

(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
2011 年 10 月 20 日(20.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/128983 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/20 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056622
- (22) 国際出願日: 2010 年 4 月 13 日(13.04.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 相坂 武穂 (AISAKA, Takeho) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 中村 貴志 (NAKAMURA, Takashi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 松本 卓也 (MATSUMOTO, Takuya) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 佐藤 允 (SATO, Mako-

to) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 澤田 裕 (SAWADA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 岩崎 靖志 (IWAZAKI, Yasushi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 川村 有輔 (KAWAMURA, Yusuke) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 恩田 博宣, 外 (ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Giftu (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気浄化装置

[図9]

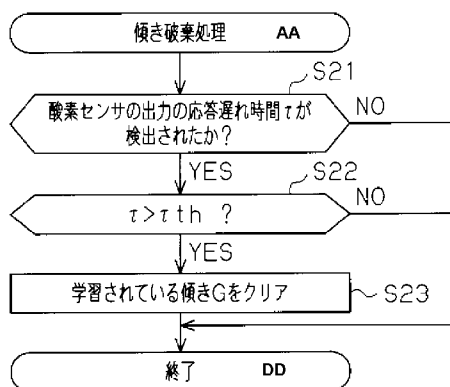


FIG. 1:

AA Processing for discarding gradient
DD End
S21 Response delay time (τ) of output of oxygen sensor detected?
S23 Clear learned gradient (G)

(57) Abstract: An electronic control device calculates the maximum actual oxygen storage capacity of a catalyst, in accordance with engine operation conditions and variations in the output of an oxygen sensor. The gradient (G) of a linear expression formed between the catalyst temperature produced when the catalyst is at a predetermined level of degradation and the maximum oxygen storage capacity of the catalyst at the same temperature is stored in advance for each degradation level of the catalyst. When the maximum actual oxygen storage capacity of the catalyst is calculated, if the temperature of the catalyst measured during the same calculation period is within a predetermined learned temperature range, the gradient (G) of the linear expression corresponding to the degradation of the catalyst in said period is learned in accordance with the same temperature of the catalyst and the maximum actual oxygen storage capacity. When the maximum actual oxygen storage capacity of the catalyst is calculated, the maximum actual oxygen storage capacity of the catalyst is revised in accordance with the temperature of the catalyst during the same calculation period, a reference

temperature, the linear expression, and the learned gradient (G) of the linear expression, in order to calculate a revised maximum oxygen storage capacity which is the maximum oxygen storage capacity when the temperature of the catalyst during the same calculation period is equal to the reference temperature. Then, if a response delay abnormality is detected in the output of the oxygen sensor, the gradient (G) of the learned linear expression is discarded.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/128983 A1



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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

電子制御装置は、機関運転状態及び酸素センサの出力変化に基づいて触媒の実最大酸素吸蔵量を算出する。触媒が所定の劣化度合であるときの触媒温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との間に成立する一次式の傾きGを触媒の劣化度合毎に予め記憶する。触媒の実最大酸素吸蔵量が算出されたとき、同算出期間の触媒温度が所定の学習温度範囲内にある場合に、同触媒温度及び実最大酸素吸蔵量に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した一次式の傾きGを学習する。触媒の実最大酸素吸蔵量が算出されたとき、同算出期間の触媒温度が基準温度であるとした場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量を算出すべく、同算出期間の触媒温度、基準温度、一次式、及び既に学習されている一次式の傾きGに基づき実最大酸素吸蔵量を補正する。そして、酸素センサの出力の応答遅れ異常を検出した場合には、学習されている一次式の傾きGを破棄する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の排気浄化装置

技術分野

- [0001] 本発明は、内燃機関の排気通路に設けられるとともに酸素吸蔵能力を有する触媒と、同触媒の排気下流側に設けられる酸素センサとを備え、機関運転状態及び酸素センサの出力の変化に基づいて触媒の最大酸素吸蔵量を算出する内燃機関の排気浄化装置に関する。

背景技術

- [0002] この種の内燃機関の排気浄化装置としては、例えば特許文献１に記載のものがある。特許文献１に記載のものも含めて従来一般の排気浄化装置では、内燃機関の排気通路に設けられるとともに酸素吸蔵能力を有する触媒と、排気通路において触媒の排気下流側に設けられる酸素センサとを備えている。ここで、酸素センサとしては、排気の空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときには約０Ｖを出力するとともに、排気の空燃比が理論空燃比よりもリッチであるときには約１Ｖを出力する特性を有するものが周知である。
- [0003] ところで、触媒の劣化が進行するほど触媒の酸素吸蔵能力、すなわち最大酸素吸蔵量は低下する。そこで、従来、以下のようにして、触媒の最大酸素吸蔵量を算出するとともに、同最大酸素吸蔵量に基づいて触媒の劣化度合を把握するようにしている。すなわち、触媒に流入する排気空燃比を強制的に変更する空燃比アクティブ制御を実行するとともに、機関運転状態及び酸素センサの出力変化に基づいて触媒の最大酸素吸蔵量を算出するようにしている。
- [0004] ここで、図１０を参照して、従来一般の空燃比アクティブ制御の概要について説明する。

図１０は、従来一般の空燃比アクティブ制御の実行時における、（ａ）触媒に流入する排気空燃比の推移、（ｂ）酸素センサの出力電圧の推移、（ｃ）触媒の酸素吸蔵量の推移を併せ示すタイミングチャートである。

[0005] 図10に示すように、まずは、タイミング t_{31} において、触媒に流入する排気の空燃比を強制的に理論空燃比よりもリーンにして触媒に酸素を吸蔵させるようにする。触媒がこれ以上酸素を吸蔵することができなくなると、触媒から下流側にリーンな排気が流出するようになることから、酸素センサの出力がリッチに対応する1Vからリーンに対応する0Vにリーン反転する。このとき、酸素センサの出力が理論空燃比に対応する V_2 となるタイミング t_{32} において、触媒に流入する排気の空燃比を強制的に理論空燃比よりもリッチにして触媒から酸素を放出させるようにする。触媒がこれ以上酸素を放出することができなくなると、触媒から下流側にリッチな排気が流出するようになることから、酸素センサの出力が0Vから1Vにリッチ反転する。このとき、酸素センサの出力が V_2 となるタイミング t_{33} において、触媒に流入する排気の空燃比を強制的に理論空燃比よりもリーンにして触媒に酸素を吸蔵させるようにする。触媒がこれ以上酸素を吸蔵することができなくなると、酸素センサの出力が1Vから0Vにリーン反転する。このとき、タイミング t_{34} において酸素センサの出力は V_2 となる。ここで、タイミング t_{32} からタイミング t_{33} までの期間に触媒から放出された酸素量が触媒の最大酸素吸蔵量に相当する。従って、燃料噴射量や排気の空燃比といった機関運転状態に基づいて単位時間当りに触媒から放出された酸素量を算出するとともに、これを上記期間($t_{32} \sim t_{33}$)にわたって積算することにより最大酸素吸蔵量を算出することができる。また、タイミング t_{33} からタイミング t_{34} までの期間に触媒に流入した酸素量が触媒の最大酸素吸蔵量に相当する。従って、機関運転状態に基づいて単位時間当りに触媒に流入した酸素量を算出するとともに、これを上記期間($t_{33} \sim t_{34}$)にわたって積算することにより最大酸素吸蔵量を算出することができる。

[0006] ところで、触媒の最大酸素吸蔵量は、その劣化度合の他、触媒の温度によっても変動する。

ここで、図11を参照して、劣化度合の異なる2つの触媒を例に、触媒の温度と最大酸素吸蔵量との関係について説明する。

[0007] 図 1 1 は、触媒の温度と最大酸素吸蔵量との関係を示すグラフである。尚、図 1 1 において、劣化度合の小さい触媒の最大酸素吸蔵量の推移を実線にて示すとともに、劣化度合の大きい触媒の最大酸素吸蔵量の推移を一点鎖線にて示している。

[0008] 図 1 1 に示すように、触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} は触媒の温度 T_C が高くなるほど大きくなる。また、上述したように、触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} は触媒の劣化度合が大きくなるほど小さくなる。また、劣化度合の小さい触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} と劣化度合の大きい触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} との偏差は、触媒の温度 T_C が低くなるほど小さくなる。ただし、図 1 1 に矢印にて示すように、算出される最大酸素吸蔵量（以下、実最大酸素吸蔵量） $C_{max A}$ にはばらつきがあることから、特に、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の小さい触媒低温時（ $T_1 < \text{触媒温度 } T_C < T_2$ ）にあつては、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ に対してばらつきの影響が大きくなる結果、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を精度良く算出することができない。従つて、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を精度良く算出する上では、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出を触媒高温時（ $T_2 < \text{触媒温度 } T_C < T_3$ ）に行なう必要がある。しかしながら、この場合には、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出機会が触媒高温時に制限されるため、触媒の劣化判定の実行機会が減少するといった問題が生じる。

[0009] これに対して、上記特許文献 1 に記載の技術では、触媒がある程度活性化している温度範囲、図 1 1 の例では触媒の温度 T_C が T_1 から T_4 までの範囲においては、触媒の温度 T_C の上昇に対して最大酸素吸蔵量が比例して増大することから、触媒の温度と最大酸素吸蔵量との関係を一次式により近似することができること、及び触媒の劣化度合に応じて一次式の傾きが異なることに着目することで、以下のようにして、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出機会の拡大を図るようにしている。

[0010] ここで、図 1 2 を参照して、劣化度合の異なる 5 つの触媒を例に、触媒の温度と最大酸素吸蔵量との関係、及び一次式の傾きについて説明する。

図 1 2 は、触媒の温度と触媒の最大酸素吸蔵量との関係を一次式にて示すグラフである。尚、図 1 2 において、全く劣化していない触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} の推移を実線 L 1 にて示す。また、劣化度合が大きい順に触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} の推移を破線 L 2、一点鎖線 L 3、二点鎖線 L 4 にて示す。また、劣化度合が最大である触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} の推移を長破線 L 5 にて示す。

[0011] 図 1 2 に実線 L 1 にて示すように、全く劣化していない触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} は、触媒の温度 T_C に依存せず、触媒の温度 T_C に対する最大酸素吸蔵量 C_{max} の傾き G_1 は略「0」となる。また、図 1 2 に破線 L 2 及び一点鎖線 L 3 にて示すように、全く劣化していない状態から劣化度合が大きくなるほど傾き G_2 、 G_3 は大きくなる ($G_1 < G_2 < G_3$)。更に、図 1 2 に二点鎖線 L 4 及び長破線 L 5 にて示すように、劣化度合がある程度大きくなった後には、劣化度合が大きくなるほど傾き G_4 は小さくなり ($G_3 > G_4$)、劣化度合が最大である触媒の最大酸素吸蔵量 C_{max} は、触媒の温度 T_C に依存せず、その傾き G_5 は略「0」となる。

