃焼除去の実施期間において前記内燃機関から排出される窒素酸化物の量が前記所定の排出許容値以下となり、かつ前記粒子フィルタに供給される前記排気中の酸素濃度が、前記粒子状物質の燃焼速度の要求に基づき定めた所定濃度以上になるように前記空燃比を制御する、請求項1に記載の内燃機関の排気処理装置。
- [請求項3] 前記粒子フィルタに供給される前記排気中の酸素濃度を、前記粒子状物質の燃焼速度の要求を満たす酸素濃度とするための空燃比である第1要求空燃比を算出する第1空燃比算出部と、
- 前記燃焼除去の実施期間において前記内燃機関から排出される窒素酸化物の量を前記所定の排出許容値以下とするための空燃比である第2要求空燃比を算出する第2空燃比算出部と、を備え、
- 前記空燃比制御部は、前記燃焼除去の実施期間では、前記第1要求空燃比及び前記第2要求空燃比のうち理論空燃比からの乖離量が大きい方の空燃比となるように前記内燃機関の空燃比を制御する、請求項1又は2に記載の内燃機関の排気処理装置。
- [請求項4] 前記第2空燃比算出部は、前記内燃機関の負荷に基づいて前記第2要求空燃比を算出する、請求項3に記載の内燃機関の排気処理装置。

- [請求項5] 前記内燃機関の主噴射の後に前記内燃機関に燃料を供給するポスト噴射を実施して前記粒子フィルタを昇温させる昇温制御部を備え、
- 前記空燃比制御部は、前記燃焼除去の実施期間において前記内燃機関から排出される窒素酸化物の量が前記所定の排出許容値以下となり、かつ前記ポスト噴射により噴射された燃料の燃焼後において前記粒子フィルタに供給される前記排気中の酸素濃度が前記所定濃度以上になるように前記空燃比を制御する、請求項2～4のいずれか一項に記載の内燃機関の排気処理装置。
- [請求項6] 前記空燃比制御部は、前記内燃機関において正常燃焼が可能な空燃比の限界である失火限界空燃比で前記内燃機関の空燃比を制御する、請求項1又は2に記載の内燃機関の排気処理装置。

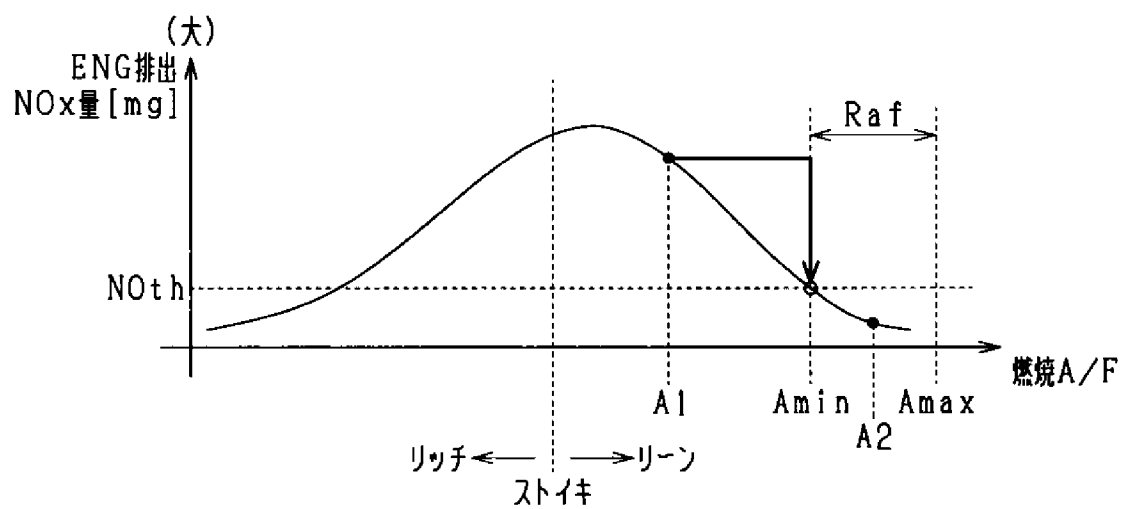
[図1]



