

(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
2012 年 8 月 16 日(16.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/108059 A1

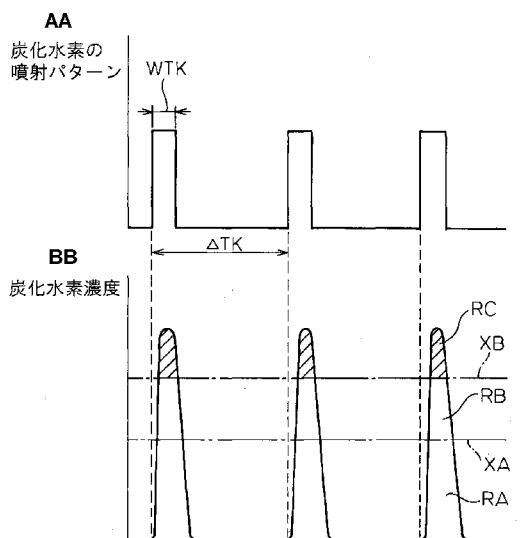
- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) F02D 41/04 (2006.01)
F01N 3/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/052969
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 7 日(07.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 美才治 悠樹(BISAIJI, Yuki) [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). 森 俊博(MORI, Toshihiro) [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: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 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, 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, 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 (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

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気浄化装置

図25



AA Hydrocarbon injection pattern
BB Hydrocarbon concentration

(57) Abstract: A hydrocarbon supply valve (15), an exhaust-gas purifying catalyst (13), and a particulate filter (14) are arranged in the engine exhaust-gas passage of an internal-combustion engine. The amount of hydrocarbons injected from the hydrocarbon supply valve (15) is controlled in a manner such that the amplitude of change in the concentration of hydrocarbons that flow into the exhaust-gas purifying catalyst (13) when the engine is in operation falls within a predetermined range. When the temperature of the particulate filter (14) is to be raised up to a regeneration temperature, the amount of hydrocarbons injected is increased, to thereby increase the amount of hydrocarbons passing through the exhaust-gas purifying catalyst (13).

(57) 要約: 内燃機関において、機関排気通路内に炭化水素供給弁(15)と、排気浄化触媒(13)と、パティキュレートフィルタ(14)とが配置される。機関運転時に排気浄化触媒(13)に流入する炭化水素の濃度変化の振幅が予め定められた範囲内の振幅となるように炭化水素供給弁(15)からの炭化水素の噴射量が制御される。パティキュレートフィルタ(14)の温度を再生温度まで上昇せしめるときには炭化水素の噴射量が増大され、それにより排気浄化触媒(13)をすり抜ける炭化水素のすり抜け量が増大される。

(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))

明 細 書

発明の名称 内燃機関の排気浄化装置

技術分野

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

背景技術

機関排気通路内に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときには排気ガス中に含まれる NO_x を吸蔵し流入する排気ガスの空燃比がリッチになると吸蔵した NO_x を放出する NO_x 吸蔵触媒を配置し、 NO_x 吸蔵触媒上流の機関排気通路内に吸着機能を有する酸化触媒を配置し、 NO_x 吸蔵触媒から NO_x を放出すべきときには酸化触媒上流の機関排気通路内に炭化水素を供給して NO_x 吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比をリッチにするようにした内燃機関が公知である（例えば特許文献1を参照）。

この内燃機関では NO_x 吸蔵触媒から NO_x を放出すべきときに供給された炭化水素が酸化触媒においてガス状の炭化水素とされ、ガス状の炭化水素が NO_x 吸蔵触媒に送り込まれる。その結果、 NO_x 吸蔵触媒から放出された NO_x が良好に還元せしめられることになる。

先行技術文献

特許文献

特許文献1 特許第3969450号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

しかしながら NO_x 吸蔵触媒は高温になると NO_x 浄化率が低下するという問題がある。

本発明の目的は、排気浄化触媒の温度が高温になっても高い NO_x 浄化率を得ることができかつ高い NO_x 浄化率を確保しつつ排気浄化触媒の下流に配置された後処理装置を容易に昇温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

本発明によれば、炭化水素を供給するための炭化水素供給弁を機関排気通路内に配置し、炭化水素供給弁下流の機関排気通路内に排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とを反応させるための排気浄化触媒を配置し、排気浄化触媒の排気ガス流通表面上には貴金属触媒が担持されていると共に貴金属触媒周りには塩基性の排気ガス流通表面部分が形成されており、排気浄化触媒は、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると排気ガス中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、炭化水素濃度の振動周期を予め定められた範囲よりも長くすると排気ガス中に含まれる NO_x の吸蔵量が増大する性質を有しており、機関運転時に排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度変化の振幅が上述の予め定められた範囲内の振幅となるように炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射量が制御されると共に、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度が上述の予め定められた範囲内の周期でもって振動するように炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射周期が制御され、炭化水素が供給されると炭化水素の酸化反応熱により温度上昇する後処理装置を排気浄化触媒下流の機関排気通路内に配置し、後処理装置を昇温すべきときには排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度変化の振幅を増大さ

せて排気浄化触媒をすり抜ける炭化水素のすり抜け量を増大するようにした内燃機関の排気浄化装置が提供される。

発明の効果

排気浄化触媒の温度が高温になっても高い NO_x 浄化率を得ることができかつ炭化水素のすり抜け量を増大することによって高い NO_x 浄化率を確保しつつ後処理装置を昇温することができる。

図面の簡単な説明

図1は圧縮着火式内燃機関の全体図である。

図2は触媒担体の表面部分を図解的に示す図である。

図3は排気浄化触媒における酸化反応を説明するための図である。

図4は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示す図である。

図5は NO_x 浄化率を示す図である。

図6 Aおよび6 Bは排気浄化触媒における酸化還元反応を説明するための図である。

図7 Aおよび7 Bは排気浄化触媒における酸化還元反応を説明するための図である。

図8は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示す図である。

図9は NO_x 浄化率を示す図である。

図10は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示すタイムチャートである。

図11は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化を示すタイムチャートである。

図12は排気浄化触媒の酸化力と要求最小空燃比 X との関係を示す図である。

図13は同一の NO_x 浄化率の得られる、排気ガス中の酸素濃度と炭化水素濃度の振幅 ΔH との関係を示す図である。

図14は炭化水素濃度の振幅 ΔH と NO_x 浄化率との関係を示す図である。

図15は炭化水素濃度の振動周期 ΔT と NO_x 浄化率との関係を示す図である。

図16は排気浄化触媒への流入排気ガスの空燃比の変化等を示す図である。

図17は排出 NO_x 量 NOXA のマップを示す図である。

図18は燃料噴射時期を示す図である。

図19は炭化水素供給量 WR のマップを示す図である。

図20は炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射パターンと排気浄化触媒への流入排気ガス中の炭化水素濃度変化等を示す図である。

図21は炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射パターンと排気浄化触媒への流入排気ガス中の炭化水素濃度変化とを示す図である。

図22は炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射パターンと排気浄化触媒への流入排気ガス中の炭化水素濃度変化とを示す図である。

図23A から 23C は炭化水素の噴射時間等を示す図である。

図24は炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射パターンと排気浄化触媒への流入排気ガス中の炭化水素濃度変化とを示す図である。

図25は炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射パターンと排気浄化触媒への流入排気ガス中の炭化水素濃度変化とを示す図である。

図26は炭化水素の噴射時間と噴射周期との関係を示す図である。

図27はパティキュレートフィルタの再生制御時におけるタイムチャートである。

図28はNO_x浄化制御を行うためのフローチャートである。

図29および図30は再生制御を行うためのフローチャートである。

図31Aから31Cは種々の実施例を示す図である。

発明を実施するための形態

図1に圧縮着火式内燃機関の全体図を示す。

図1を参照すると、1は機関本体、2は各気筒の燃焼室、3は各燃焼室2内に夫々燃料を噴射するための電子制御式燃料噴射弁、4は吸気マニホールド、5は排気マニホールドを夫々示す。吸気マニホールド4は吸気ダクト6を介して排気ターボチャージャ7のコンプレッサ7aの出口に連結され、コンプレッサ7aの入口は吸入空気量検出器8を介してエアクリーナ9に連結される。吸気ダクト6内にはステップモータにより駆動されるスロットル弁10が配置され、更に吸気ダクト6周りには吸気ダクト6内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置11が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置11内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

一方、排気マニホールド5は排気ターボチャージャ7の排気タービン7bの入口に連結される。排気タービン7bの出口は排気管12を介して排気浄化触媒13の入口に連結され、排気浄化触媒13の出口は、炭化水素が供給されると炭化水素の酸化反応熱により温度上昇する後処理装置14に排気管12aを介して連結される。図1に示される実施例ではこの後処理装置14は排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するためのパティキュレートフィルタからなる。排気浄化触媒13上流の排気管12内には圧縮着火式内燃機関の燃料として用いられる軽油その他の燃料からなる炭化水素を供給するための炭化水素供給弁15が配置される。図1に示される実施例では炭化水素供

給弁15から供給される炭化水素として軽油が用いられている。なお、本発明はリーン空燃比のもとで燃焼の行われる火花点火式内燃機関にも適用することができる。この場合、炭化水素供給弁15からは火花点火式内燃機関の燃料として用いられるガソリンその他の燃料からなる炭化水素が供給される。