[0012] これらのことから、図 1 2 に示した触媒の温度 T_C と実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ との間に成立する関数、具体的には一次式の傾きを、触媒の劣化度合毎に予め求めておき、触媒の温度 T_C と実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ との関係と、これら関係に対応した触媒の劣化度合を特定する一次式の傾き G を制御装置の記憶手段に記憶させておく。また、劣化度合が異なるにも拘わらず実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ が同一の値として算出されることのないように、触媒の温度 T_C が学習温度範囲内 (図 1 1 の例では、 $T_2 < \text{触媒温度 } T_C < T_3$) にあるときに算出された触媒の実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ と、同実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出期間における触媒の温度 T_C とに基づいて、触媒の劣化度合に対応した一次式の傾き G を学習する。そして、触媒の実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ が新たに算出されたときには、その算出期間における触媒の温度 T_C 、基準温度 T_{Cb} ($T_2 < T_{Cb} < T_3$)、一次式としての式 (1)、及び既に学習されている一次式の傾き G に基づいて、算

出された実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を補正することにより、その算出期間における触媒の温度 T_C が基準温度 T_{Cb} であると仮定した場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm}$ を算出する。

[0013]

$$C_{max nrm} = C_{max A} + G \cdot (T_{Cb} - T_C) \quad \dots (1)$$

ここで、図 13 を参照して、補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm}$ の算出態様の一例を説明する。

[0014] 尚、図 13 は、触媒の温度と実最大酸素吸蔵量及び補正後最大酸素吸蔵量との関係を示したグラフである。尚、図 13 において、劣化度合の小さい触媒の実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を実線にて示すとともに、その補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm}$ を一点鎖線にて示す。また、劣化度合が最大である触媒の実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ 及びその補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm}$ を破線にて示す。

[0015] 図 13 から明らかなように、触媒の温度 T_C にかかわらず、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ が補正されることにより、補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm}$ は基準温度 T_{Cb} における実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の値となる。これにより、例えば触媒の最大酸素吸蔵量と判定値との比較に基づいて同触媒の劣化度合を判定する構成にあっては、触媒の温度毎に判定値を準備する必要がなくなるため、当該判定を簡易なものとすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開 2004—28029 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] ところで、内燃機関の排気浄化装置にあっては、酸素センサの出力に応答

遅れが生じるおそれがある。この場合、酸素センサの出力の応答遅れに起因して実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出精度が低下することから、そうした実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} に基づいて、触媒の劣化度合に対応した一次式の傾きが学習され、同傾きに基づいて補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} が算出される。その結果、補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} を精度良く算出することができないといった問題が生じる。

[0018] 本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、酸素センサの出力の応答遅れが生じることに起因して補正後最大酸素吸蔵量の算出精度が低下することを抑制することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0019] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

(1) 本発明は、内燃機関の排気通路に設けられるとともに酸素吸蔵能力を有する触媒と、前記排気通路において前記触媒の排気下流側に設けられる酸素センサと、機関運転状態及び前記酸素センサの出力変化に基づいて前記触媒の最大酸素吸蔵量を算出する算出部と、前記触媒の温度を推定する温度推定部と、前記触媒が所定の劣化度合であるときの触媒の温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との間に成立する関数を前記触媒の劣化度合毎に予め記憶する記憶部と、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度が所定の学習温度範囲内にある場合に、当該触媒の温度及び最大酸素吸蔵量に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した前記関数を学習する学習部と、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間における触媒の温度が基準温度であると仮定した場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量を算出すべく、当該算出期間において推定された触媒の温度、前記基準温度、既に学習されている前記関数に基づいて、前記算出部により算出された最大酸素吸蔵量を補正する補正部と、前記酸素センサの出力の応

答遅れ異常を検出する異常検出部と、前記異常検出部により前記酸素センサの出力の応答遅れ異常を検出した場合に、前記学習部により学習されている前記関数を破棄する破棄部と、を備える内燃機関の排気浄化装置を提供する。

[0020] 同構成によれば、酸素センサの出力の応答遅れ異常を検出した場合には、当該検出までに算出された触媒の最大酸素吸蔵量の信頼性が低く、そうした最大酸素吸蔵量に基づいて学習された関数の信頼性が低いとして、それまでに学習されている関数が破棄されるようになる。このため、信頼性の低い関数に基づいて触媒の補正後最大酸素吸蔵量が算出されることを抑制することができるようになる。従って、酸素センサの出力の応答遅れが生じることに起因して補正後最大酸素吸蔵量の算出精度が低下することを抑制することができるようになる。尚、酸素センサの出力の応答遅れの度合を判定するための所定度合は、触媒及び酸素センサを用いた実験やシミュレーションを通じて設定されることが望ましい。

[0021] (2) 上記の発明は、前記異常検出部は前記酸素センサの出力の応答時間を検出するとともに、同検出された応答時間と前記酸素センサの出力が正常である場合における出力の応答時間との乖離度合が所定度合以上である場合に前記酸素センサの出力の応答遅れ異常があると判断するといった態様をもって具体化することができる。

[0022] (3) 本発明の一態様において、前記触媒が所定の劣化度合であるときの触媒の温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との関係は所定の近似式にて近似され、前記記憶部は、前記近似式における係数を前記触媒の劣化度合毎に予め記憶し、前記学習部は、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度及び最大酸素吸蔵量に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した前記係数を学習し、前記補正部は、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度、前記基準温度、前記近似式、及び既に学習されている前記係数に基づいて、前記算出部により

算出された最大酸素吸蔵量を補正する。

[0023] 触媒が所定の劣化度合であるとき、触媒の温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との関係は所定の近似式にて近似することができる。このため、上記構成によるように、近似式における係数を触媒の劣化度合毎に予め記憶し、同係数を学習するとともに、上記近似式及び既に学習されている係数に基づいて最大酸素吸蔵量を補正することとすれば、記憶部、学習部、及び補正部の構成を簡易なものとすることができるようになる。

[0024] (4) 上記(3)の態様は、前記所定の近似式は一次式であり、前記係数は前記一次式の傾きであるといった態様をもって具体化することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の一実施形態について、内燃機関及びこれを制御する電子制御装置の概略構成を示す概略図。

[図2]空燃比センサの出力特性を示すグラフ。

[図3]酸素センサの出力特性を示すグラフ。

[図4]同実施形態のアクティブ空燃比制御の実行中における、(a)排気空燃比の推移、(b)酸素センサの出力電圧の推移、及び(c)触媒の酸素吸蔵量の推移を併せ示すタイミングチャート。

[図5]同実施形態における補正後最大酸素吸蔵量の算出処理の手順を示すフローチャート。

[図6]同実施形態における傾き学習処理の手順を示すフローチャート。

[図7]同実施形態の燃料カット制御の実行に伴う、(a)触媒に流入する排気空燃比の推移、及び(b)酸素センサの出力の推移を併せ示すタイミングチャート。

[図8]同実施形態の強制リッチ化制御の実行に伴う、(a)触媒に流入する排気空燃比の推移、及び(b)酸素センサの出力の推移を併せ示すタイミングチャート。

[図9]同実施形態における傾き破棄処理の手順を示すフローチャート。

[図10]従来一般の空燃比アクティブ制御の実行時における、(a)触媒に流

入する排気の空燃比の推移、（b）酸素センサの出力電圧の推移、及び（c）触媒の酸素吸蔵量の推移を併せ示すタイミングチャート。

[図11]触媒の温度と最大酸素吸蔵量との関係を示すグラフ。

[図12]触媒の温度と触媒の最大酸素吸蔵量との関係を一次式にて示すグラフである。

[図13]触媒の温度と実最大酸素吸蔵量及び補正後最大酸素吸蔵量との関係を示したグラフ。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図1～図9を参照して、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を、車両に搭載されるポート噴射式のガソリンエンジン（以下、内燃機関1）の排気浄化装置として具体化した一実施形態について、詳細に説明する。

[0027] 図1に、内燃機関1及びこれを制御する電子制御装置50の概略構成を示す。

図1に示すように、内燃機関1は、燃焼室10、吸気通路20、及び排気通路30を備えている。吸気通路20は吸入空気を燃焼室10に供給する通路であり、その途中には、吸入空気を調量するためのスロットルバルブ21が設けられている。また、吸気通路20には、同通路20の吸気ポートに燃料を噴射する燃料噴射弁11が設けられている。吸気通路20を通じて供給される空気と燃料噴射弁11から噴射された燃料とが混合されて混合気となり、同混合気が燃焼室10に供給されるようになっている。また、燃焼室10において混合気はピストンによって圧縮され、点火プラグにより火花点火されることにより燃焼する。そして、燃焼により発生する膨張エネルギーによって、内燃機関1の出力軸であるクランクシャフトが回転駆動する。

[0028] また、燃焼後の排気は、燃焼室10から排気通路30を通じて外部に排出される。排気通路30には、酸素吸蔵能力を有する三元触媒（以下、触媒）31が設けられている。触媒31は、同触媒31に流入する排気空燃比が理論空燃比である場合には、触媒31を通過する排気に含まれる一酸化炭素（以下、CO）や炭化水素（以下、HC）を酸化して浄化するとともに、排

気に含まれる窒素酸化物（以下、 NO_x ）を還元して浄化する。また、触媒 31 は、同触媒 31 に流入する排気の空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には NO_x を還元して浄化するとともに、同 NO_x から奪った酸素を同触媒 31 の内部に吸蔵する。一方、触媒 31 は、同触媒 31 に流入する排気の空燃比が理論空燃比よりもリッチである場合には吸蔵している酸素を放出するとともに同酸素によって HC や CO を酸化して浄化する。これにより、排気の空燃比が理論空燃比から一時的にずれた場合であっても、上述した酸素の吸蔵或いは放出を通じて酸素の過剰な状態、或いは不足した状態を補うことで、排気の浄化率を高い状態に維持するようにしている。

[0029] こうした内燃機関 1 の各種制御は、電子制御装置 50 により行われる。

電子制御装置 50 は、内燃機関 1 の各種制御の演算処理を行なう中央演算装置（CPU）、各種プログラムやマップ、データ等を予め記憶した読出専用メモリ（ROM）、CPU の演算結果や各種センサの検出結果を一時的に記憶するランダムアクセスメモリ（RAM）、機関停止後においても演算結果を記憶保持することのできるバックアップ RAM、及び電子制御装置 50 と外部との信号の入出力を媒介する入出力ポート（I/O）を備えている。

[0030] こうした電子制御装置 50 には、内燃機関 1 の各部に設けられたセンサの検出結果やスイッチの作動状態等の情報が入力されている。具体的には、機関回転速度 NE を検出する機関回転速度センサ 51、吸入空気量 GA を検出する吸入空気量センサ 52、スロットルバルブ 21 の開度（以下、スロットル開度） TA を検出するスロットル開度センサ 53 が設けられている。また、排気通路 30 において触媒 31 の上流側には、触媒 31 に流入する排気の空燃比を検出する空燃比センサ 54 が設けられている。また、排気通路 30 において触媒 31 の下流側には、触媒 31 から流出する排気の空燃比を検出する酸素センサ 55 が設けられている。また、触媒 31 の温度 TC を検出する触媒温度センサ 56 が設けられている。また、これらセンサ以外にもアクセルペダルの踏み込み量（アクセラレータ操作量） ACCP を検出するアクセラレータ操作量センサ 57 等の各種のセンサが設けられている。尚、本実