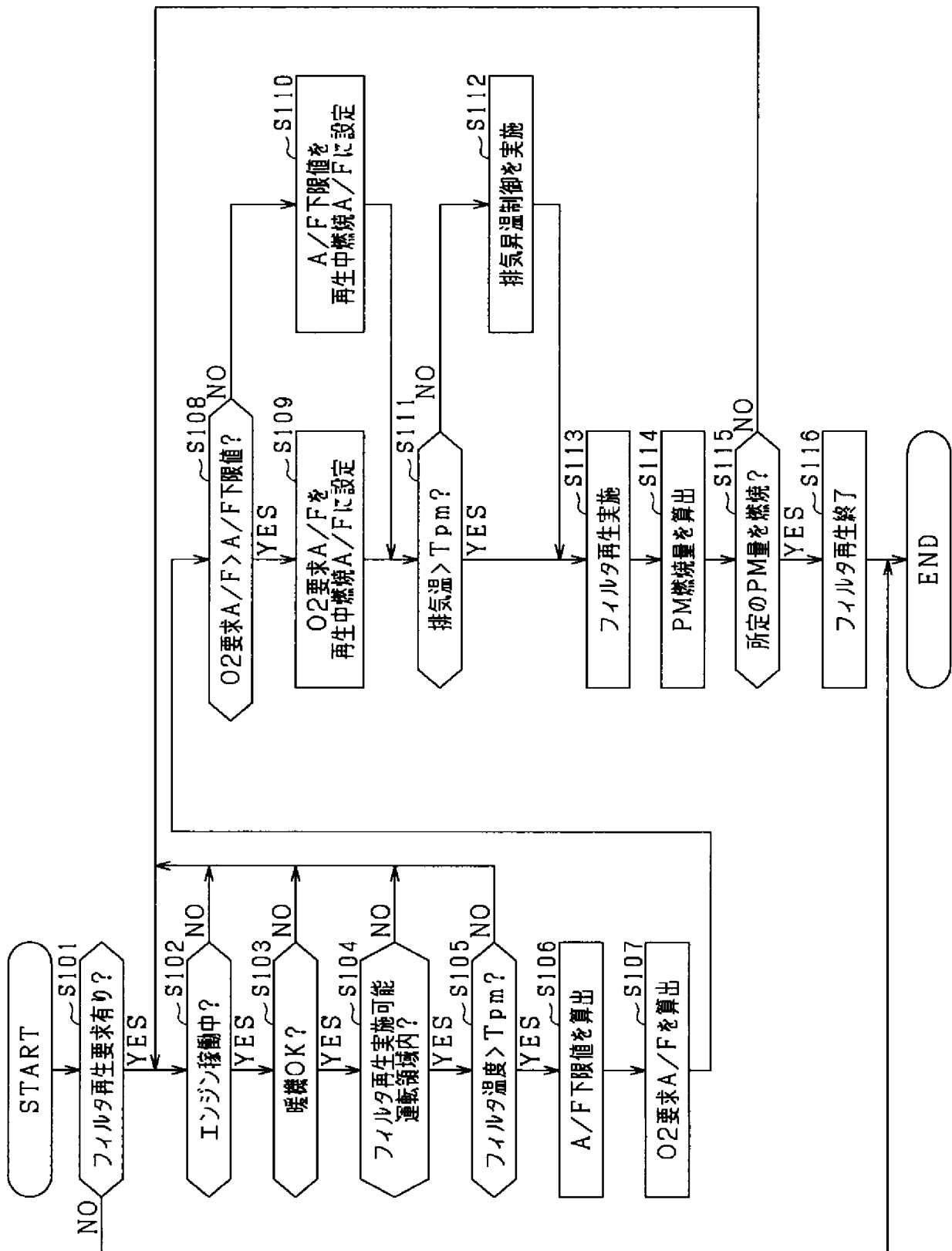
[図2]



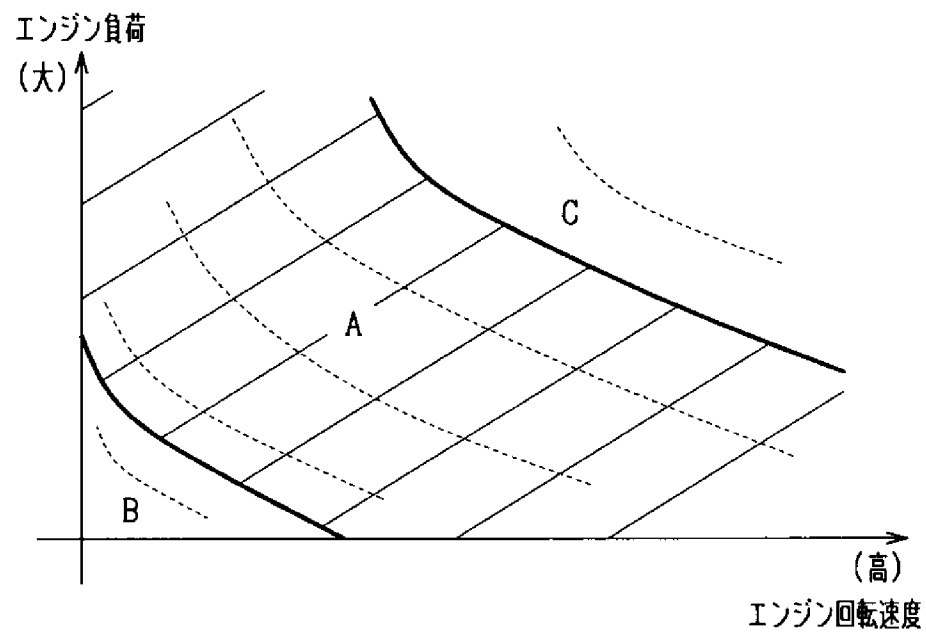
[図3]



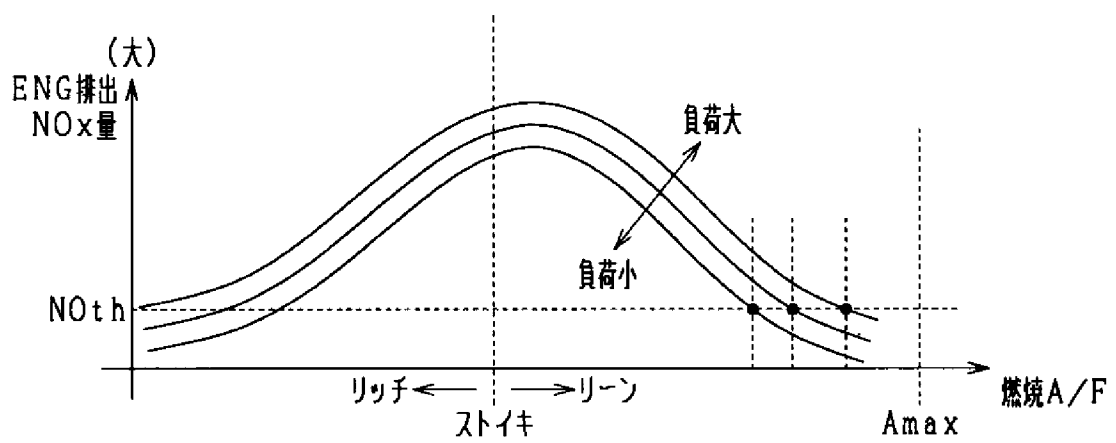
[図4]