一方、排気マニホールド5と吸気マニホールド4とは排気ガス再循環（以下、EGRと称す）通路16を介して互いに連結され、EGR通路16内には電子制御式EGR制御弁17が配置される。また、EGR通路16周りにはEGR通路16内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置18内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁3は燃料供給管19を介してコモンレール20に連結され、このコモンレール20は電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ21を介して燃料タンク22に連結される。燃料タンク22内に貯蔵されている燃料は燃料ポンプ21によってコモンレール20内に供給され、コモンレール20内に供給された燃料は各燃料供給管19を介して燃料噴射弁3に供給される。

電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって互いに接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35および出力ポート36を具備する。排気浄化触媒13の下流には排気浄化触媒13の温度を検出するための温度センサ23が取り付けられている。また、パティキュレートフィルタ14の下流にはパティキュレートフィルタ14の温度を検出するための温度センサ25が取り付けられており、パティキュレートフィルタ14にはパティキュレートフィルタ14の前後の差圧を検出するための差圧センサ24が取り付けられている。これら温度センサ23、25、差圧センサ24および吸入

空気量検出器 8 の出力信号は夫々対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、負荷センサ41の出力電圧は対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35にはクランクシャフトが例えば15°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁3、スロットル弁10の駆動用ステップモータ、炭化水素供給弁15、EGR制御弁17および燃料ポンプ21に接続される。

図2は排気浄化触媒13の基体上に担持された触媒担体の表面部分を図解的に示している。この排気浄化触媒13では図2に示されるように例えばアルミナからなる触媒担体50上には貴金属触媒51, 52が担持されており、更にこの触媒担体50上にはカリウムK、ナトリウムNa、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類金属、ランタノイドのような希土類および銀Ag、銅Cu、鉄Fe、イリジウムIrのようなNO_xに電子を供与しうる金属から選ばれた少なくとも一つを含む塩基性層53が形成されている。排気ガスは触媒担体50上に沿って流れるので貴金属触媒51, 52は排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上に担持されていると言える。また、塩基性層53の表面は塩基性を呈するので塩基性層53の表面は塩基性の排気ガス流通表面部分54と称される。

一方、図2において貴金属触媒51は白金Ptからなり、貴金属触媒52はロジウムRhからなる。即ち、触媒担体50に担持されている貴金属触媒51, 52は白金PtおよびロジウムRhから構成されている。なお、排気浄化触媒13の触媒担体50上には白金PtおよびロジウムRhに加えて更にパラジウムPdを担持させることができるし、或いはロジウムRhに代えてパラジウムPdを担持させることができる。即ち、触媒

担体50に担持されている貴金属触媒51、52は白金Ptと、ロジウムRhおよびパラジウムPdの少なくとも一方とにより構成される。

炭化水素供給弁15から排気ガス中に炭化水素が噴射されるとこの炭化水素は排気浄化触媒13において改質される。本発明ではこのとき改質された炭化水素を用いて排気浄化触媒13において NO_x を浄化するようにしている。図3はこのとき排気浄化触媒13において行われる改質作用を図解的に示している。図3に示されるように炭化水素供給弁15から噴射された炭化水素HCは触媒51によって炭素数の少ないラジカル状の炭化水素HCとなる。

図4は炭化水素供給弁15からの炭化水素の供給タイミングと排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ の変化とを示している。なお、この空燃比 $(A/F)_{in}$ の変化は排気浄化触媒13に流入する排気ガス中の炭化水素の濃度変化に依存しているので図4に示される空燃比 $(A/F)_{in}$ の変化は炭化水素の濃度変化を表しているとも言える。ただし、炭化水素濃度が高くなると空燃比 $(A/F)_{in}$ は小さくなるので図4においては空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチ側となるほど炭化水素濃度が高くなっている。

図5は、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を周期的に変化させることによって図4に示されるように排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ を変化させたときの排気浄化触媒13による NO_x 浄化率を排気浄化触媒13の各触媒温度TCに対して示している。本発明者は長い期間に亘って NO_x 浄化に関する研究を重ねており、その研究課程において、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると、図5に示されるように400℃以上の高温領域においても極めて高い NO_x 浄化率が得られることが判明したのである。

更にこのときには窒素および炭化水素を含む多量の還元性中間体が塩基性層53の表面上に、即ち排気浄化触媒13の塩基性排気ガス流通表面部分54上に保持又は吸着され続けており、この還元性中間体が高 NO_x 浄化率を得る上で中心的役割を果たしていることが判明したのである。次にこのことについて図6Aおよび6Bを参照しつつ説明する。なお、これら図6Aおよび6Bは排気浄化触媒13の触媒担体50の表面部分を図解的に示しており、これら図6Aおよび6Bには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動せしめたときに生ずると推測される反応が示されている。

図6Aは排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が低いときを示しており、図6Bは炭化水素供給弁15から炭化水素が供給されて排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度が高くなっているときを示している。

さて、図4からわかるように排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比は一瞬を除いてリーンに維持されているので排気浄化触媒13に流入する排気ガスは通常酸素過剰の状態にある。従って排気ガス中に含まれる NO は図6Aに示されるように白金51上において酸化されて NO_2 となり、次いでこの NO_2 は更に酸化されて NO_3 となる。また、 NO_2 の一部は NO_2^- となる。この場合、 NO_3 の生成量の方が NO_2^- の生成量よりもはるかに多い。従って白金Pt51上には多量の NO_3 と少量の NO_2^- が生成されることになる。これら NO_3 および NO_2^- は活性が強く、以下これら NO_3 および NO_2^- を活性 NO_x^* と称する。

一方、炭化水素供給弁15から炭化水素が供給されると図3に示されるようにこの炭化水素は排気浄化触媒13内において改質され、ラジカルとなる。その結果、図6Bに示されるように活性 NO_x^* 周りの炭化水素濃度が高くなる。ところで活性 NO_x^* が生成された後、活性

NO_x^* 周りの酸素濃度が高い状態が一定時間以上継続すると活性 NO_x^* は酸化され、硝酸イオン NO_3^- の形で塩基性層 53 内に吸収される。しかしながらこの一定時間が経過する前に活性 NO_x^* 周りの炭化水素濃度が高くとれると図 6 B に示されるように活性 NO_x^* は白金 51 上においてラジカル状の炭化水素 HC と反応し、それにより還元性中間体が生成される。この還元性中間体は塩基性層 53 の表面上に付着又は吸着される。

なお、このとき最初に生成される還元性中間体はニトロ化合物 R-NO_2 であると考えられる。このニトロ化合物 R-NO_2 は生成されるとニトリル化合物 R-CN となるがこのニトリル化合物 R-CN はその状態では瞬時しか存続し得ないのでただちにイソシアネート化合物 R-NCO となる。このイソシアネート化合物 R-NCO は加水分解するとアミン化合物 R-NH_2 となる。ただしこの場合、加水分解されるのはイソシアネート化合物 R-NCO の一部であると考えられる。従って図 6 B に示されるように塩基性層 53 の表面上に保持又は吸着されている還元性中間体の大部分はイソシアネート化合物 R-NCO およびアミン化合物 R-NH_2 であると考えられる。

一方、図 6 B に示されるように生成された還元性中間体の周りを炭化水素 HC が取り囲んでいると還元性中間体は炭化水素 HC に阻まれてそれ以上反応が進まない。この場合、排気浄化触媒 13 に流入する炭化水素の濃度が低下せしめられ、それによって酸素濃度が高くなると還元性中間体周りの炭化水素は酸化せしめられる。その結果、図 6 A に示されるように還元性中間体と活性 NO_x^* とが反応するようになる。このとき活性 NO_x^* は還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 と反応して N_2 , CO_2 , H_2O となり、斯くして NO_x が浄化されることになる。

このように排気浄化触媒 13 では、排気浄化触媒 13 に流入する炭化水素の濃度を高くすることにより還元性中間体が生成され、排気浄

化触媒13に流入する炭化水素の濃度を低くして酸素濃度を高くすることにより活性 NO_x^* が還元性中間体と反応し、 NO_x が浄化される。即ち、排気浄化触媒13により NO_x を浄化するには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を周期的に変化させる必要がある。

無論、この場合、還元性中間体を生成するのに十分高い濃度まで炭化水素の濃度を高める必要があり、生成された還元性中間体を活性 NO_x^* と反応させるのに十分低い濃度まで炭化水素の濃度を低下させる必要がある。即ち、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅で振動させる必要がある。なお、この場合、生成された還元性中間体が活性 NO_x^* と反応するまで、十分な量の還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を塩基性層53上に、即ち塩基性排気ガス流通表面部分24上保持しておかなければならず、そのために塩基性の排気ガス流通表面部分24が設けられている。

一方、炭化水素の供給周期を長くすると炭化水素が供給された後、次に炭化水素が供給されるまでの間において酸素濃度が高くなる期間が長くなり、従って活性 NO_x^* は還元性中間体を生成することなく硝酸塩の形で塩基性層53内に吸収されることになる。これを回避するためには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の周期でもって振動させることが必要となる。

そこで本発明による実施例では、排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とを反応させて窒素および炭化水素を含む還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を生成するために排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上には貴金属触媒51、52が担持されており、生成された還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 を排気浄化触媒13内に保持しておくために貴金属触媒51、52周りには塩基性の排気ガス流通表面部分54が形成されており、塩基性の排気ガス流通表面部分54上に保持された還元性中間体 R-NCO や R-NH_2 の還元作用により NO_x が還元され、炭化水素濃