施形態では、触媒温度センサ 56 として、触媒 31 の温度 T_C を直接検出する構成を採用している。しかし、本発明に係る温度推定部の構成はこれに限られるものではなく、他に例えば、排気の温度を検出する排気温度センサの検出結果に基づいて触媒 31 の温度 T_C を推定する構成や、吸入空気量 G_A の積算値等に基づいて触媒 31 の温度を推定する構成を採用することもできる。

[0031] ここで、図 2 及び図 3 を参照して、空燃比センサ 54 及び酸素センサ 55 の出力特性について説明する。尚、図 2 は、排気空燃比と空燃比センサ 54 の出力電圧 V_{af} との関係を示すグラフである。また、図 3 は、排気空燃比と酸素センサ 55 の出力電圧 V_{ox} との関係を示すグラフである。

[0032] 図 2 に示すように、空燃比センサ 54 は、いわゆる全領域空燃比センサであり、空燃比が大きいほど、すなわち空燃比がリーンであるほど大きな電圧 V_{af} を出力する。ちなみに、空燃比が理論空燃比のときには電圧 V_1 を出力する。

[0033] 図 3 に示すように、酸素センサ 55 は、いわゆるジルコニア板型酸素センサであり、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときには約 0 V を出力するとともに、排気空燃比が理論空燃比よりもリッチであるときには約 1 V を出力する。また、排気空燃比が理論空燃比を挟んでリッチからリーンへ（或いは、リーンからリッチへ）変化するときには電圧 V_{ox} は急激に変化する。ちなみに、排気空燃比が理論空燃比のときには 0 V と 1 V との間の電圧 V_2 を出力する。

[0034] 電子制御装置 50 は、上記各センサ 51 ～ 57 をはじめとする各種センサの検出結果により把握される機関運転状態等に基づいて、例えば次の各種制御を実行する。すなわち、機関回転速度 N_E 、吸入空気量 G_A 等に基づいて燃料噴射量 Q を算出し、同燃料噴射量 Q に応じて燃料噴射弁 11 を制御する燃料噴射制御を実行する。

[0035] また、電子制御装置 50 は、空燃比センサ 54 の検出結果に基づいて混合気の空燃比 A/F を推定し、同空燃比 A/F が目標空燃比に一致するように

、燃料噴射量 Q に対する空燃比補正值を算出して燃料噴射量を増減補正する空燃比フィードバック制御を実行する。

[0036] ところで、触媒 3 1 は燃料に含まれる鉛や硫黄といった成分によって被毒劣化する。また、触媒は高温下におかれることにより熱劣化する。そして、触媒の劣化が進行するほど、触媒 3 1 の酸素吸蔵能力、すなわち最大酸素吸蔵量は低下する。

[0037] そこで、本実施形態では、以下のようにして、触媒 3 1 の実最大酸素吸蔵量 $C_{max} A$ を算出するようにしている。すなわち、触媒 3 1 に流入する排気の空燃比を強制的に変更する空燃比アクティブ制御を実行するとともに、機関運転状態及び酸素センサ 5 5 の出力変化に基づいて触媒 3 1 の実最大酸素吸蔵量 $C_{max} A$ を算出するようにしている。

[0038] ここで、図 4 を参照して、空燃比アクティブ制御の概要について説明する。尚、図 4 は、空燃比アクティブ制御の実行時における、(a) 触媒に流入する排気の空燃比の推移、(b) 酸素センサの出力電圧の推移、(c) 触媒の酸素吸蔵量の推移を併せ示すタイミングチャートである。また、図 4 に示す例では、酸素センサ 5 5 に応答遅れ異常が生じていない場合を想定している。また、空燃比アクティブ制御の概要については前述したとおりであるため、重複する説明については割愛する。

[0039] 図 4 に示すように、タイミング t_2 からタイミング t_3 までの期間（以下、第 1 の期間）に触媒 3 1 から放出された酸素量が触媒 3 1 の最大酸素吸蔵量に相当することから、燃料噴射量 Q や排気の空燃比 A/F といった機関運転状態に基づいて単位時間当りに触媒 3 1 から放出された酸素量を算出するとともに、これを上記第 1 の期間（ $t_2 \sim t_3$ ）にわたって積算することにより最大酸素吸蔵量 $C_{max} 1$ を算出する。また、タイミング t_3 からタイミング t_4 までの期間（以下、第 2 の期間）に触媒 3 1 に流入した酸素量が触媒 3 1 の最大酸素吸蔵量に相当することから、機関運転状態に基づいて単位時間当りに触媒 3 1 に流入した酸素量を算出するとともに、これを上記第 2 の期間（ $t_3 \sim t_4$ ）にわたって積算することにより最大酸素吸蔵量 C_m

$a \times 2$ を算出する。ここで、上記第1の期間($t_2 \sim t_3$)と第2の期間($t_3 \sim t_4$)とで最大酸素吸蔵量 C_{max} を異なる値として示しているのは、これら第1の期間と第2の期間とで触媒31の温度が異なるためである。本実施形態では、これら最大酸素吸蔵量 C_{max1} 、 C_{max2} の平均値($= (C_{max1} + C_{max2}) / 2$)を実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} として算出している。

[0040] また、本実施形態では、前述したように、触媒31がある程度活性化している温度範囲、図11の例では触媒の温度 T_C が T_1 から T_4 までの範囲においては、触媒31の温度 T_C と最大酸素吸蔵量 C_{max} との関係を一次式により近似することができること、及び触媒31の劣化度合に応じて一次式の傾き G が異なることに着目することで、以下のようにして、実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出機会の拡大を図るようにしている。

[0041] すなわち、触媒の温度 T_C と実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} との間に成立する関数、具体的には一次式の傾き G を、触媒31の劣化度合毎に予め求めておき、触媒31の温度 T_C と実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} との関係、及びこれら関係に対応した触媒31の劣化度合を特定する一次式の傾き G を例えばマップとして電子制御装置50のROMに記憶させておく。また、劣化度合が異なるにも拘わらず実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} が同一の値として算出されることのないように、触媒の温度 T_C が学習温度範囲内(図11の例では、 $T_2 < \text{触媒温度 } T_C < T_3$)にあるときに算出された触媒31の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} と、同実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出期間における触媒の温度 T_C とに基づいて、上記マップを参照することにより、触媒31の劣化度合に対応した一次式の傾き G を決定する。また、決定した傾き G を電子制御装置50のバックアップRAMに記憶させることにより同傾き G の学習を行なう。そして、触媒31の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} が新たに算出されたときには、その算出期間における触媒の温度 T_C 、より詳しくは同算出期間における触媒31の温度 T_C の平均値 T_{Cave} 、基準温度 T_{Cb} ($T_2 < T_{Cb} < T_3$)、一次式としての式(2)、及び既に学習されてい

る一次式の傾き G に基づいて、算出された実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を補正する。これにより、その算出期間における触媒の温度 T_{Cave} が基準温度 T_{Cb} であると仮定した場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm l}$ を算出する。

[0042]

$$C_{max nrm l} = C_{max A} + G \cdot (T_{Cb} - T_{Cave}) \quad \dots (2)$$

次に、図 5 を参照して、上述した補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm l}$ の算出処理の処理手順について説明する。尚、図 5 は、同処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートに示される一連の処理は、内燃機関 1 の運転中において実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ が算出される毎に実行される。

[0043] 図 5 に示すように、この一連の処理では、まず、ステップ S_1 において、直前に算出された実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を読み込む。そして、次に、ステップ S_2 に進んで、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出期間における触媒 31 の温度の平均値 T_{Cave} を読み込む。そして、次に、ステップ S_3 に進んで、上記式 (2) に、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ 及び触媒 31 の温度の平均値 T_{Cave} を代入することにより、補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max nrm l}$ を算出し、この一連の処理を終了する。

[0044] 次に、図 6 を参照して、上述した一次式における傾き G の学習処理の処理手順について説明する。尚、図 6 は、同処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートに示される一連の処理は、内燃機関 1 の運転中において実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ が算出される毎に実行される。

[0045] 図 6 に示すように、この一連の処理では、まず、ステップ S_{11} において、直前に算出された実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ を読み込む。そして、次に、ステップ S_{12} に進んで、実最大酸素吸蔵量 $C_{max A}$ の算出期間における触媒 31 の温度の平均値 T_{Cave} を読み込む。そして、次に、ステップ

S 1 3に進んで、触媒 3 1 の温度の平均値 T_{Cave} が学習温度範囲内にあるか否かを判断する。その結果、触媒 3 1 の温度の平均値 T_{Cave} が学習温度範囲内にある場合（ステップ S 1 3 : 「YES」）には、次に、ステップ S 1 4 に進んで、上記マップを参照することにより、実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} 及び触媒 3 1 の温度の平均値 T_{Cave} の関係に対応した、すなわち触媒 3 1 の劣化度合に対応した一次式の傾き G を決定するとともに、これをバックアップ RAM に記憶することにより同傾き G を学習する。ちなみに、本発明に係る学習部は、直前の学習処理において読み込まれた実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} 及び触媒 3 1 の温度 T_{Cave} のみに基づいて傾き G の学習を行うものに限られるものではなく、他に例えば、直前に算出された実最大酸素吸蔵量 C_{max} 及び触媒 3 1 の温度 T_{Cave} を含む過去 N 回分のデータに基づいて傾き G の学習を行うものとすることもできる。

[0046] 一方、ステップ S 1 3 において、触媒 3 1 の温度の平均値 T_{Cave} が学習温度範囲内でない場合（ステップ S 3 : 「NO」）には、傾き G を学習する状態ではないとして、この一連の処理を終了する。

[0047] このようにして補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} を算出することにより、触媒 3 1 の最大酸素吸蔵量と判定値との比較に基づいて同触媒 3 1 の劣化度合を判定する構成にあつては、触媒 3 1 の温度 TC 毎に判定値を準備する必要がなくなるため、当該判定を簡易なものとすることができる。

[0048] ところで、前述したように、内燃機関 1 の排気浄化装置にあつては、酸素センサ 5 5 の出力 Vox に応答遅れが生じるおそれがある。この場合、酸素センサ 5 5 の出力 Vox の応答遅れに起因して実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出精度が低下することから、そうした実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} に基づいて、触媒 3 1 の劣化度合に対応した一次式の傾き G が学習され、同傾き G に基づいて補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} が算出される。その結果、補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} を精度良く算出することができないといった問題が生じる。