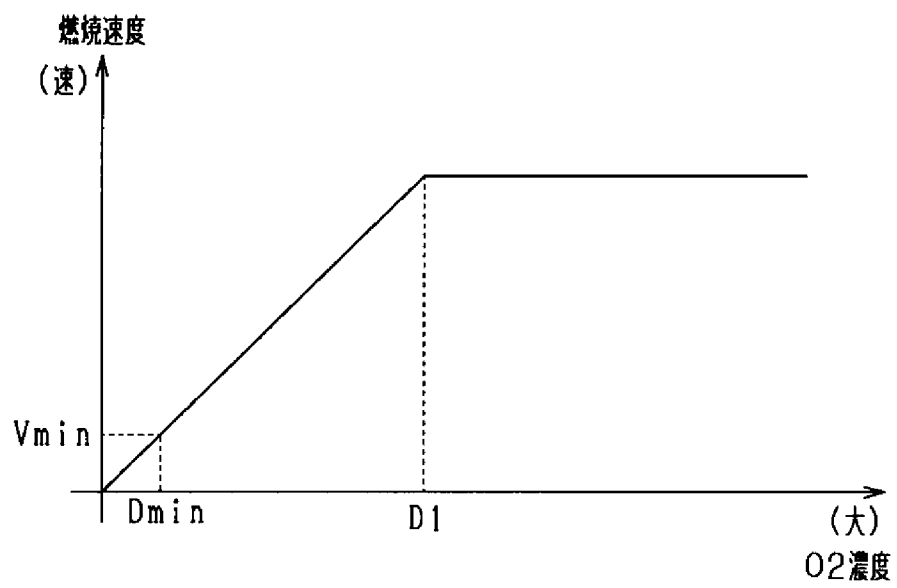
[図5]



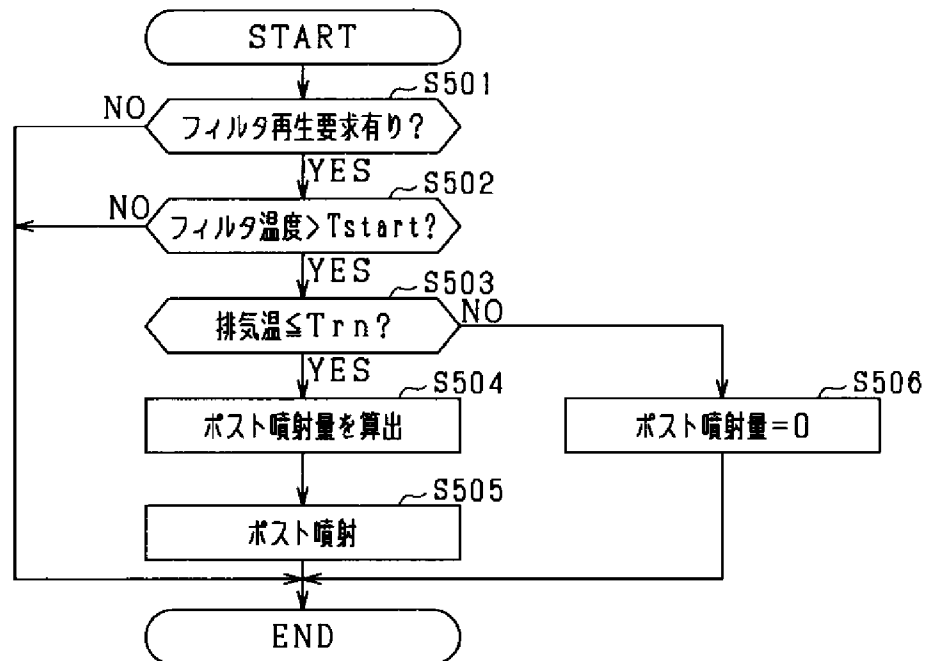
[図6]