度の振動周期は還元性中間体 $R\text{-NCO}$ や $R\text{-NH}_2$ を生成し続けるのに必要な振動周期とされる。因みに図4に示される例では噴射間隔が3秒とされている。

炭化水素濃度の振動周期、即ち炭化水素 HC の供給周期を上述の予め定められた範囲内の周期よりも長くすると塩基性層53の表面上から還元性中間体 $R\text{-NCO}$ や $R\text{-NH}_2$ が消滅し、このとき白金 Pt 53上において生成された活性 NO_x^* は図7Aに示されるように硝酸イオン NO_3^- の形で塩基性層53内に拡散し、硝酸塩となる。即ち、このときには排気ガス中の NO_x は硝酸塩の形で塩基性層53内に吸収されることになる。

一方、図7Bはこのように NO_x が硝酸塩の形で塩基性層53内に吸収されているときに排気浄化触媒13内に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチにされた場合を示している。この場合には排気ガス中の酸素濃度が低下するために反応が逆方向($NO_3^- \rightarrow NO_2$)に進み、斯くして塩基性層53内に吸収されている硝酸塩は順次硝酸イオン NO_3^- となって図7Bに示されるように NO_2 の形で塩基性層53から放出される。次いで放出された NO_2 は排気ガス中に含まれる炭化水素 HC および CO によって還元される。

図8は塩基性層53の NO_x 吸収能力が飽和する少し前に排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ を一時的にリッチにするようにした場合を示している。なお、図8に示す例ではこのリッチ制御の時間間隔は1分以上である。この場合には排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンのときに塩基性層53内に吸収された NO_x は、排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ が一時的にリッチにされたときに塩基性層53から一気に放出されて還元される。従ってこの場合には塩基性層53は NO_x を一時的に吸収するための吸収剤の役目を果たしている。

なお、このとき塩基性層53が NO_x を一時的に吸着する場合もあり、従って吸収および吸着の双方を含む用語として吸蔵という用語を用いるとこのとき塩基性層53は NO_x を一時的に吸蔵するための NO_x 吸蔵剤の役目を果していることになる。即ち、この場合には、機関吸気通路、燃焼室2および排気浄化触媒13上流の排気通路内に供給された空気および燃料（炭化水素）の比を排気ガスの空燃比と称すると、排気浄化触媒13は、排気ガスの空燃比がリーンのときには NO_x を吸蔵し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸蔵した NO_x を放出する NO_x 吸蔵触媒として機能している。

図9は、排気浄化触媒13をこのように NO_x 吸蔵触媒として機能させたときの NO_x 浄化率を示している。なお、図9の横軸は排気浄化触媒13の触媒温度TCを示している。排気浄化触媒13を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合には図9に示されるように触媒温度TCが300℃から400℃のときには極めて高い NO_x 浄化率が得られるが触媒温度TCが400℃以上の高温になると NO_x 浄化率が低下する。

このように触媒温度TCが400℃以上になると NO_x 浄化率が低下するのは、触媒温度TCが400℃以上になると硝酸塩が熱分解して NO_2 の形で排気浄化触媒13から放出されるからである。即ち、 NO_x を硝酸塩の形で吸蔵している限り、触媒温度TCが高いときに高い NO_x 浄化率を得るのは困難である。しかしながら図4から図6A、6Bに示される新たな NO_x 浄化方法では図6A、6Bからわかるように硝酸塩は生成されず或いは生成されても極く微量であり、斯くして図5に示されるように触媒温度TCが高いときでも高い NO_x 浄化率が得られることになる。

そこで本発明では、炭化水素を供給するための炭化水素供給弁15を機関排気通路内に配置し、炭化水素供給弁15下流の機関排気通路内に排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とを反応させ

るための排気浄化触媒13を配置し、排気浄化触媒13の排気ガス流通表面上には貴金属触媒51, 52が担持されていると共に貴金属触媒51, 52周りには塩基性の排気ガス流通表面部分54が形成されており、排気浄化触媒13は、排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると排気ガス中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、炭化水素濃度の振動周期をこの予め定められた範囲よりも長くすると排気ガス中に含まれる NO_x の吸蔵量が増大する性質を有しており、機関運転時に排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させ、それにより排気ガス中に含まれる NO_x を排気浄化触媒13において還元するようにしている。

即ち、図4から図6A, 6Bに示される NO_x 浄化方法は、貴金属触媒を担持しかつ NO_x を吸収しうる塩基性層を形成した排気浄化触媒を用いた場合において、ほとんど硝酸塩を形成することなく NO_x を浄化するようにした新たな NO_x 浄化方法であると言える。実際、この新たな NO_x 浄化方法を用いた場合には排気浄化触媒13を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合に比べて、塩基性層53から検出される硝酸塩は極く微量である。なお、この新たな NO_x 浄化方法を以下、第1の NO_x 浄化方法と称する。

次に図10から図15を参照しつつこの第1の NO_x 浄化方法についてもう少し詳細に説明する。

図10は図4に示される空燃比 $(A/F)_{in}$ の変化を拡大して示している。なお、前述したようにこの排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ の変化は同時に排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度変化を示している。なお、図10において ΔH は排気浄化触媒13に流入する炭化水素HCの濃度変化の振幅を示しており、

ΔT は排気浄化触媒13に流入する炭化水素濃度の振動周期を示している。

更に図10において $(A/F)_b$ は機関出力を発生するための燃焼ガスの空燃比を示すベース空燃比を表している。言い換えるとこのベース空燃比 $(A/F)_b$ は炭化水素の供給を停止したときに排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比を表している。一方、図10において X は、生成された活性 NO_x^* が硝酸塩の形で塩基性層53内に吸蔵されることなく還元性中間体の生成のために使用される空燃比 $(A/F)_{in}$ の上限を表しており、活性 NO_x^* と改質された炭化水素とを反応させて還元性中間体を生成させるには空燃比 $(A/F)_{in}$ をこの空燃比の上限 X よりも低くすることが必要となる。

別の言い方をすると図10の X は活性 NO_x^* と改質された炭化水素とを反応させて還元性中間体を生成させるのに必要な炭化水素の濃度の下限を表しており、還元性中間体を生成するためには炭化水素の濃度をこの下限 X よりも高くする必要がある。この場合、還元性中間体が生成されるか否かは活性 NO_x^* 周りの酸素濃度と炭化水素濃度との比率、即ち空燃比 $(A/F)_{in}$ で決まり、還元性中間体を生成するのに必要な上述の空燃比の上限 X を以下、要求最小空燃比と称する。

図10に示される例では要求最小空燃比 X がリッチとなっており、従ってこの場合には還元性中間体を生成するために空燃比 $(A/F)_{in}$ が瞬時的に要求最小空燃比 X 以下に、即ちリッチにされる。これに対し、図11に示される例では要求最小空燃比 X がリーンとなっている。この場合には空燃比 $(A/F)_{in}$ をリーンに維持しつつ空燃比 $(A/F)_{in}$ を周期的に低下させることによって還元性中間体が生成される。

この場合、要求最小空燃比 X がリッチになるかリーンになるかは

排気浄化触媒13の酸化力による。この場合、排気浄化触媒13は例えば貴金属51の担持量を増大させれば酸化力が強まり、酸性を強めれば酸化力が強まる。従って排気浄化触媒13の酸化力は貴金属51の担持量や酸性の強さによって変化することになる。

さて、酸化力が強い排気浄化触媒13を用いた場合に図11に示されるように空燃比 $(A/F)_{in}$ をリーンに維持しつつ空燃比 $(A/F)_{in}$ を周期的に低下させると、空燃比 $(A/F)_{in}$ が低下せしめられたときに炭化水素が完全に酸化されてしまい、その結果還元性中間体を生成することができなくなる。これに対し、酸化力が強い排気浄化触媒13を用いた場合に図10に示されるように空燃比 $(A/F)_{in}$ を周期的にリッチにさせると空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされたときに炭化水素は完全に酸化されることなく部分酸化され、即ち炭化水素が改質され、斯くして還元性中間体が生成されることになる。従って酸化力が強い排気浄化触媒13を用いた場合には要求最小空燃比 X はリッチにする必要がある。

一方、酸化力が弱い排気浄化触媒13を用いた場合には図11に示されるように空燃比 $(A/F)_{in}$ をリーンに維持しつつ空燃比 $(A/F)_{in}$ を周期的に低下させると、炭化水素は完全に酸化されずに部分酸化され、即ち炭化水素が改質され、斯くして還元性中間体が生成される。これに対し、酸化力が弱い排気浄化触媒13を用いた場合に図10に示されるように空燃比 $(A/F)_{in}$ を周期的にリッチにさせると多量の炭化水素は酸化されることなく単に排気浄化触媒13から排出されることになり、斯くして無駄に消費される炭化水素量が増大することになる。従って酸化力が弱い排気浄化触媒13を用いた場合には要求最小空燃比 X はリーンにする必要がある。

即ち、要求最小空燃比 X は図12に示されるように排気浄化触媒13の酸化力が強くなるほど低下させる必要があることがわかる。この

ように要求最小空燃比 X は排気浄化触媒 13 の酸化力によってリーンになったり、或いはリッチになったりするが、以下要求最小空燃比 X がリッチである場合を例にとりて、排気浄化触媒 13 に流入する炭化水素の濃度変化の振幅や排気浄化触媒 13 に流入する炭化水素濃度の振動周期について説明する。