[0049] そこで、本実施形態では、酸素センサ 5 5 の出力 Vox の応答遅れ異常を

検出するとともに、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ異常を検出した場合に、学習されている一次式の傾き G を破棄するようにしている。これにより、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れが生じることに起因して補正後最大酸素吸蔵量 $C_{max} n_{rml}$ の算出精度が低下することを抑制するようにしている。

[0050] 具体的には、燃料カット制御の実行中に、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} がリーン反転する際の応答時間を検出するとともに、検出された応答時間と酸素センサ 55 の出力 V_{ox} が正常である場合における出力 V_{ox} の応答時間との偏差である応答遅れ時間 τ_L を検出するようにしている。また、排気空燃比を強制的に理論空燃比よりもリッチにする強制リッチ化制御の実行中に、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} がリッチ反転する際の応答時間を検出するとともに、検出された応答時間と酸素センサ 55 の出力 V_{ox} が正常である場合における出力 V_{ox} の応答時間との偏差である応答遅れ時間 τ_R を検出するようにしている。

[0051] 次に、図 7 を参照して、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} がリーン反転する際の応答遅れ時間 τ_L の検出態様について説明する。尚、図 7 は、燃料カット制御の実行に伴う、(a) 触媒に流入する排気空燃比の推移、及び (b) 酸素センサの出力の推移を併せ示すタイミングチャートである。また、同図において正常な酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の推移の一例を実線にて示すとともに、リーン反転の際に所定の応答遅れがある場合における酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の推移の一例を一点鎖線にて示している。

[0052] 図 7 に示すように、タイミング t_{11} において燃料カット制御が開始されると、触媒 31 に流入する排気空燃比が理論空燃比よりもリーンになる。これにより、触媒 31 は酸素を吸蔵するようになる。そして、触媒がこれ以上酸素を吸蔵することができなくなると、触媒 31 から下流側にリーンな排気が流出するようになることから、図 7 に実線にて示すように、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} は、タイミング t_{12} から低下し始め、タイミング t_{13} に V_2 となり、タイミング t_{14} に $0V$ となる（リーン反転）。一方、リー

ン反転の際に所定の応答遅れがある場合には、図 7 に一点鎖線にて示すように、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} は、タイミング t_{12} から低下し始め、タイミング t_{14} に V_2 となり、タイミング t_{15} に $0V$ となる。ここで、正常な酸素センサ 55 において、その出力 V_{ox} が低下し始めてから $0V$ となるまでの時間（基準応答時間 $\Delta t_b = t_{14} - t_{12}$ ）を予め計測しておく。そして、燃料カット制御の実行中に、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} が低下し始めるタイミングから $0V$ となるまでの時間（実応答時間 $\Delta t = t_{15} - t_{12}$ ）を計測するとともに、実応答時間 Δt から基準応答時間 Δt_b を減じることにより応答遅れ時間 τ を算出する。

[0053] 次に、図 8 を参照して、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} がリッチ反転の際の応答遅れ時間 τ_R の検出態様について説明する。尚、図 8 は、排気の空燃比を強制的に理論空燃比よりもリッチにする強制リッチ化制御の実行に伴う、（a）触媒に流入する排気の空燃比の推移、及び（b）酸素センサの出力の推移を併せ示すタイミングチャートである。また、同図において正常な酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の推移の一例を実線にて示すとともに、リッチ反転の際に所定の応答遅れがある場合における酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の推移の一例を一点鎖線にて示している。

[0054] 図 8 に示すように、タイミング t_{21} において強制リッチ化制御が開始されると、触媒 31 に流入する排気の空燃比が理論空燃比よりもリッチになる。これにより、触媒 31 は酸素を放出するようになる。そして、触媒がこれ以上酸素を放出することができなくなると、触媒 31 から下流側にリッチな排気が流出するようになることから、図 8 に実線にて示すように、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} は、タイミング t_{22} から上昇し始め、タイミング t_{23} に V_2 となり、タイミング t_{23} に $1V$ となる（リッチ反転）。一方、リッチ反転の際に所定の応答遅れがある場合には、図 8 に一点鎖線にて示すように、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} は、タイミング t_{22} から上昇し始め、タイミング t_{24} に V_2 となり、タイミング t_{25} に $1V$ となる。ここで、正常な酸素センサ 55 において、その出力 V_{ox} が上昇し始めてから $1V$ と

なるまでの時間（基準応答時間 $\Delta t_b = t_{24} - t_{22}$ ）を予め計測しておく。そして、燃料カット制御の実行中に、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} が上昇し始めるタイミングから 1 V となるまでの時間（実応答時間 $\Delta t = t_{25} - t_{22}$ ）を計測するとともに、実応答時間 Δt から基準応答時間 Δt_b を減じることにより応答遅れ時間 τ を算出する。

[0055] 次に、図 9 を参照して、上述した傾き G の破棄処理の処理手順について説明する。尚、図 9 は、同処理の手順を示すフローチャートである。このフローチャートに示される一連の処理は、内燃機関 1 の運転中において所定周期毎に繰り返し実行される。

[0056] 図 9 に示すように、この一連の処理では、まず、ステップ S 21 において、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ時間 τ (τ_L , τ_R) が検出されたか否かを判断する。すなわち、上述した燃料カット制御或いは強制リッチ化制御の実行を通じて応答遅れ時間 τ が新たに算出されたか否かを判断する。ここで、応答遅れ時間 τ が検出された場合（ステップ S 21 : 「YES」）には、次に、ステップ S 22 に進んで、検出された応答遅れ時間 τ が所定時間 τ_{th} 以上であるか否かを判断する。その結果、応答遅れ時間 τ が所定時間 τ_{th} 以上である場合（ステップ S 22 : 「YES」）には、次に、ステップ S 23 に進んで、これまでに算出された触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の信頼性が低く、そうした実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} に基づいて学習された一次式の傾き G の信頼性が低いとして、それまでに学習されている傾き G を破棄する。すなわち、バックアップ RAM に記憶されている傾き G を消去する。そして、この一連の処理を一旦終了する。尚、上記所定時間 τ_{th} としては、実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出精度の低下を許容することのできる応答遅れ時間 τ の最大値と同一の値として設定されることが望ましい。本実施形態では、触媒 31 及び酸素センサ 55 を用いた実験を通じて上記所定時間 τ_{th} を設定している。

[0057] 一方、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ時間 τ が検出されていないと判断した場合（ステップ S 21 : 「NO」）や、応答遅れ時間 τ が所定時

間 τ_{th} 未満である場合（ステップ S22：「NO」）には、学習されている傾き G を破棄する条件が成立していないとして、この一連の処理を一旦終了する。

[0058] 更に、本実施形態では、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ異常を検出して、それまでに学習されている一次式の傾き G を破棄した場合には、それ以降、触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} を算出する際に、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ時間 τ を加味するようにしている。これにより、学習されている傾き G を破棄したことに起因して触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の算出精度が低下することを抑制するようにしている。

[0059] 以上説明した本実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、以下に示す作用効果が得られるようになる。

内燃機関 1 の排気浄化装置は、排気通路 30 に設けられるとともに酸素吸蔵能力を有する触媒 31 と、触媒 31 の排気下流側に設けられる酸素センサ 55 とを備える。また、電子制御装置 50 は、機関運転状態及び酸素センサ 55 の出力変化に基づいて触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} を算出する。また、電子制御装置 50 は、触媒 31 が所定の劣化度合であるときの触媒 31 の温度 T_C と同温度 T_C における触媒 31 の最大酸素吸蔵量 C_{max} との間に成立する一次式の傾き G を触媒 31 の劣化度合毎に予め記憶する。また、触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} が算出されたとき、当該算出期間における触媒 31 の温度 T_C が所定の学習温度範囲内にある場合に、当該触媒 31 の温度 T_C 及び実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した一次式の傾き G を学習する。また、触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} が算出されたとき、当該算出期間における触媒 31 の温度 T_C が基準温度 T_{Cb} であると仮定した場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} を算出すべく、当該算出期間における触媒 31 の温度 T_C 、基準温度 T_{Cb} 、一次式、及び既に学習されている一次式の傾き G に基づいて、実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} を補正する。そして、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ異常を検出するとともに、

酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ異常を検出した場合に、学習されている一次式の傾き G を破棄するようにしている。これにより、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れ異常を検出した場合には、当該判定までに算出された触媒 31 の実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} の信頼性が低く、そうした実最大酸素吸蔵量 C_{maxA} に基づいて学習された一次式の傾き G の信頼性が低いとして、それまでに学習されている傾き G が破棄されるようになる。このため、信頼性の低い傾き G に基づいて触媒 31 の補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} が算出されることを抑制することができるようになる。従って、酸素センサ 55 の出力 V_{ox} の応答遅れが生じることに起因して補正後最大酸素吸蔵量 C_{maxnrm} の算出精度が低下することを抑制することができるようになる。

[0060] 尚、本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置は、上記実施形態にて例示した構成に限定されるものではなく、これを適宜変更した例えば次のような形態として実施することもできる。

[0061] ・上記実施形態では、触媒 31 の排気下流側に設けられる酸素センサ 55 としてジルコニア板型酸素センサを採用しているが、本発明はこれに限られるものではなく、他に例えば、酸素センサとして全領域空燃比センサを採用するようにしてもよい。また、触媒 31 の排気上流側に設けられる空燃比センサは必須の構成ではなく、これに代えて、酸素センサ 55 と同一の酸素センサを設けるようにしてもよい。

[0062] ・上記実施形態では、燃料噴射量 Q や排気空燃比 A/F といった機関運転状態に基づいて触媒 31 の最大酸素吸蔵量 C_{max} を算出するようにしているが、これに代えて、吸入空気量センサ 52 により検出される吸入空気量 G_A に基づいて触媒 31 の最大酸素吸蔵量 C_{max} を算出するようにしてもよい。

[0063] ・上記実施形態では、空燃比アクティブ制御の実行中に触媒 31 の最大酸素吸蔵量 C_{max1} 、 C_{max2} を算出するようにしているが、本発明に係る算出部の構成はこれに限られるものではなく、他に例えば、燃料カット制

御の実行中や、燃料カット制御の実行後における強制リッチ化制御の実行中に最大酸素吸蔵量 C_{max} を算出するものとしてもよい。また、このように排気の空燃比を強制的にリッチ或いはリーンに制御する際に触媒の最大酸素吸蔵量を算出するものに限られるものではなく、要するに、機関運転状態及び酸素センサ 55 の出力変化に基づいて触媒 31 の最大酸素吸蔵量を算出するものであればよい。

- [0064] ・上記実施形態では、触媒 31 が所定の劣化度合であるときの触媒 31 の温度 T_C と同温度 T_C における触媒 31 の最大酸素吸蔵量 C_{max} との関係が、一次式にて近似されることを利用するとともに、電子制御装置 50 を通じて一次式の傾き G を学習するようにしている。しかしながら、本発明に係る学習部の構成はこれに限られるものではなく、上記関係が、2次式等の他の近似式にて近似される場合には、電子制御装置 50 を通じて当該近似式の係数を学習するようにすればよい。