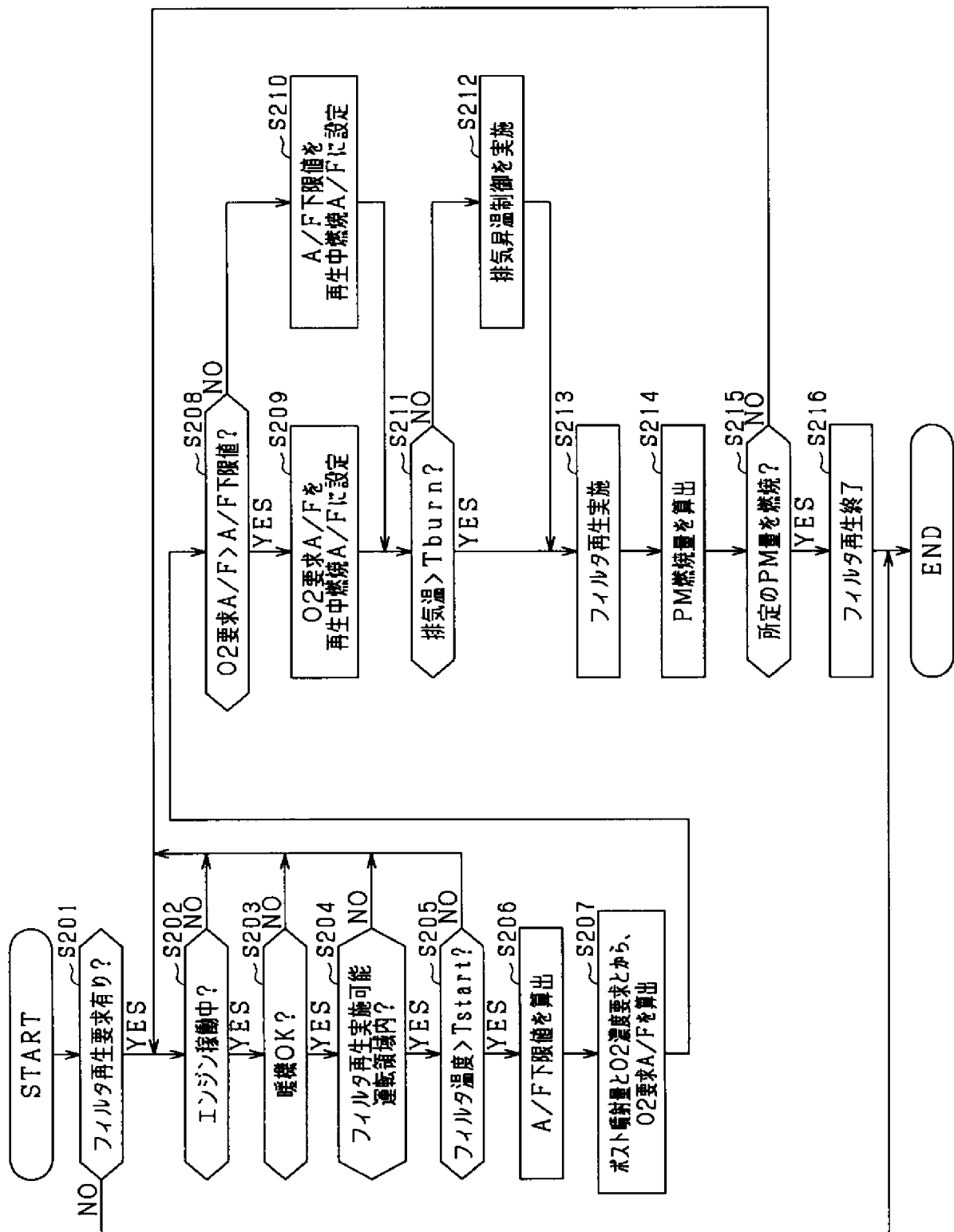
[図7]



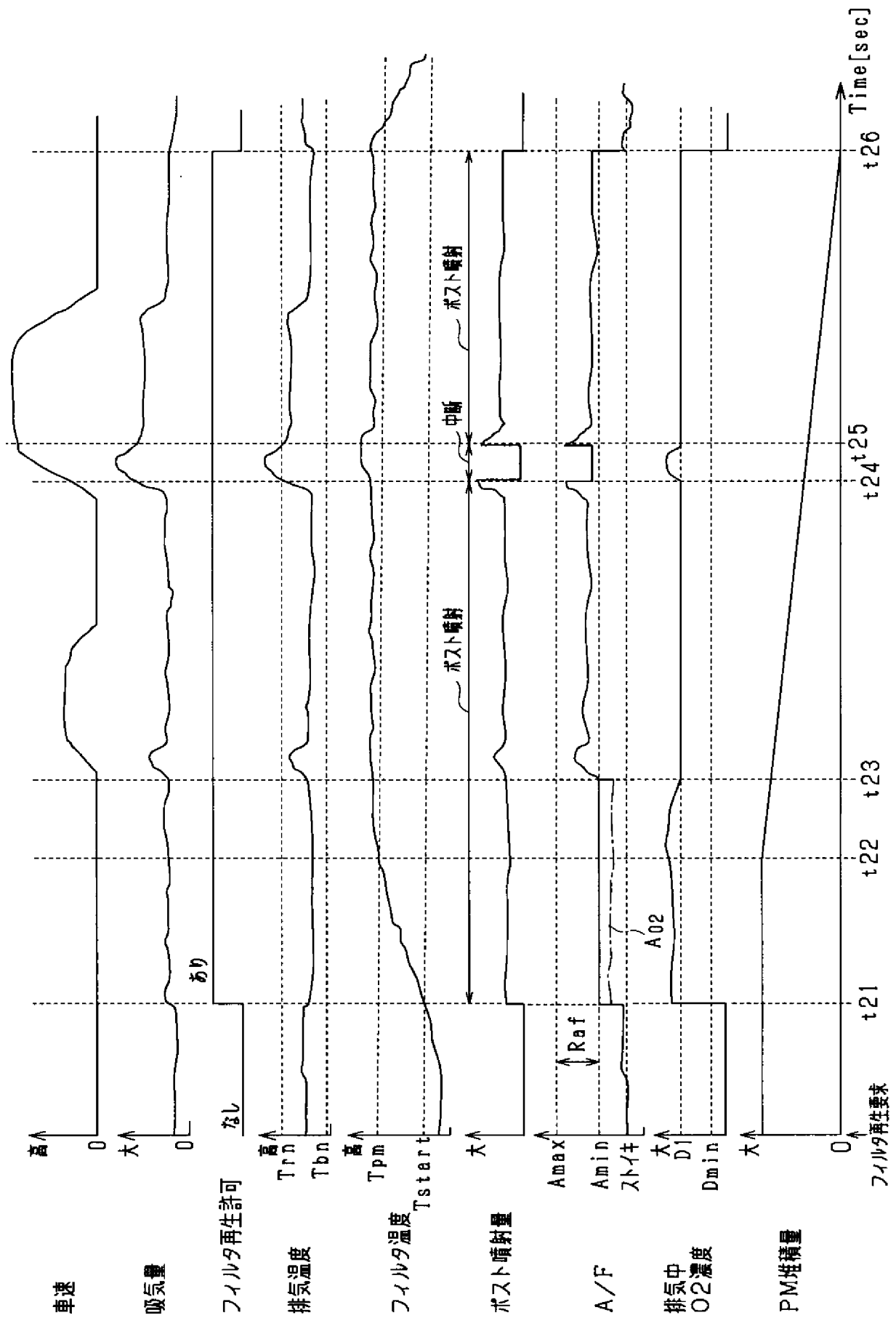
[図9]