さて、ベース空燃比 $(A/F)_b$ が大きくなると、即ち炭化水素が供給される前の排気ガス中の酸素濃度が高くなると空燃比 $(A/F)_{in}$ を要求最小空燃比 X 以下とするのに必要な炭化水素の供給量が増大し、それに伴って還元性中間体の生成に寄与しなかった余剰の炭化水素量も増大する。この場合、 NO_x を良好に浄化するためには前述したようにこの余剰の炭化水素を酸化させる必要があり、従って NO_x を良好に浄化するためには余剰の炭化水素量が多いほど多量の酸素が必要となる。

この場合、排気ガス中の酸素濃度を高めれば酸素量を増大することができる。従って NO_x を良好に浄化するためには、炭化水素が供給される前の排気ガス中の酸素濃度が高いときには炭化水素供給後の排気ガス中の酸素濃度を高める必要がある。即ち、炭化水素が供給される前の排気ガス中の酸素濃度が高いほど炭化水素濃度の振幅を大きくする必要がある。

図 13 は同一の NO_x 浄化率が得られるときの、炭化水素が供給される前の排気ガス中の酸素濃度と炭化水素濃度の振幅 ΔH との関係を示している。図 13 から同一の NO_x 浄化率を得るためには炭化水素が供給される前の排気ガス中の酸素濃度が高いほど炭化水素濃度の振幅 ΔH を増大させる必要があることがわかる。即ち、同一の NO_x 浄化率を得るにはベース空燃比 $(A/F)_b$ が高くなるほど炭化水素濃度の振幅 ΔT を増大させることが必要となる。別の言い方をすると、 NO_x を良好に浄化するためにはベース空燃比 $(A/F)_b$ が低

くなるほど炭化水素濃度の振幅 ΔT を減少させることができる。

ところでベース空燃比 (A/F) b が最も低くなるのは加速運転時であり、このとき炭化水素濃度の振幅 ΔH が 200ppm 程度あれば NO_x を良好に浄化することができる。ベース空燃比 (A/F) b は通常、加速運転時よりも大きく、従って図 14 に示されるように炭化水素濃度の振幅 ΔH が 200ppm 以上であれば良好な NO_x 浄化率を得ることができることになる。

一方、ベース空燃比 (A/F) b が最も高いときには炭化水素濃度の振幅 ΔH を 10000ppm 程度にすれば良好な NO_x 浄化率が得られることがわかっている。従って本発明では炭化水素濃度の振幅の予め定められた範囲が 200ppm から 10000ppm とされている。

また、炭化水素濃度の振動周期 ΔT が長くなると炭化水素が供給された後、次に炭化水素が供給される間、活性 NO_x^* 周りの酸素濃度が高くなる。この場合、炭化水素濃度の振動周期 ΔT が 5 秒程度よりも長くなると活性 NO_x^* が硝酸塩の形で塩基性層 53 内に吸収され始め、従って図 15 に示されるように炭化水素濃度の振動周期 ΔT が 5 秒程度よりも長くなると NO_x 浄化率が低下することになる。従って炭化水素濃度の振動周期 ΔT は 5 秒以下とする必要がある。

一方、炭化水素濃度の振動周期 ΔT がほぼ 0.3 秒以下になると供給された炭化水素が排気浄化触媒 13 の排気ガス流通表面上に堆積し始め、従って図 15 に示されるように炭化水素濃度の振動周期 ΔT がほぼ 0.3 秒以下になると NO_x 浄化率が低下する。そこで本発明では炭化水素濃度の振動周期が 0.3 秒から 5 秒の間とされている。

次に図 16 から図 19 を参照しつつ排気浄化触媒 13 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合の NO_x 浄化方法について具体的に説明する。このように排気浄化触媒 13 を NO_x 吸蔵触媒として機能させた場合の NO_x 浄化方法を以下、第 2 の NO_x 浄化方法と称する。

この第2の NO_x 浄化方法では図16に示されるように塩基性層53に吸蔵された吸蔵 NO_x 量 ΣNOX が予め定められた許容量MAXを越えたときに排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ が一時的にリッチにされる。排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされると排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリーンのときに塩基性層53内に吸蔵された NO_x が塩基性層53から一気に放出されて還元される。それによって NO_x が浄化される。

吸蔵 NO_x 量 ΣNOX は例えば機関から排出される NO_x 量から算出される。本発明による実施例では機関から単位時間当り排出される排出 NO_x 量 NOXA が噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図17に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されており、この排出 NO_x 量 NOXA から吸蔵 NO_x 量 ΣNOX が算出される。この場合、前述したように排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされる周期は通常1分以上である。

この第2の NO_x 浄化方法では図18に示されるように燃焼室2内に燃料噴射弁3から燃焼用燃料 Q に加え、追加の燃料 WR を噴射することによって排気浄化触媒13に流入する排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ がリッチにされる。なお、図18の横軸はクランク角を示している。この追加の燃料 WR は燃焼はするが機関出力となって現われない時期に、即ち圧縮上死点後ATDC 90° の少し手前で噴射される。この燃料量 WR は噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図19に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。無論、この場合炭化水素供給弁15からの炭化水素の供給量を増大させることによって排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ をリッチにすることもできる。

さて、再び第1の NO_x 浄化方法についての説明に戻ると、第1の NO_x 浄化方法を用いて NO_x を良好に浄化するためには前述したように炭化水素濃度の振幅 ΔH および振動周期 ΔT を適切に制御する必要

がある。即ち、第1の NO_x 浄化方法を用いて NO_x を良好に浄化するためには、排気浄化触媒13への流入排気ガスの空燃比 $(A/F)_{in}$ が要求最小空燃比 X 以下となるように炭化水素濃度の振幅 ΔH を制御し、炭化水素濃度の振動周期 ΔT を0.3秒から5秒の間に制御する必要がある。

この場合、本発明では炭化水素濃度の振動周期 ΔT は炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射量を制御することに制御され、炭化水素濃度の振動周期 ΔT は炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射周期を制御することによって制御される。なおこの場合、炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射量は、炭化水素供給弁15からの炭化水素の噴射時間又は噴射圧の少なくとも一方を制御することに制御される。

ところで第1の NO_x 浄化方法により NO_x の浄化作用が行われているときに、最も要求されることはどのような運転状態でも高い NO_x 浄化率を得ることができ、供給された炭化水素が排気浄化触媒13をすり抜けないようにすることである。この点について検討を重ねた結果、排気浄化触媒13において完全に酸化される炭化水素の量と部分酸化される炭化水素の量が NO_x 浄化率と炭化水素のすり抜け量を支配していることが判明したのである。次にこのことについて図20を参照しつつ説明する。

図20には、炭化水素供給弁15から同一の噴射圧のもとで異なる噴射時間でもって噴射された炭化水素の三つの噴射パターンA, B, Cが示されている。この場合、噴射時間は噴射パターンAが最も短かく、噴射パターンCが最も長くなっている。また、図20には各噴射パターンA, B, Cにより噴射が行われた後、排気浄化触媒13に流入する排気ガス中の炭化水素濃度の時間的な変化が示されている。更に図20には各噴射パターンA, B, Cによる噴射が行われたと

きの NO_x 浄化率と排気浄化触媒13の炭化水素のすり抜け量とが示されている。

さて、排気浄化触媒13に流入する排気ガス中の炭化水素濃度、即ち単位排気ガス量当りの炭化水素量が少ないときにはこの炭化水素は排気浄化触媒13において完全に酸化されてしまう。一方、排気ガス中の炭化水素濃度、即ち単位排気ガス量当りの炭化水素量が増大すると排気浄化触媒13において全ての炭化水素を完全に酸化しえなくなる。このとき一部の炭化水素は部分酸化されることになる。このように排気ガス中の炭化水素濃度には排気浄化触媒13において全ての炭化水素が完全に酸化される限界が存在し、この限界が図20においてXAで示されている。

即ち、図20において炭化水素濃度が限界XAよりも低いときには全ての炭化水素が完全に酸化されるので図20において限界XAよりも下方のハッチング領域RAでは全ての炭化水素が完全に酸化されることになる。この場合、ハッチング領域RAの面積は炭化水素量を表しており、従ってハッチング領域RAに相当する量の炭化水素が完全に酸化されることになる。なお、以下この限界XAを完全酸化限界と称する。

一方、図20において完全酸化限界XAよりも上方の領域RBでは排気浄化触媒13において炭化水素の部分酸化作用が行われる。この場合、図20においてハッチング領域RBは部分酸化される炭化水素量を表わしている。この部分酸化された炭化水素から還元性中間体が生成されるのでこの部分酸化された炭化水素により第1の NO_x 浄化方法による NO_x の浄化作用が行われることになる。なお、実際にはこの部分酸化された炭化水素の一部は還元性中間体の生成に使用されずに酸化されてしまい、部分酸化された残りの炭化水素によって還元性中間体が生成される。

一方、排気浄化触媒13に流入する排気ガス中の炭化水素濃度、即ち単位排気ガス量当りの炭化水素量が更に増大せしめられると一部の炭化水素は排気浄化触媒13において完全に酸化されないどころか部分酸化もされなくなり、この場合酸化もされない一部の炭化水素は排気浄化触媒13をすり抜けることになる。この炭化水素のすり抜けを生ずる炭化水素の限界が図20においてXBで示されており、以下この限界XBをすり抜け限界と称する。図20においてこのすり抜け限界XBよりも上方のハッチング領域RCは炭化水素のすり抜け量を表している。