符号の説明

- [0065] 1…内燃機関、10…燃焼室、11…燃料噴射弁、20…吸気通路、21…スロットルバルブ、30…排気通路、31…触媒、50…電子制御装置（記憶部、補正部、検出部、破棄部）、51…機関回転速度センサ、52…吸入空気量センサ、53…スロットル開度センサ、54…空燃比センサ、55…酸素センサ、56…触媒温度センサ、57…アクセル開度センサ。

請求の範囲

[請求項1]

内燃機関の排気通路に設けられるとともに酸素吸蔵能力を有する触媒と、

前記排気通路において前記触媒の排気下流側に設けられる酸素センサと、

機関運転状態及び前記酸素センサの出力変化に基づいて前記触媒の最大酸素吸蔵量を算出する算出部と、

前記触媒の温度を推定する温度推定部と、

前記触媒が所定の劣化度合であるときの触媒の温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との間に成立する関数を前記触媒の劣化度合毎に予め記憶する記憶部と、

前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度が所定の学習温度範囲内にある場合に、当該触媒の温度及び最大酸素吸蔵量に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した前記関数を学習する学習部と、

前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間における触媒の温度が基準温度であると仮定した場合の最大酸素吸蔵量である補正後最大酸素吸蔵量を算出すべく、当該算出期間において推定された触媒の温度、前記基準温度、既に学習されている前記関数に基づいて、前記算出部により算出された最大酸素吸蔵量を補正する補正部と、

前記酸素センサの出力の応答遅れ異常を検出する異常検出部と、

前記異常検出部により前記酸素センサの出力の応答遅れ異常を検出した場合に、前記学習部により学習されている前記関数を破棄する破棄部と、

を備える内燃機関の排気浄化装置。

[請求項2]

請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記異常検出部は前記酸素センサの出力の応答時間を検出すると

もに、同検出された応答時間と前記酸素センサの出力が正常である場合における出力の応答時間との乖離度合が所定度合以上である場合に前記酸素センサの出力の応答遅れ異常が有ると判断する

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

[請求項3]

請求項 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記触媒が所定の劣化度合であるときの触媒の温度と同温度における触媒の最大酸素吸蔵量との関係は所定の近似式にて近似され、

前記記憶部は、前記近似式における係数を前記触媒の劣化度合毎に予め記憶し、

前記学習部は、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度及び最大酸素吸蔵量に基づいてそのときの触媒の劣化度合に対応した前記係数を学習し、

前記補正部は、前記算出部により前記触媒の最大酸素吸蔵量が算出されたとき、当該算出期間において推定された触媒の温度、前記基準温度、前記近似式、及び既に学習されている前記係数に基づいて、前記算出部により算出された最大酸素吸蔵量を補正する

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

[請求項4]

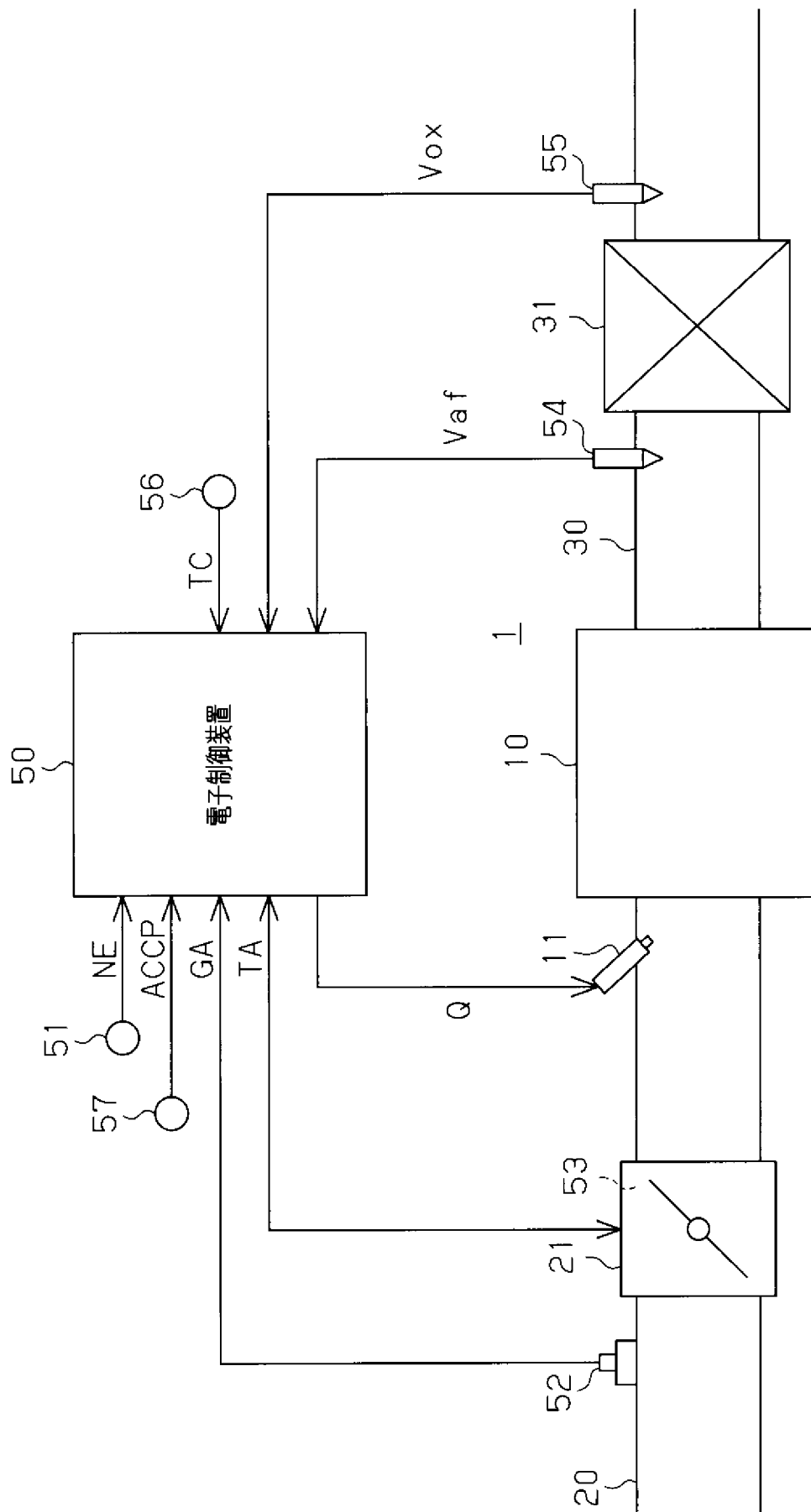
請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記所定の近似式は一次式であり、

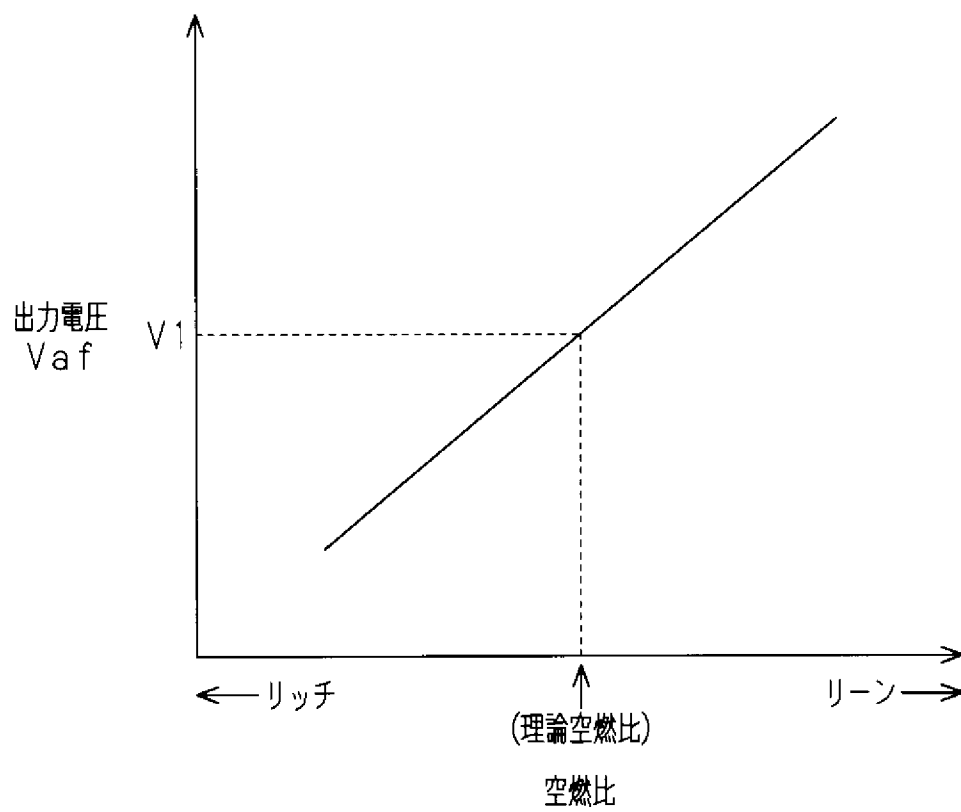
前記係数は前記一次式の傾きである

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

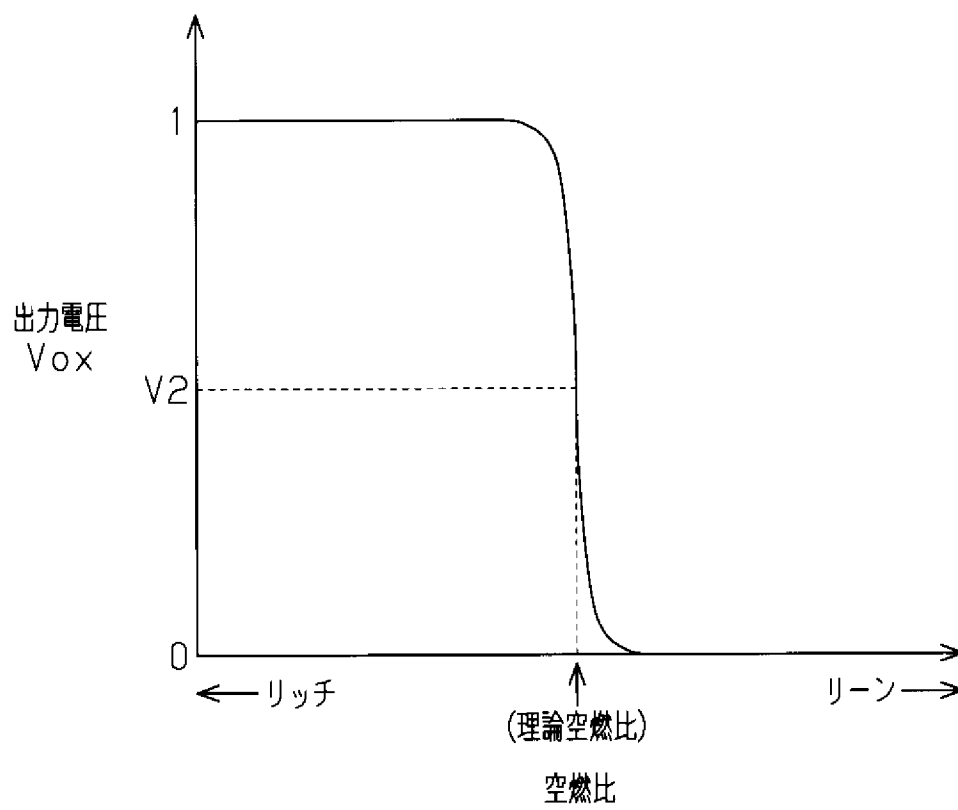
[図1]