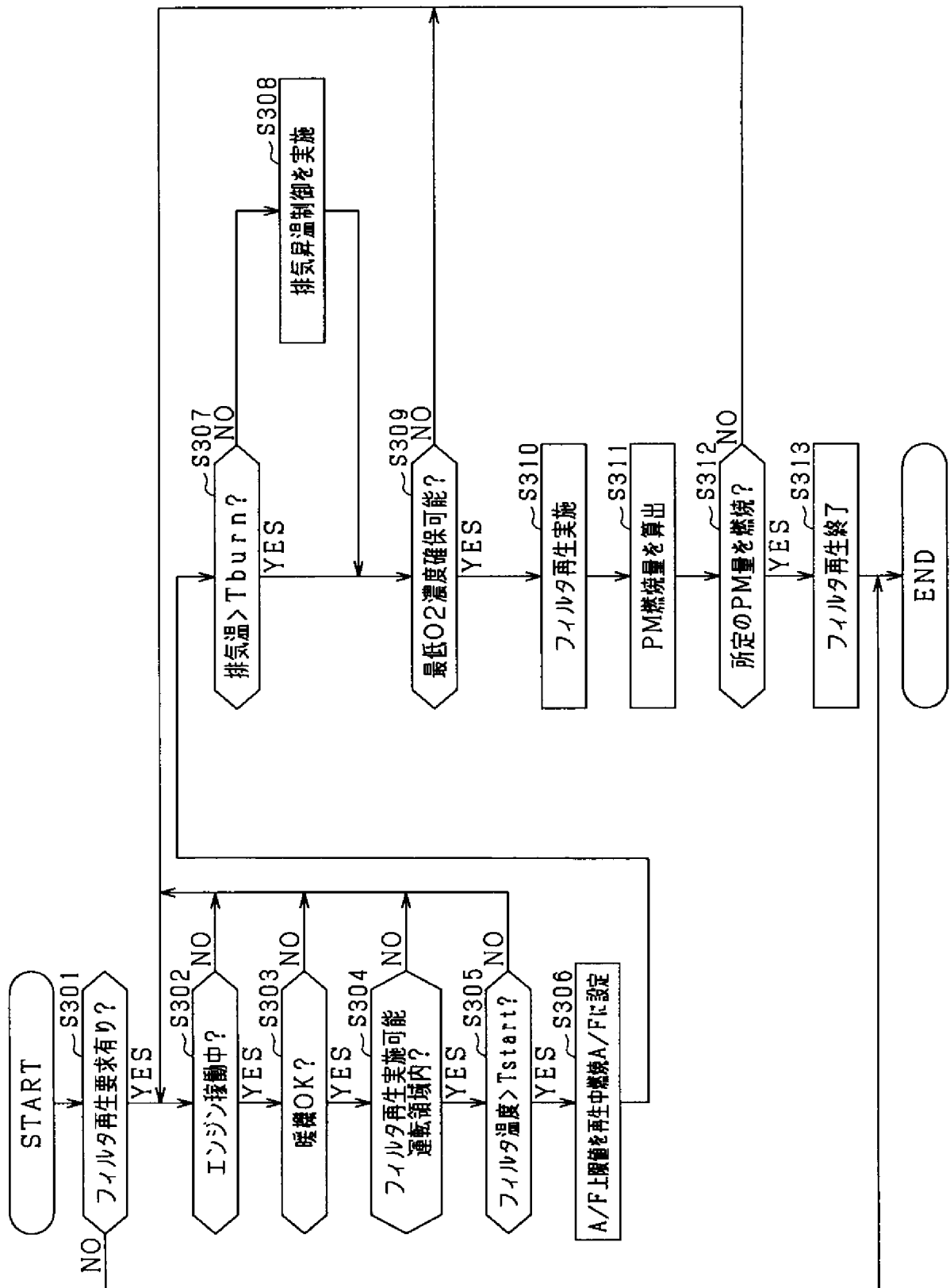
[図10]