排気ガス中に含まれる NO_x を第1の NO_x 浄化方法を用いて浄化するためには排気ガス中に含まれる NO_x 量に対して十分な量の炭化水素が部分酸化されることが必要であり、部分酸化される炭化水素量RBが不十分である場合には NO_x 浄化率が低下することになる。図20における噴射パターンAはこのように部分酸化される炭化水素量RBが不足している場合を示しており、この場合には図20に示されるように NO_x 浄化率が低下することになる。

一方、図20において噴射パターンBは部分酸化される炭化水素量RBを増大するために噴射パターンAに比べて噴射時間が長くされた場合を示している。噴射時間が長くされると部分酸化される炭化水素量RBが増大するために図20に示されるように NO_x 浄化率が高くなる。なお、図20は噴射パターンBであっても部分酸化される炭化水素量RBが若干不足している場合を示している。

図20において噴射パターンCは部分酸化される炭化水素量RBを更に増大するために噴射パターンBに比べて噴射時間が更に長くされた場合を示している。この場合、図20に示されるように NO_x 浄化率は向上する。しかしながらこの場合、炭化水素濃度がすり抜け限界XBを越えるので炭化水素のすり抜けが発生することになる。

第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用を行う際には通常は炭化水素のすり抜けが生じないようにする必要がある。従って本発明では第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用を行う際には通常は図20に示される例において炭化水素濃度のピークがすり抜け限界XBとなる噴射パターンBが用いられる。無論、噴射パターンAに示されるように炭化水素濃度のピークがすり抜け限界XBに達していなくても十分な NO_x 浄化率が得られる場合には噴射パターンAが用いられる。即ち、本発明では第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用を行う際には通常は噴射パターンAか噴射パターンBのいずれかが用いられることになる。

さて、排気浄化触媒13の温度が上昇すると排気浄化触媒13において単位時間当たり酸化される炭化水素量が増大し、即ち炭化水素に対する酸化速度が増大し、その結果排気浄化触媒13の温度が上昇すると完全酸化限界XAが上昇する。一方、排気浄化触媒13の温度が上昇すると、温度が上昇する前にはすり抜けていた炭化水素が部分酸化されるようになるのですり抜け限界XBも上昇することになる。即ち、排気浄化触媒13の温度が上昇すると完全酸化限界XAとすり抜け限界XBが共に上昇することになる。従って第1の NO_x 浄化方法により NO_x の浄化を行う際にはこのことを考慮して炭化水素の噴射制御を行う必要がある。

図21および図22はこのことを考慮して炭化水素の噴射制御を行うようにしたときの一例を示している。なお、図21に示す例は、噴射圧を一定に維持した状態で噴射時間を制御することにより炭化水素の噴射量を制御するようにした場合を示しており、図22に示す例は、噴射圧および噴射時間の双方を制御することにより炭化水素の噴射量を制御するようにした場合を示している。

また、図21および図22において A_1 は機関回転数および負荷が比

較的低いときの噴射パターンを示しており、 A_3 は機関回転数および負荷が比較的高いときの噴射パターンを示しており、 A_2 は機関回転数および負荷が夫々 A_1 で示される場合と A_3 で示される場合の中間である場合の噴射パターンを示している。即ち、機関回転数および負荷が高くなるにつれて噴射パターンは A_1 から A_3 に向けて変化せしめられる。

さて、機関回転数および負荷が高くなるほど排気浄化触媒13の温度が高くなり、従って機関回転数および負荷が高くなるほど完全酸化限界XAおよびすり抜け限界XBも高くなる。一方、回転数および負荷が高くなるほど機関からの単位時間当りの排出 NO_x 量が増大し、従って機関回転数および負荷が高くなるほど部分酸化される炭化水素量RBを増大する必要がある。この場合、部分酸化される炭化水素量RBを増大させるには炭化水素の噴射量を増大させる必要がある。従って NO_x の浄化に必要な量の部分酸化炭化水素を生成しうるように図21に示される例では機関回転数および負荷が高くなるにつれ噴射時間を長くすることにより噴射量が増量せしめられ、図22に示される例では機関回転数および負荷が高くなるにつれて噴射圧および噴射時間を共に長くすることによって噴射量が増量せしめられる。

このように噴射量は噴射時間のみを制御することによっても、或いは噴射圧および噴射時間の双方を制御することによっても制御することができるが、以下噴射時間のみを制御することによって噴射量を制御するようにした場合を例にとって本発明を説明する。

図23Aはこのように噴射時間のみを制御することによって噴射量を制御するようにした場合に、 NO_x の浄化に必要な量の部分酸化炭化水素を生成することのできる等噴射時間線を示している。図23Aからわかるように炭化水素の噴射時間は燃焼室2内への燃料噴射量Qが増大するほど、即ち機関負荷が増大するほど長くなり、機関回

転数 N が高くなるほど長くなる。この噴射時間 WT は燃料噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図 23 B に示すようなマップの形で予め ROM32 内に記憶されている。また、最適な炭化水素濃度の振動振幅 ΔT 、即ち炭化水素の噴射周期 ΔT も同様に噴射量 Q および機関回転数 N の関数として図 23 C に示すようなマップの形で予め ROM32 内に記憶されている。

機関運転時に炭化水素供給弁 15 から図 23 B に示される噴射時間 WT_{ij} および図 23 C に示される噴射周期 ΔT_{ij} でもって炭化水素が噴射されると第 1 の NO_x 浄化方法による良好な NO_x 浄化作用が行われる。図 24 はこのように第 1 の NO_x 浄化方法による良好な NO_x 浄化作用が行われているときの炭化水素の噴射パターンと炭化水素濃度変化を示している。このときには図 24 において領域 RA に示される量の炭化水素が完全酸化せしめられており、このときこの炭化水素の酸化反応熱によって排気浄化触媒 13 は活性化した状態に維持されている。

さて、前述したように図 1 に示される実施例では後処理装置 14 がパティキュレートフィルタからなり、このパティキュレートフィルタ 14 上には白金 Pt のような貴金属が担持されている。即ち、このパティキュレートフィルタ 14 は酸化機能を有しており、従ってこのパティキュレートフィルタ 14 に炭化水素が供給されるとパティキュレートフィルタ 14 は炭化水素の酸化反応熱により温度上昇することになる。

一方、前述したように第 1 の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用が行われているときには通常、図 24 からわかるように炭化水素の噴射量は排気浄化触媒 13 を炭化水素がすり抜けないように制御されている。従って通常、パティキュレートフィルタ 14 は炭化水素の酸化反応熱によって温度上昇せしめられることなく、パティキュレートフィルタ 14 は排気浄化触媒 13 において熱が付与された排気ガスによっ

て加熱されることになる。従って通常、パティキュレートフィルタ14の温度は排気浄化触媒13の温度よりも低く、パティキュレートフィルタ14が排気浄化触媒13から更に離れるように配置された場合にはパティキュレートフィルタ14の温度は更に低くなる。

ところでパティキュレートフィルタ14のパティキュレート捕集量が一定レベルを越えたときにはパティキュレートフィルタ14の温度を650℃程度まで上昇させ、堆積したパティキュレートを燃焼させて除去する必要がある。即ち、パティキュレートフィルタ14を再生する必要がある。この場合、排気浄化触媒13における酸化反応を活発にし、それにより排気ガス温を上昇させてパティキュレートフィルタ14の温度を650℃程度の再生温度まで上昇させようとするすると排気浄化触媒13の温度が極度に高くなってしまう。その結果、排気浄化触媒13が熱劣化を生じたり、場合によって NO_x 浄化率が低下してしまうという問題を生ずる。

そこでこの場合、本発明では図25に示されるように炭化水素の濃度変化の振幅を増大させて排気浄化触媒13をすり抜ける炭化水素のすり抜け量RCを増大させ、すり抜けた炭化水素のパティキュレートフィルタ14上における酸化反応熱によってパティキュレートフィルタ14を昇温させるようにしている。

即ち、一般的に表現すると本発明では、炭化水素が供給されると炭化水素の酸化反応熱により温度上昇する後処理装置14が排気浄化触媒13下流の機関排気通路内に配置されており、後処理装置14を昇温すべきときには排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度変化の振幅を増大させて排気浄化触媒13をすり抜ける炭化水素のすり抜け量RCを増大させるようにしている。

この場合、本発明による実施例では図25においてWTKで示されるように、第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用が行われているとき

の噴射時間TW（図24）に比べて噴射時間が長くされ、それにより噴射量を増大させて炭化水素のすり抜け量RCを増大するようにしている。

このように噴射量が増大されると、図24と比較すれば明らかなように、部分酸化される炭化水素量RBも増大し、従ってこのとき十分な量の還元性中間体が生成される。従ってこのときには第1の NO_x 浄化方法による良好な NO_x 浄化作用が行われる。

また、噴射量が増大されると排気浄化触媒13において完全酸化される炭化水素量RAが増大するために酸化反応熱が増大し、その結果排気浄化触媒13の温度が上昇することになる。しかしながらこのとき排気浄化触媒13自体は特に昇温させる必要はなく、排気浄化触媒13の温度はそのときの温度に維持すれば十分である。この場合、排気浄化触媒13の温度をそのまま維持するためには単位時間当りに完全酸化される炭化水素量を一定に維持することが必要となる。