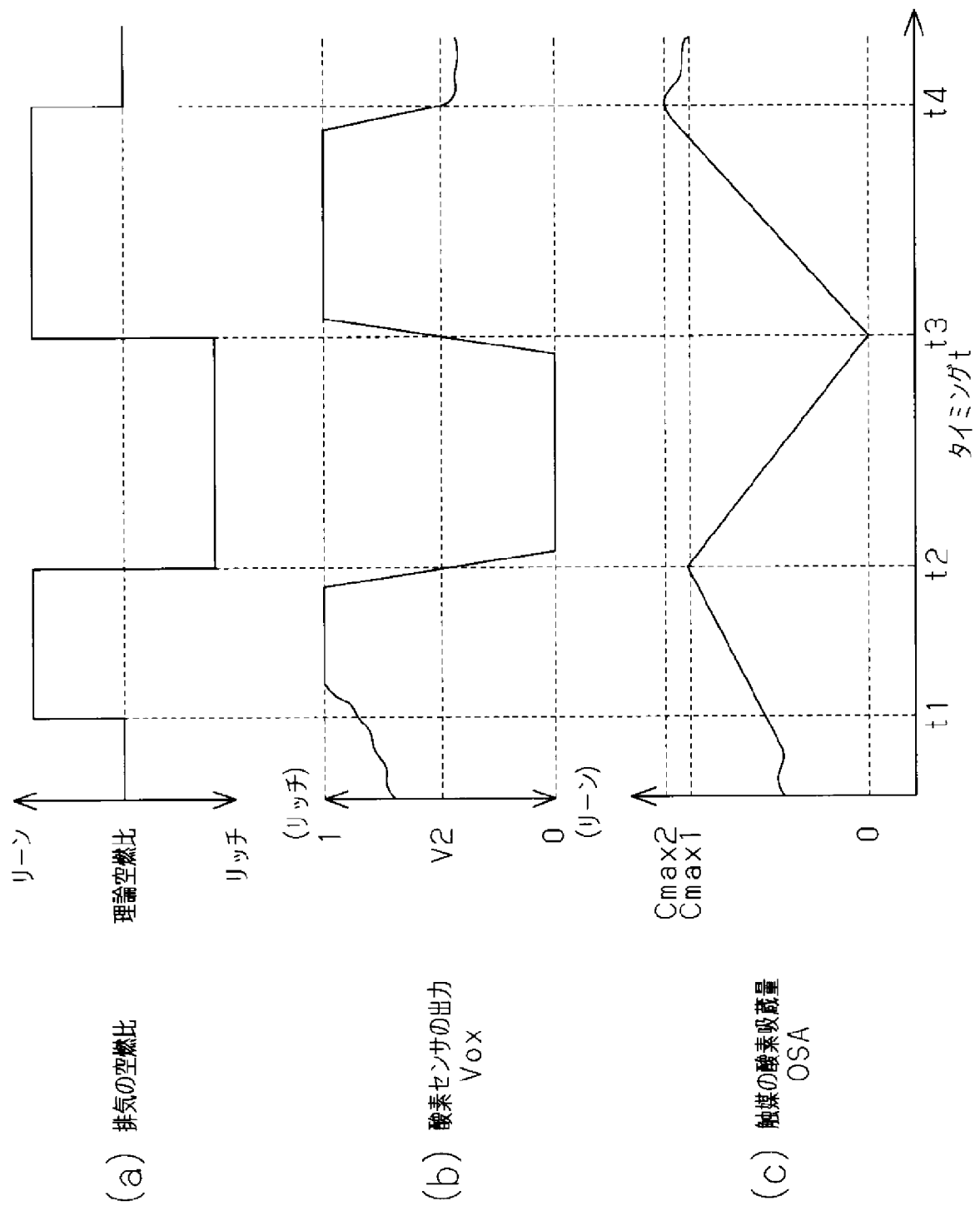
[図2]



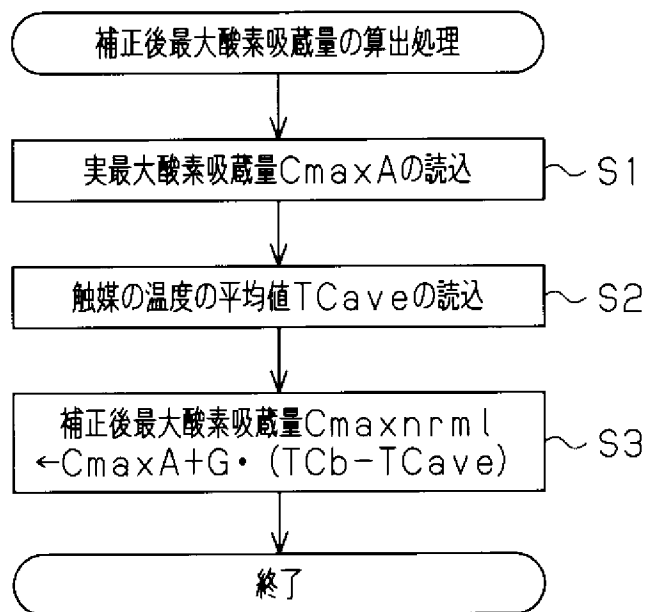
[図3]



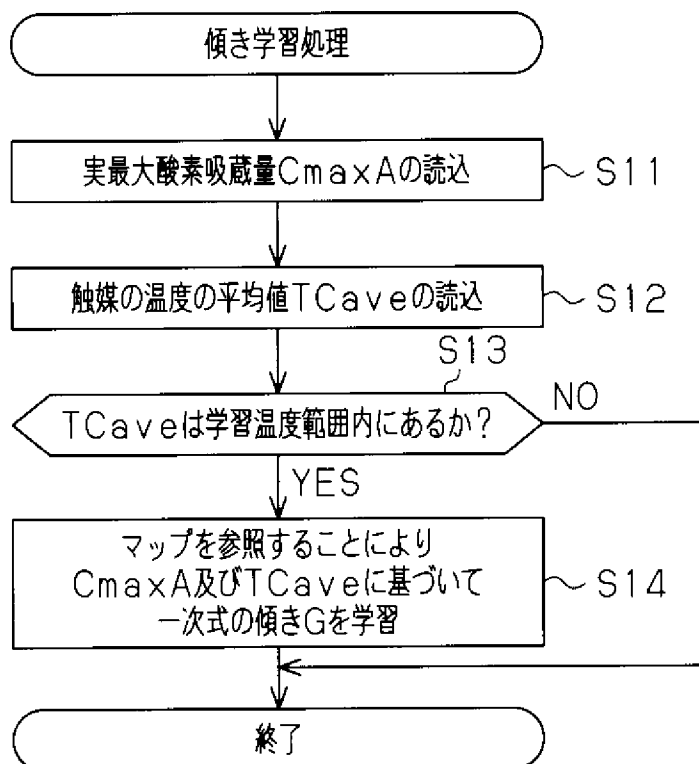
[図4]



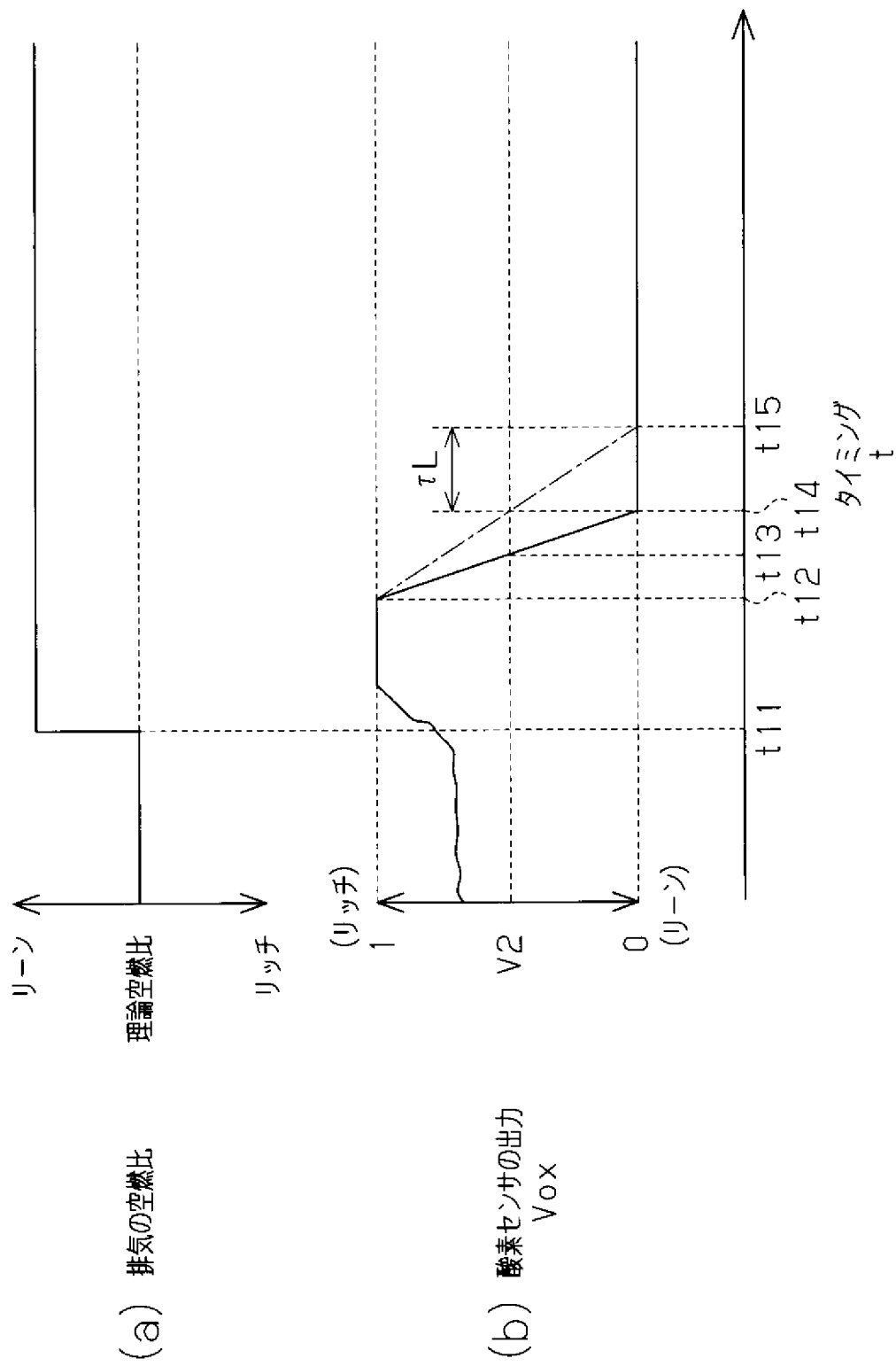
[図5]