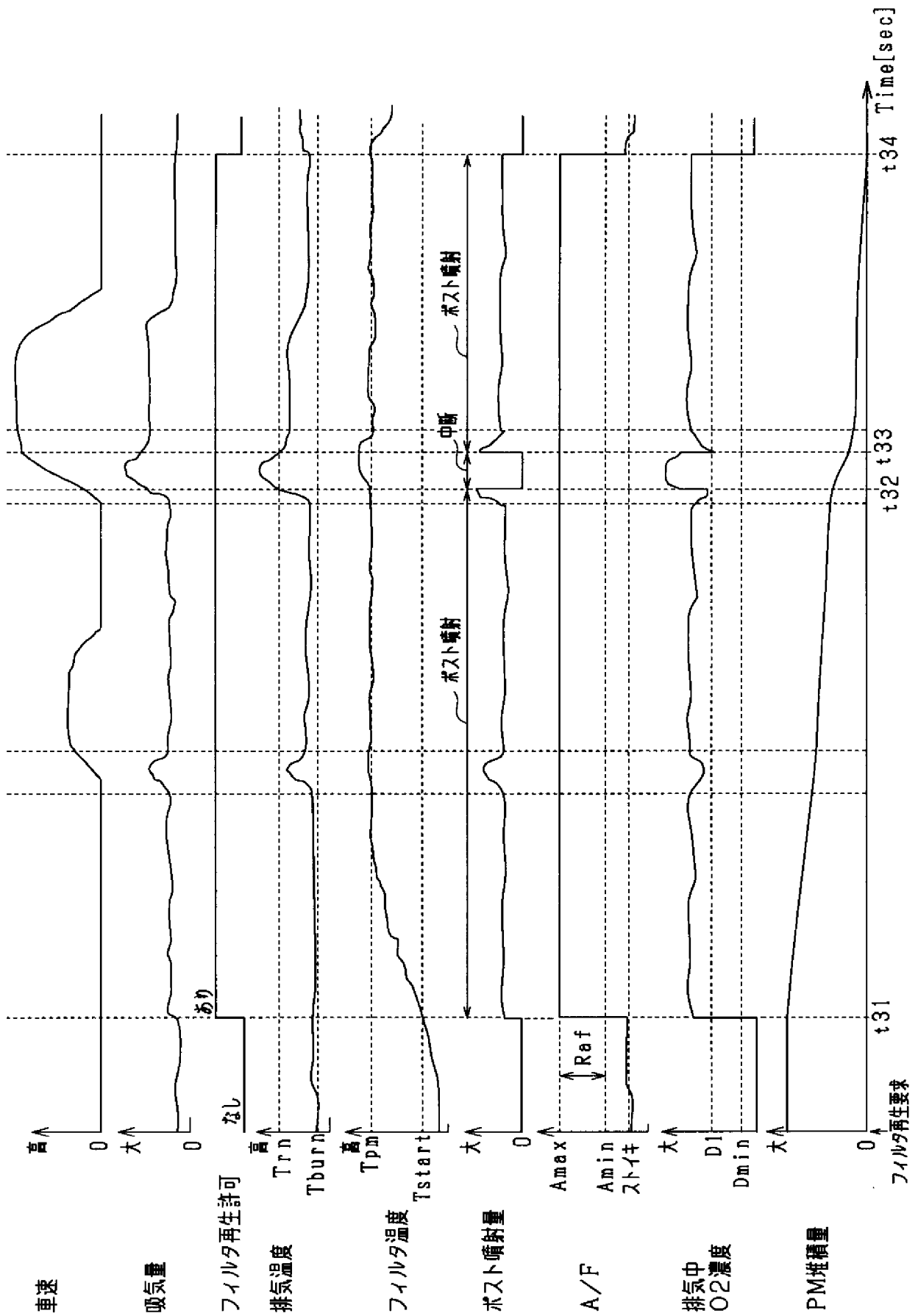
[図11]