単位時間当りに完全酸化される炭化水素量は一噴射当りの完全酸化炭化水素量RAを噴射周期 ΔTK で除した値（ $\text{RA} / \Delta \text{TK}$ ）で表すことができる。この場合、一噴射当りの完全酸化炭化水素RAは噴射量に比例し、噴射量は噴射時間WTKに比例するので単位時間当りに完全酸化される炭化水素量は噴射時間WTKを噴射周期 ΔTK で除した値（ $\text{WTK} / \Delta \text{TK}$ ）でもって代表することができる。従って排気浄化触媒13の温度をそのまま維持するためにはこの値（ $\text{WTK} / \Delta \text{TK}$ ）を図24に示される場合の（ $\text{WT} / \Delta \text{T}$ ）と等しくすればよいことになる。

（ $\text{WTK} / \Delta \text{TK}$ ）＝（ $\text{WT} / \Delta \text{T}$ ）としたときの関係が図26に示されている。図26からわかるように排気浄化触媒13の温度をそのまま維持するためには噴射時間がWTからWTKに増大されたときには噴射周期を ΔT から ΔTK に増大することが必要となる。即ち、本発明による実施例では、後処理装置14を昇温すべきときには炭化水素供給弁

15からの炭化水素の噴射量を増大することによって排気浄化触媒13に流入する炭化水素の濃度変化の振幅が増大せしめられ、このとき炭化水素の噴射量が増大するにつれて炭化水素の噴射周期が長くされる。

図27はパティキュレートフィルタの再生制御時における炭化水素のすり抜け量RCと、排気浄化触媒13の温度TCの変化と、パティキュレートフィルタ14の温度TMの変化とを示している。なお、図27においてTMXはパティキュレートフィルタ14の再生時の目標温度、即ち再生温度を示している。

図27において時刻 t_0 においてパティキュレートフィルタ14の再生制御が開始されたとすると、炭化水素の噴射量が増大せしめられ、それによって炭化水素のすり抜け量RCが増大せしめられる。炭化水素のすり抜け量RCが増大せしめられるとすり抜けた炭化水素の酸化反応熱によってパティキュレートフィルタ14の温度TMが上昇せしめられる。図27に示されるように炭化水素のすり抜け量RCはパティキュレートフィルタ14の温度TMが再生温度TMXに近づくに従って減少せしめられ、パティキュレートフィルタ14の温度TMが再生温度TMXに到達するとパティキュレートフィルタ14の温度TMが再生温度TMXに維持されるように炭化水素のすり抜け量RCが制御される。

即ち、この実施例では後処理装置13の昇温時の目標温度が予め定められており、後処理装置13を昇温すべきときには後処理装置13の温度が目標温度まで上昇するように炭化水素のすり抜け量RCが制御されることになる。

一方、パティキュレートフィルタ14を昇温するために炭化水素の噴射量が増大せしめられたときには排気浄化触媒13の温度TCを一定に維持するために噴射周期が長くされる。しかしながら実際にはパティキュレートフィルタ14の温度TCは一定に維持されることなく変

動する場合が多い。そこで本発明による実施例では、排気浄化触媒13の熱劣化をひき起こす可能性のある排気浄化触媒13の許容上限温度TCXが予め設定されており、パティキュレートフィルタ14の昇温制御を行っているときに、即ち後処理装置14の昇温制御を行っているときに排気浄化触媒13の温度TCがこの許容上限温度TCXを越えたときには排気浄化触媒13の温度を低下させるために炭化水素の噴射周期が長くされる。

更に、本発明による実施例ではパティキュレートフィルタ14の昇温制御を行っているときに、即ち後処理装置14の昇温制御を行っているときに排気浄化触媒13の温度TCが活性化温度TC₀まで低下したときには排気浄化触媒13の温度TCを活性化温度TC₀以上に維持するために炭化水素の噴射周期が短かくされる。

このように本発明による実施例では後処理装置14の昇温作用は炭化水素の噴射量を変化させることによって制御され、排気浄化触媒13の温度TCは炭化水素の噴射周期を変化させることによって制御される。

図28にNO_x浄化制御ルーチンを示す。このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。

図28を参照するとまず初めにステップ60において温度センサ23の出力信号から排気浄化触媒13の温度TCが活性化温度TC₀を越えているか否かが判別される。TC $\geq$ TC₀のとき、即ち排気浄化触媒13が活性化しているときにはステップ61に進んでパティキュレートフィルタ14の再生制御中か否かが判別される。パティキュレートフィルタ14の再生制御中であるときには処理サイクルを完了する。

これに対し、パティキュレートフィルタ14の再生制御中でないときにはステップ62に進んで差圧センサ24の出力信号に基づきパティキュレートフィルタ14の前後差圧が、再生すべきであることを示す

差圧 P_0 を越えたか否かが判別される。 $\Delta P \leq P_0$ のときにはステップ64に進み、図23Bから算出された噴射時間 WT_{ij} および図23Cから算出された噴射周期 ΔT_{ij} でもって炭化水素の供給処理が行われる。このとき第1の NO_x 浄化方法による NO_x 浄化作用が実行される。

一方、ステップ62において $\Delta P > P_0$ であると判別されたときにはステップ63に進んでパティキュレートフィルタ14の再生制御が実行される。この再生制御を行うためのルーチンが図29および図30に示されている。

一方、ステップ60において $TC < TC_0$ であると判断されたときには第2の NO_x 浄化方法を用いるべきであると判断され、ステップ65に進む。ステップ65では図17に示すマップから単位時間当りの排出 NO_x 量 $NOXA$ が算出される。次いでステップ66では ΣNOX に排出 NO_x 量 $NOXA$ を加算することによって吸蔵 NO_x 量 ΣNOX が算出される。次いでステップ67では吸蔵 NO_x 量 ΣNOX が許容値 MAX を越えたか否かが判別される。 $\Sigma NOX > MAX$ になるとステップ68に進んで図19に示すマップから追加の燃料量 WR が算出され、追加の燃料の噴射作用が行われる。次いでステップ69では ΣNOX がクリアされる。

図29および図30に示される再生制御ルーチンも再生制御が開始されると一定時間毎の割込みによって実行される。

この再生制御ルーチンではまず初めにステップ70において図23Bに示されるマップから運転状態に応じた噴射時間 WT が算出され、次いでステップ71において図23Cに示されるマップから運転状態に応じた噴射周期 ΔT が算出される。次いでステップ72では温度センサ25により検出されたパティキュレートフィルタ14の温度 TM が読込まれ、次いでステップ73では温度センサ23により検出された排気浄化触媒13の温度 TC が読込まれる。次いでステップ74では次式に基づいて再生時の炭化水素の噴射時間 WTK が算出される。

$$WTK \leftarrow WT \cdot [1 + C \cdot (TMX - TM)]$$

ここでCは定数であり、TMXは図27に示される再生温度である。
上式においてC・(TMX-TM)は噴射時間WTの増量割合を示しており、この噴射時間WTの増量割合はパティキュレートフィルタ14の温度TMと再生温度TMXとの差が大きいほど大きくされる。

次いでステップ75では次式に基づいて再生時の炭化水素の噴射周期 ΔTK が算出される。

$$\Delta TK \leftarrow (WTK / WT) \cdot \Delta T$$

上式からわかるように再生時における噴射周期 ΔTK は再生時の噴射時間WTKが増大されるほど長くされる。次いでステップ76からステップ80では排気浄化触媒13の温度TCが活性化温度 TC_0 と許容上限温度TCXとの間に維持されるように再生時の噴射周期 ΔTK が修正される。

即ち、ステップ76では排気浄化触媒13の温度TCが許容上限温度TCXを越えたか否かが判別される。TC>TCXのときにはステップ77に進んで噴射周期の補正值 Δd に一定値 α が加算される。次いでステップ80では噴射周期 ΔTK に補正值 Δd が加算される。従ってこのときには噴射周期 ΔTK が長くされる。一方、ステップ76においてTC $\leq$ TCXであると判別されたときにはステップ78に進んで排気浄化触媒13の温度TCが活性化温度 TC_0 以下になったか否かが判別される。TC $\leq$ TC_0 のときにはステップ79に進んで補正值 Δd から一定値が減算され、次いでステップ80に進む。従ってこのときには噴射周期 ΔTK が短かくされる。一方、ステップ78においてTC> TC_0 であると判別されたときにはステップ80に進む。

次いでステップ81ではステップ74において算出された噴射時間WTKおよびステップ80において算出された噴射周期 ΔTK でもって炭化水素の供給処理が行われる。このとき第1のNO_x浄化方法によるNO_x

浄化作用が実行されつつパティキュレートフィルタ14の再生処理が行われる。次いでステップ82ではパティキュレートフィルタ14の再生処理が完了したか否かが判別され、パティキュレートフィルタ14の再生処理が完了するとステップ83に進んで補正值 Δd がクリアされる。