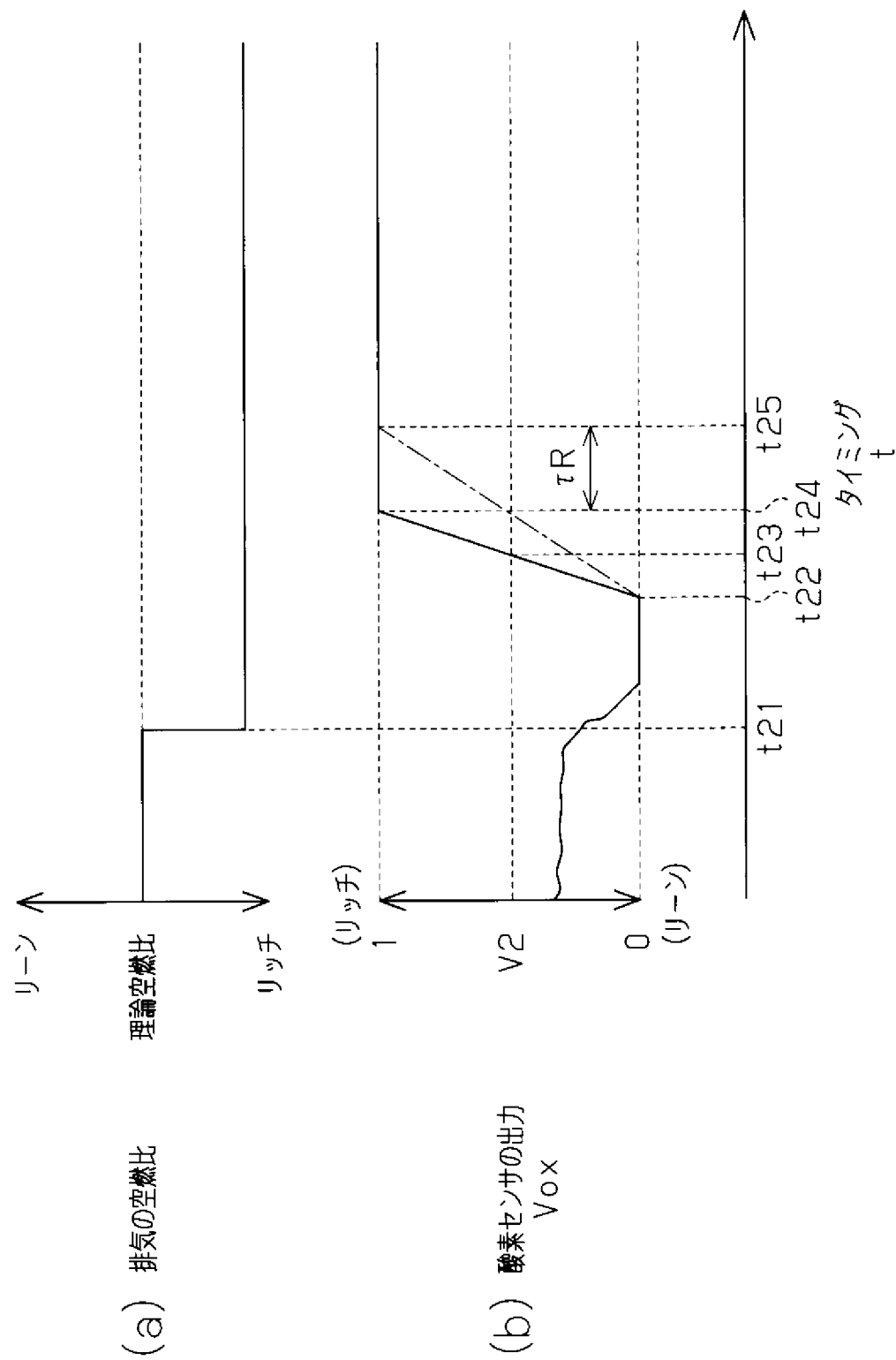
[図6]



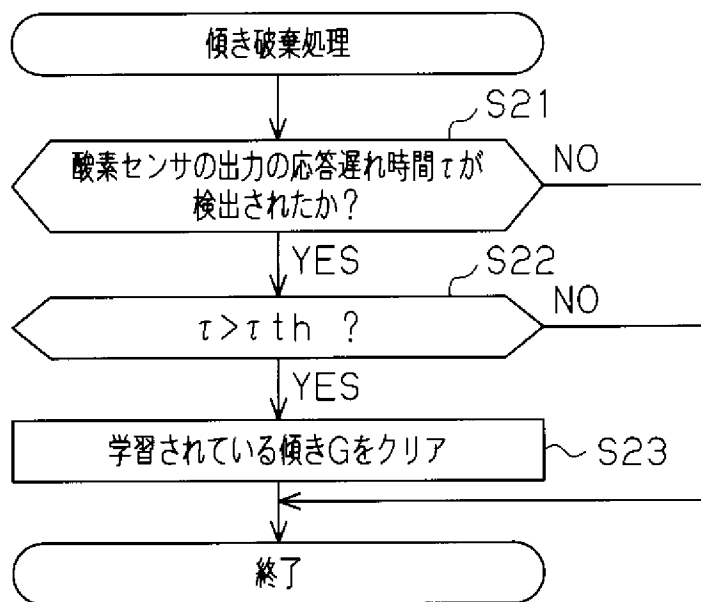
[図7]



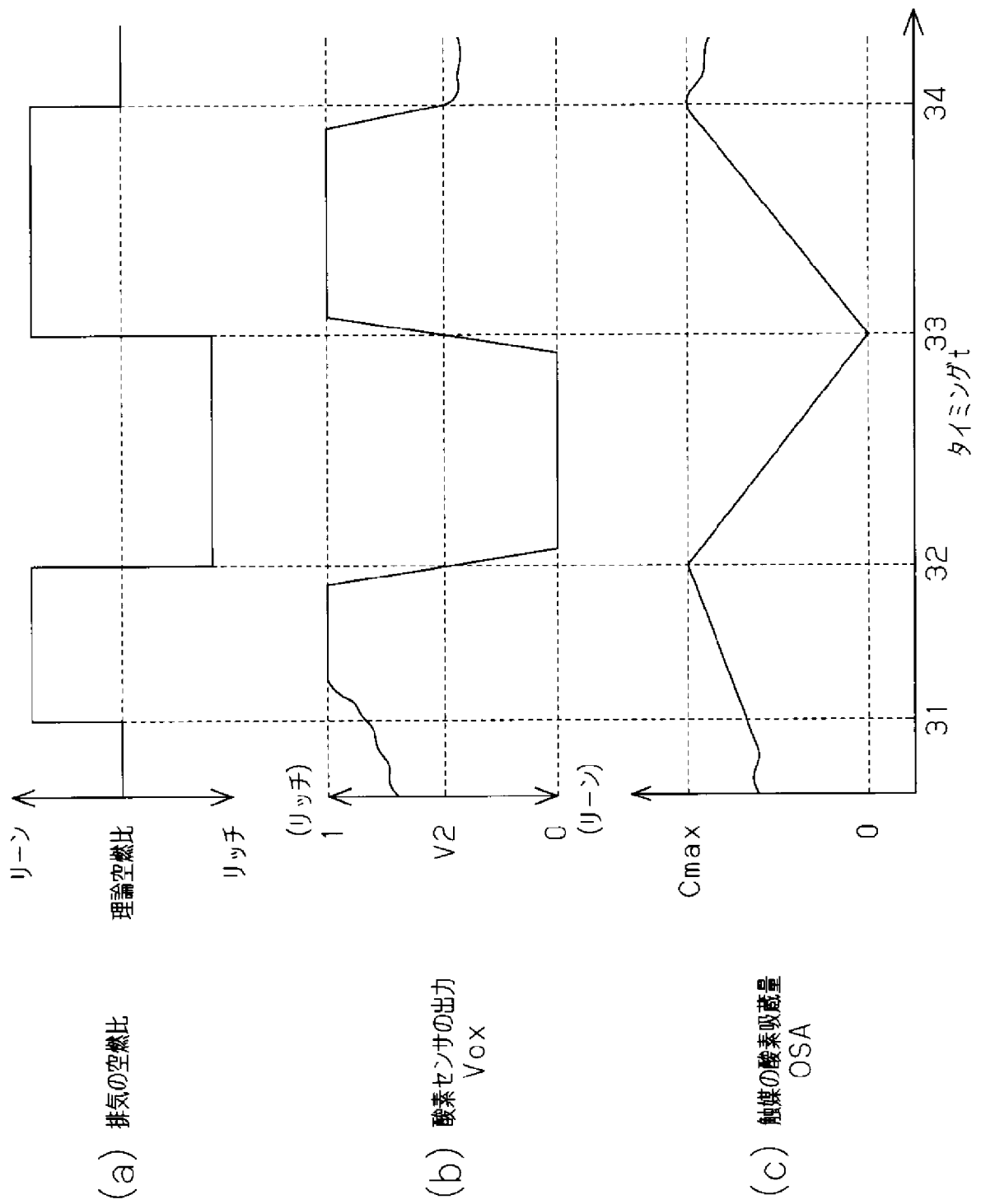
[図8]