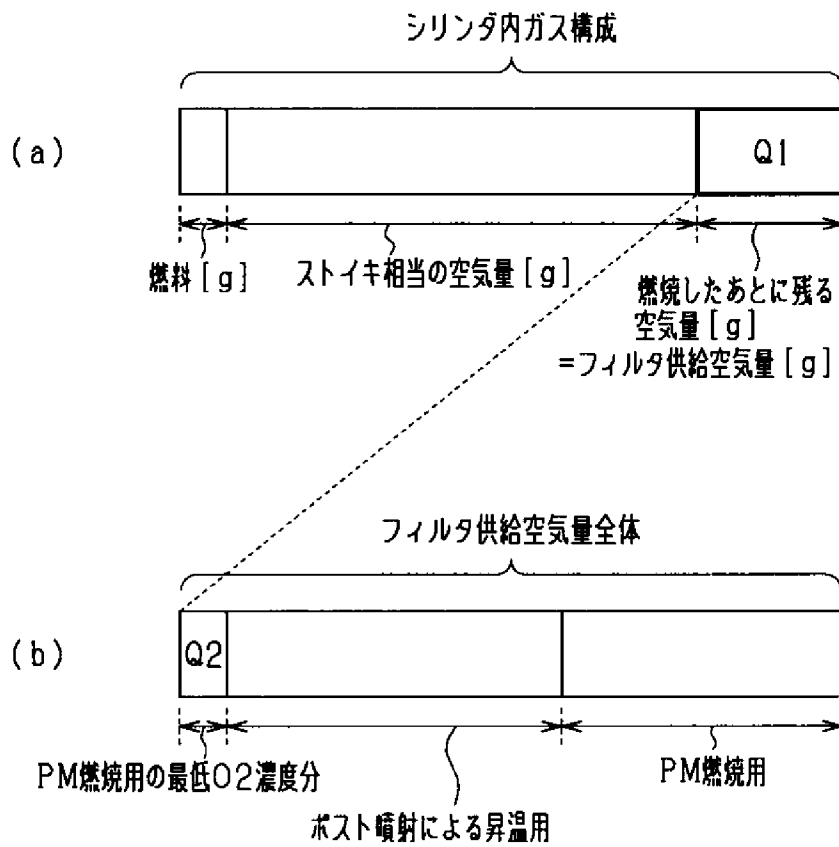


[図12]

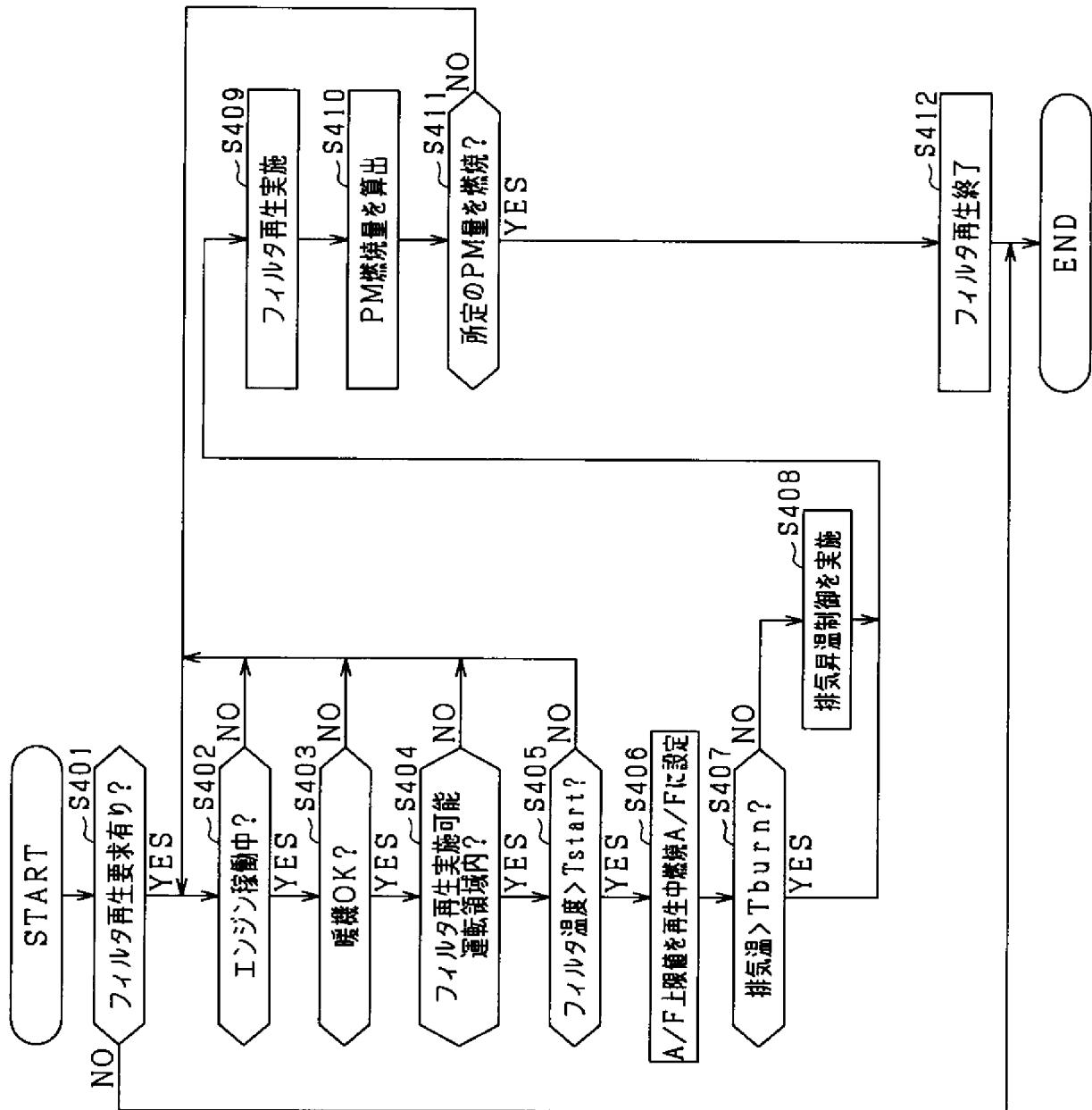


[図13]