さて、炭化水素が排気浄化触媒13をすり抜けるように炭化水素の噴射量が増大せしめられたときにはパティキュレートフィルタ14に流入する排気ガスの空燃比は間欠的にリッチとなる。このように排気ガスの空燃比がリッチになると排気ガス中に酸素がほとんど存在しないためにリッチ空燃比の排気ガス中では炭化水素は酸化されず、炭化水素が大気中に排出されることになる。しかしながらパティキュレートフィルタ14はパティキュレートを捕集するために排気ガスの流路が複雑に曲げられており、従ってパティキュレートフィルタ14に流入する排気ガスの空燃比が間欠的にリッチになってもこの排気ガスはパティキュレートフィルタ14内でリーン空燃比の排気ガスと混合してリーンとなる。従ってパティキュレートフィルタ14内に流入した炭化水素はパティキュレートフィルタ14内で酸化せしめられ、斯くして炭化水素がパティキュレートフィルタ14から流出することはなくなる。

なお、炭化水素の噴射量を増大したときにパティキュレートフィルタ14内でリッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとが十分に混合しない危険性があるときには図31Aに示されるようにパティキュレートフィルタ14上流の排気管12a内に排気ガス混合器45を配置することが好ましい。

図31Bは、後処理装置14として NO_x 選択還元触媒を担持したパティキュレートフィルタを用いた場合を示している。また、図31Cは後処理装置14として NO_x 選択還元触媒を用いた場合を示している。

これらの場合には図31Bおよび図31Cに示されるように後処理装置14上流の排気管12a内に尿素水供給弁46が配置され、尿素水供給弁46から排気ガス中に尿素水が供給される。排気ガス中に含まれる NO_x は尿素水から生成されたアンモニアにより NO_x 選択還元触媒において還元される。なおこれらの NO_x 選択還元触媒は例えばCuゼオライトからなり、従って NO_x 選択還元触媒は強くはないが酸化機能を有する。

図31Bに示される実施例では後処理装置14の昇温制御時の昇温目標温度はパティキュレートフィルタの再生温度とされている。一方、図31Cに示される実施例では後処理装置14の昇温制御時の昇温目標温度は NO_x 選択還元触媒の活性化温度とされている。即ち、図31Cに示される実施例では NO_x 選択還元触媒を活性化すべきときに炭化水素の噴射量が増量される。

なお、炭化水素の噴射量を大巾に増大すると排気浄化触媒13内においてアンモニアが生成され、従って後処理装置14に流入する排気ガス中にはアンモニアが含まれることになる。このアンモニアも酸素が存在しないと NO_x の選択還元作用が生じない。従って図31Bおよび図31Cに示される実施例においてリッチ空燃比の排気ガスとリーン空燃比の排気ガスとが後処理装置14内で十分に混合しない危険性がある場合には、図31Aに示すような排気ガス混合器45を排気管12a内に配置するのが好ましいことになる。

なお、別の実施例として排気浄化触媒13上流の機関排気通路内に炭化水素を改質させるための酸化触媒を配置することもできる。

符号の説明

4 … 吸気マニホルド

5 … 排気マニホルド

- 7 …排気ターボチャージャ
- 12, 12 a …排気管
- 13…排気浄化触媒
- 14…パティキュレートフィルタ
- 15…炭化水素供給弁

請 求 の 範 囲

請求項 1

炭化水素を供給するための炭化水素供給弁を機関排気通路内に配置し、炭化水素供給弁下流の機関排気通路内に排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とを反応させるための排気浄化触媒を配置し、該排気浄化触媒の排気ガス流通表面上には貴金属触媒が担持されていると共に該貴金属触媒周りには塩基性の排気ガス流通表面部分が形成されており、該排気浄化触媒は、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度を予め定められた範囲内の振幅および予め定められた範囲内の周期でもって振動させると排気ガス中に含まれる NO_x を還元する性質を有すると共に、該炭化水素濃度の振動周期を該予め定められた範囲よりも長くすると排気ガス中に含まれる NO_x の吸蔵量が増大する性質を有しており、機関運転時に排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度変化の振幅が該予め定められた範囲内の振幅となるように炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射量が制御されると共に、排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度が予め定められた範囲内の周期でもって振動するように炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射周期が制御され、炭化水素が供給されると炭化水素の酸化反応熱により温度上昇する後処理装置を排気浄化触媒下流の機関排気通路内に配置し、後処理装置を昇温すべきときには排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度変化の振幅を増大させて排気浄化触媒をすり抜ける炭化水素のすり抜け量を増大させるようにした内燃機関の排気浄化装置。

請求項 2

後処理装置の昇温時の目標温度が予め定められており、後処理装置を昇温すべきときには後処理装置の温度が該目標温度まで上昇す

るように炭化水素のすり抜け量が制御される請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 3

後処理装置を昇温すべきときには炭化水素供給弁からの炭化水素の噴射量を増大することによって排気浄化触媒に流入する炭化水素の濃度変化の振幅が増大せしめられ、このとき炭化水素の噴射量が増大するにつれて炭化水素の噴射周期が長くされる請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 4

排気浄化触媒の許容上限温度が予め設定されており、後処理装置の昇温制御を行っているときに排気浄化触媒の温度が該許容上限温度を越えたときには排気浄化触媒の温度を低下させるために炭化水素の噴射周期が長くされる請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 5

上記後処理装置がパティキュレートフィルタ、或いは NO_x 選択還元触媒を担持したパティキュレートフィルタからなり、上記目標温度がパティキュレートフィルタの再生温度である請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 6

上記後処理装置が NO_x 選択還元触媒からなり、上記目標温度が NO_x 選択還元触媒の活性化温度である請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 7

上記排気浄化触媒内において排気ガス中に含まれる NO_x と改質された炭化水素とが反応して窒素および炭化水素を含む還元性中間体が生成され、上記炭化水素の噴射周期は還元性中間体を生成し続け

るのに必要な周期である請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 8

上記炭化水素の噴射周期が 0.3 秒から 5 秒の間である請求項 7 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 9

上記貴金属触媒は白金 Pt と、ロジウム Rh およびパラジウム Pd の少くとも一方とにより構成される請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

請求項 10

上記排気浄化触媒の排気ガス流通表面上にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又は希土類又は NO_x に電子を供与しうる金属を含む塩基性層が形成されており、該塩基性層の表面が上記塩基性の排気ガス流通表面部分を形成している請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