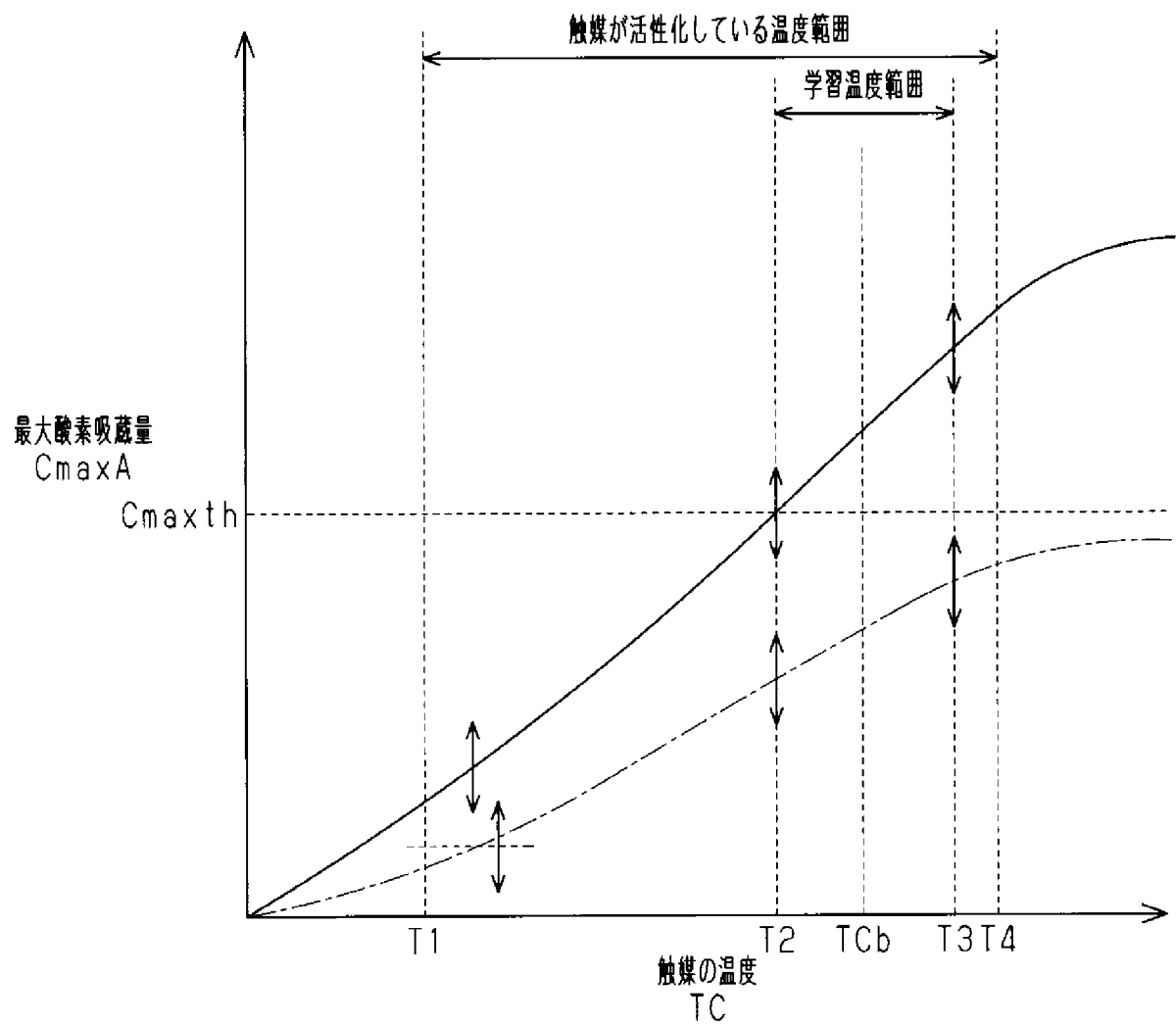
[図9]



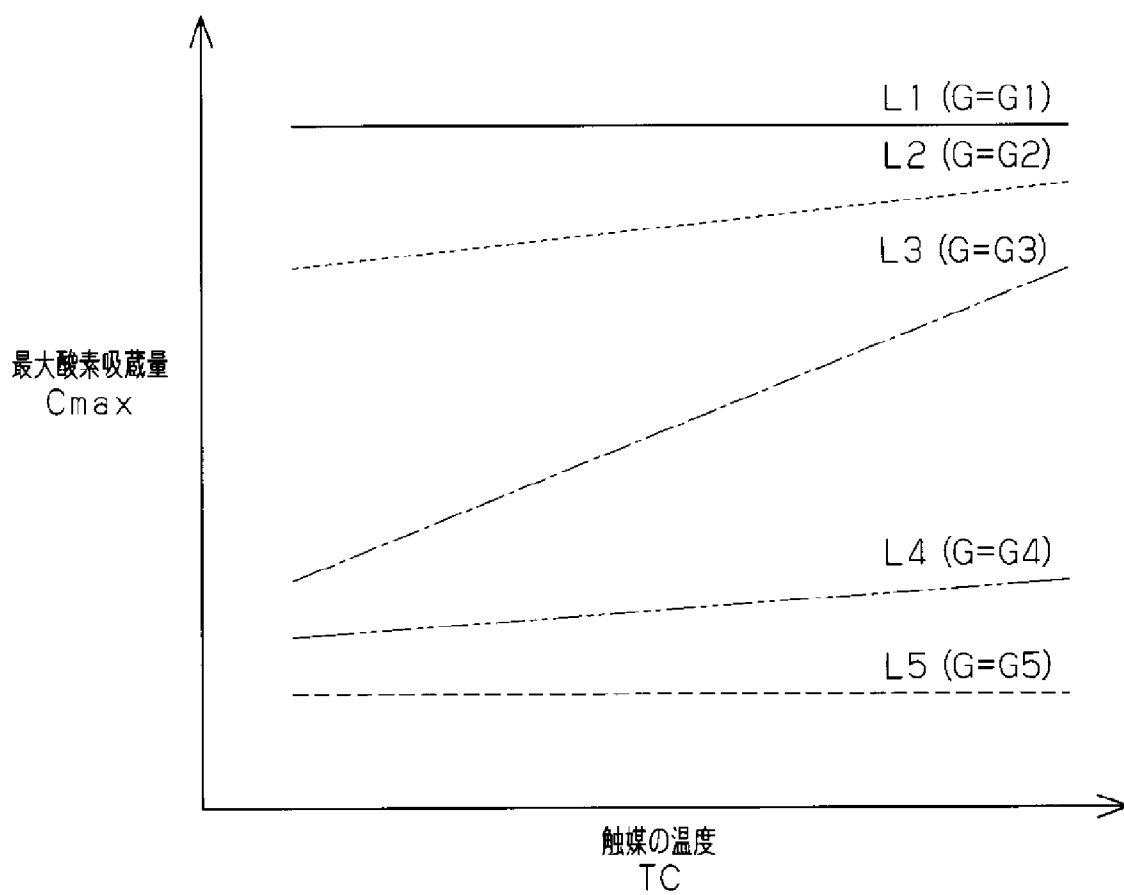
[図10]



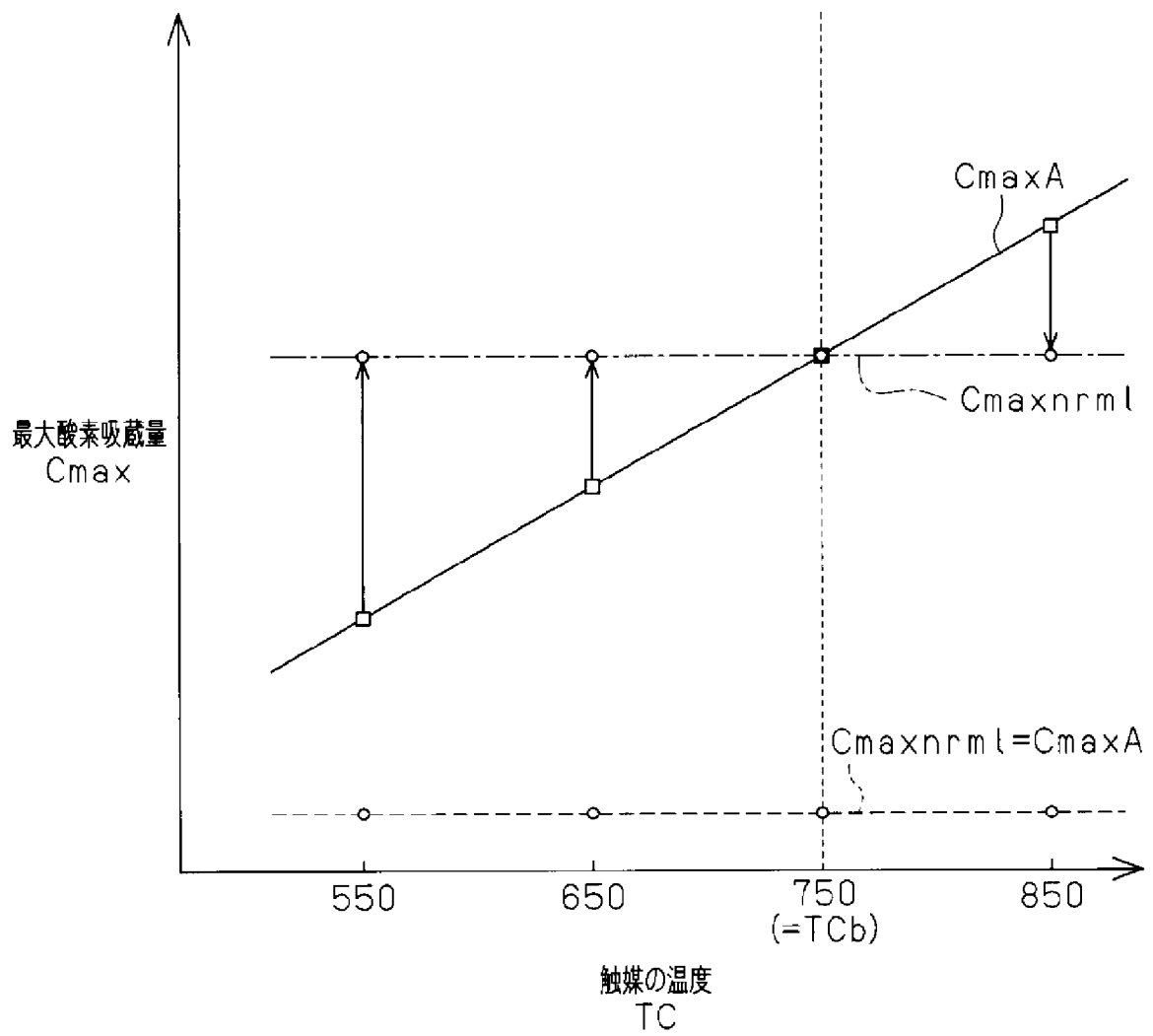
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 2004-28029 A (Toyota Motor Corp.), 29 January 2004 (29.01.2004), paragraphs [0060] to [0082], [0134] to [0178] & US 2004/0000135 A1	1-4
Y	JP 2004-225684 A (Toyota Motor Corp.), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraphs [0044] to [0047], [0052] to [0057], [0120] (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
13 July, 2010 (13.07.10)

Date of mailing of the international search report
27 July, 2010 (27.07.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. 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 (I P C))

Int.Cl. 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y	JP 2004-28029 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.01.29, 段落 0 0 6 0 - 0 0 8 2、0 1 3 4 - 0 1 7 8 & US 2004/0000135 A1	1 - 4
Y	JP 2004-225684 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.08.12, 段落 0 0 4 4 - 0 0 4 7、0 0 5 2 - 0 0 5 7、0 1 2 0 (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

1 3 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

亀田 貴志

3 G

9 7 1 9

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