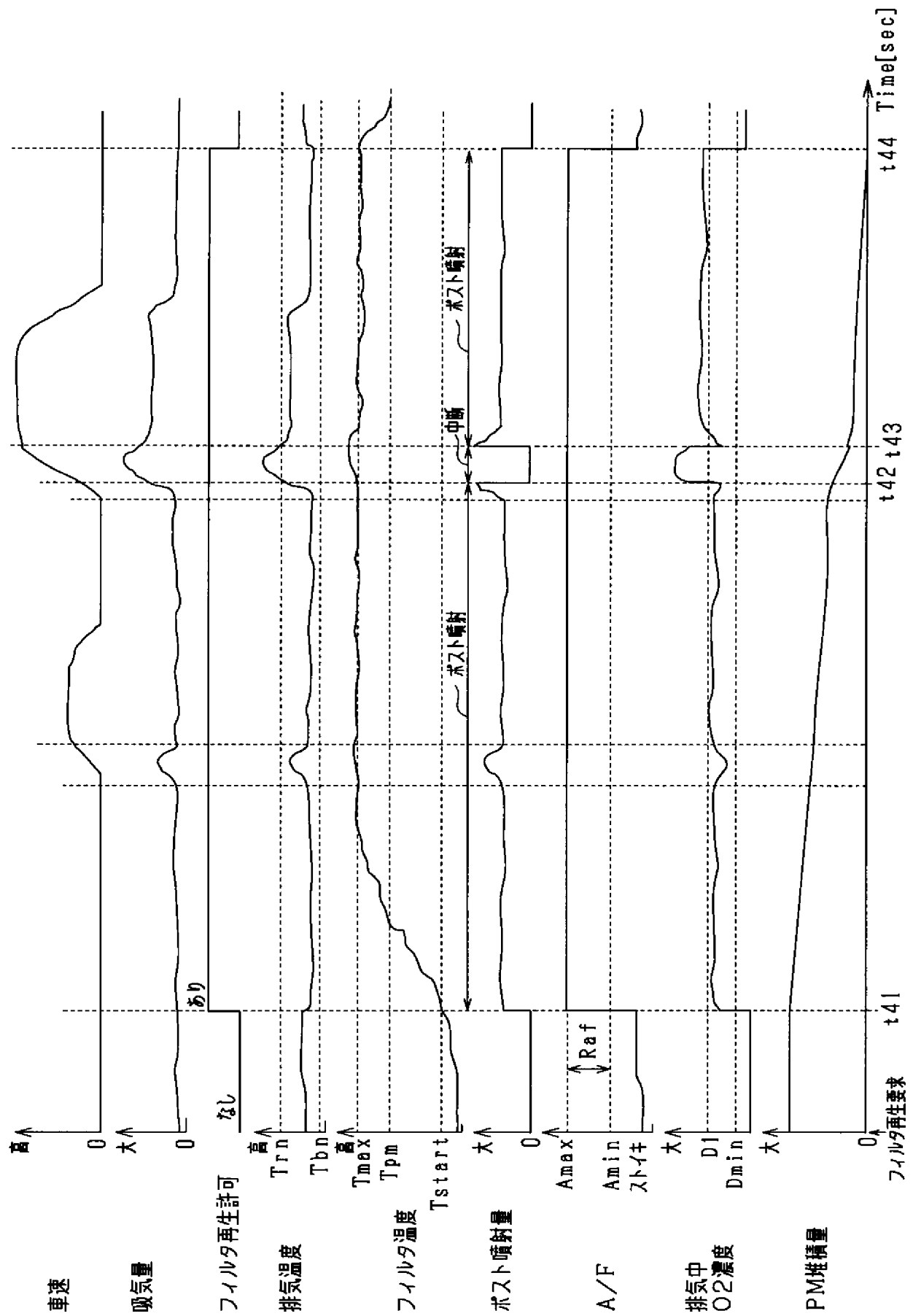




[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014255

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F01N3/08 (2006.01) i, F01N3/023 (2006.01) i, F01N3/035 (2006.01) i, F01N3/24 (2006.01) i, F02D43/00 (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)

Int. Cl. F01N3/08, F01N3/023, F01N3/035, F01N3/24, F02D43/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	WO 2015/004713 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 15 January 2015, paragraphs [0051]-[0070], fig. 1, 2 & EP 3020945 A1, paragraphs [0051]-[0070], fig. 1, 2 & US 2016/0115887 A1 & CN 105308293 A	1-2 3-6
A	JP 2015-121118 A (NIPPON SOKEN, INC., TOYOTA MOTOR CORP.) 02 July 2015, paragraphs [0017]-[0080], fig. 1-9 (Family: none)	1-6
A	JP 2007-138866 A (ISUZU MOTORS LTD.) 07 June 2007, paragraphs [0051]-[0098], fig. 1-6 & EP 1953358 A1, paragraphs [0052]-[0099], fig. 1-6 & US 2009/0126347 A1 & CN 101313132 A	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
22.06.2018

Date of mailing of the international search report
03.07.2018

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. F01N3/08(2006.01)i, F01N3/023(2006.01)i, F01N3/035(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F02D43/00(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. F01N3/08, F01N3/023, F01N3/035, F01N3/24, F02D43/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	WO 2015/004713 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2015.01.15, 段落 0051-0070、図 1-2 & EP 3020945 A1, 段落 0051-0070、図 1-2 & US 2016/0115887 A1 & CN 105308293 A	1-2 3-6
A	JP 2015-121118 A (株式会社日本自動車部品総合研究所、トヨタ自動車株式会社) 2015.07.02, 段落 0017-0080、図 1-9 (ファミリーなし)	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

22.06.2018

国際調査報告の発送日

03.07.2018

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)

二之湯 正俊

3G

3728

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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 2007-138866 A (いすゞ自動車株式会社) 2007. 06. 07, 段落 0051-0098、図 1-6 & EP 1953358 A1, 段落 0052-0099、図 1-6 & US 2009/0126347 A1 & CN 101313132 A	1 - 6