図1

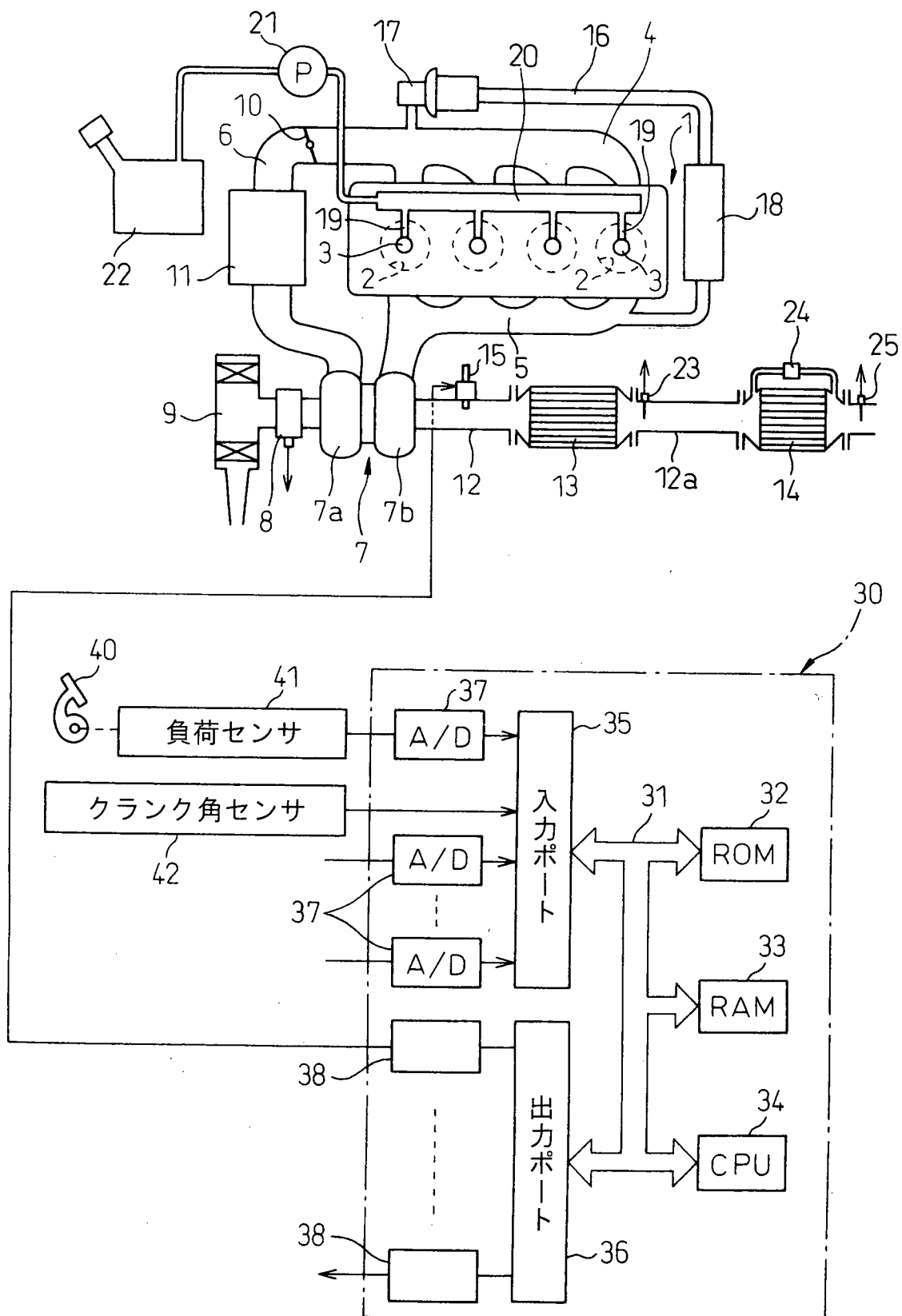


図2

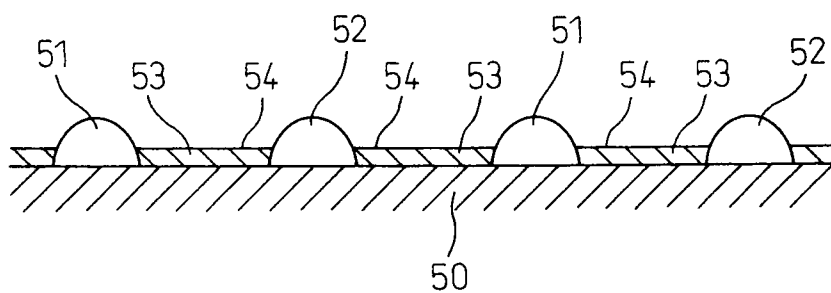


図3

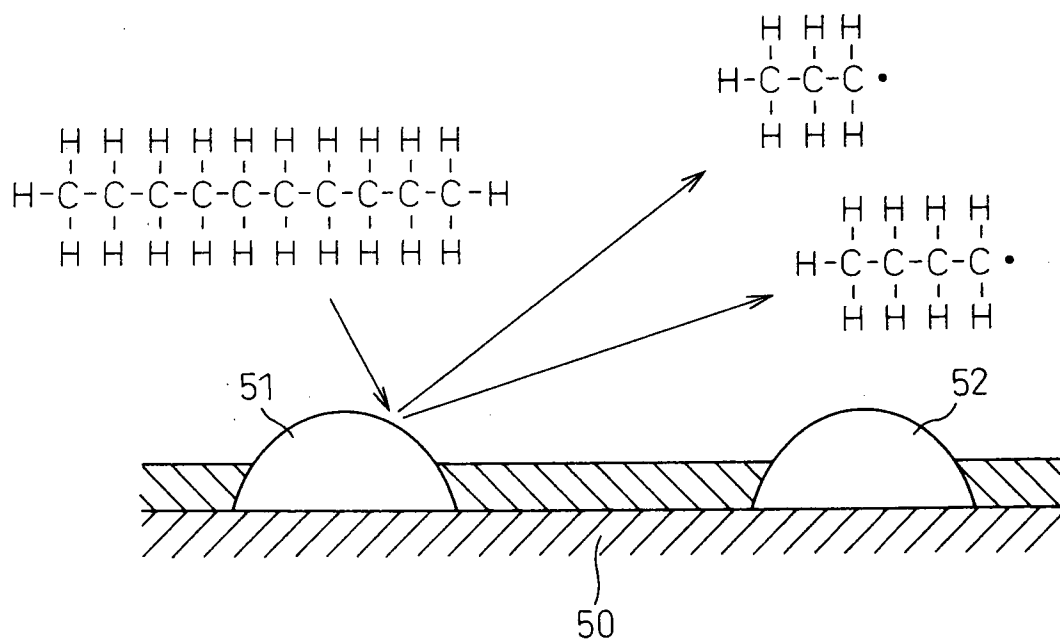


図4

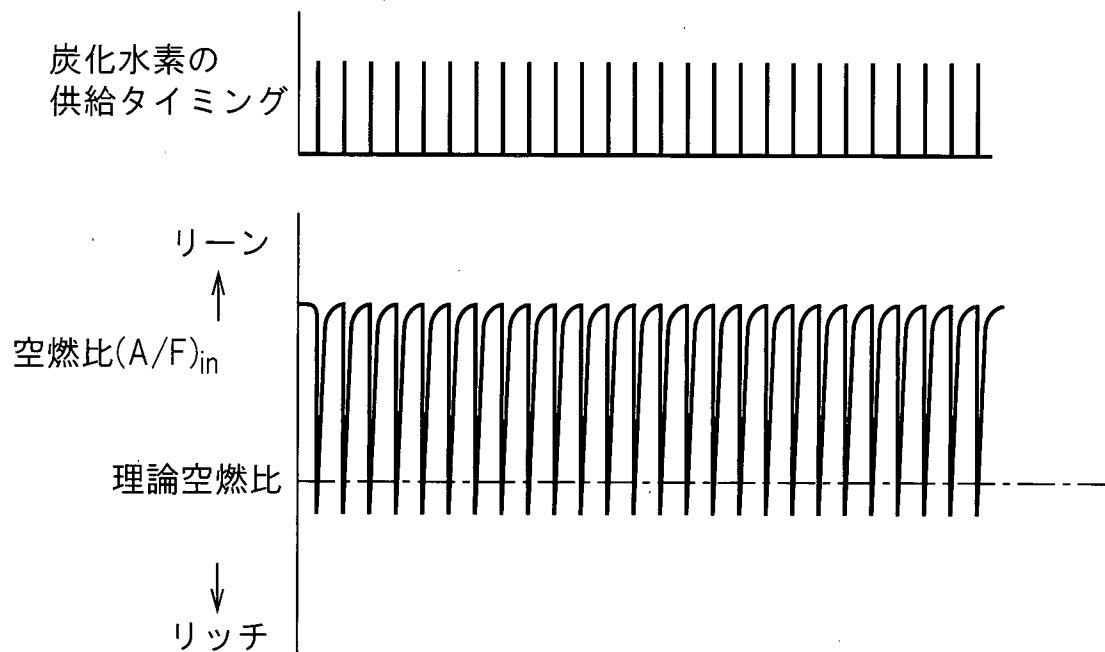


図5

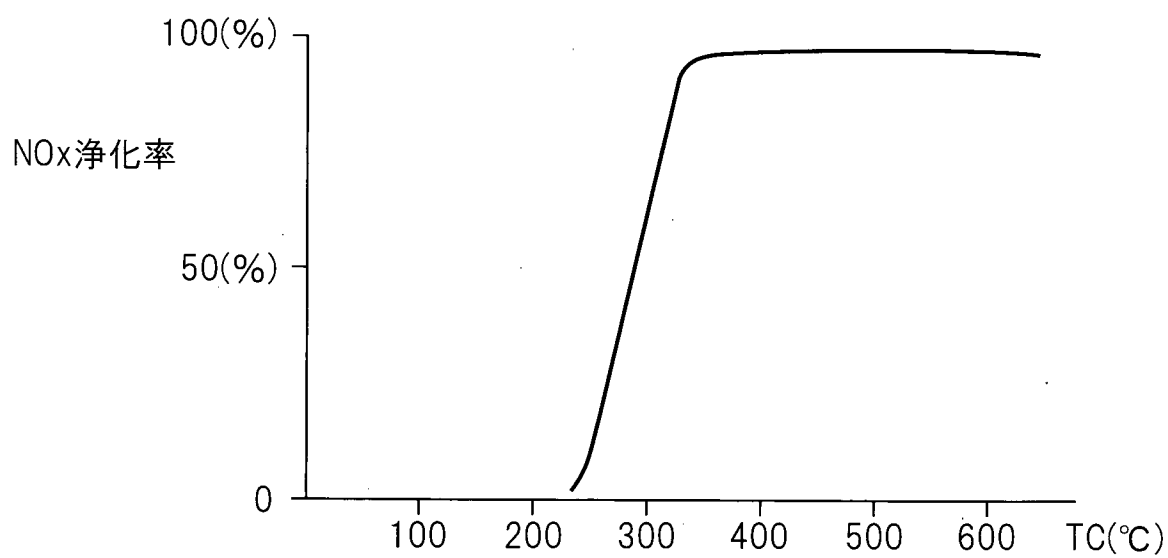


図6A

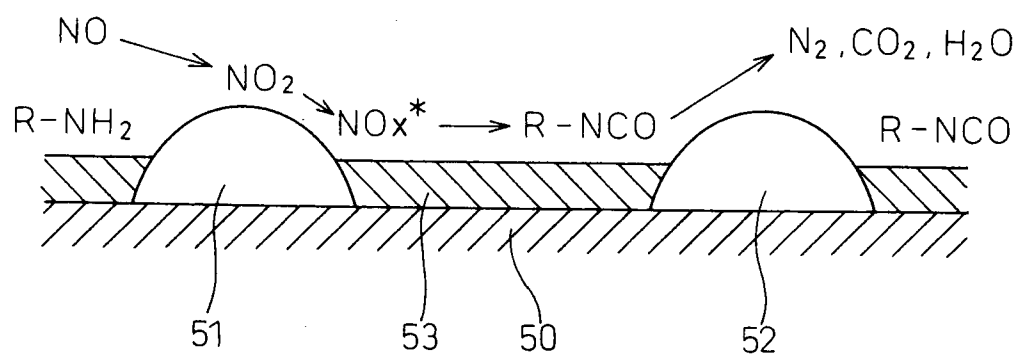


図6B

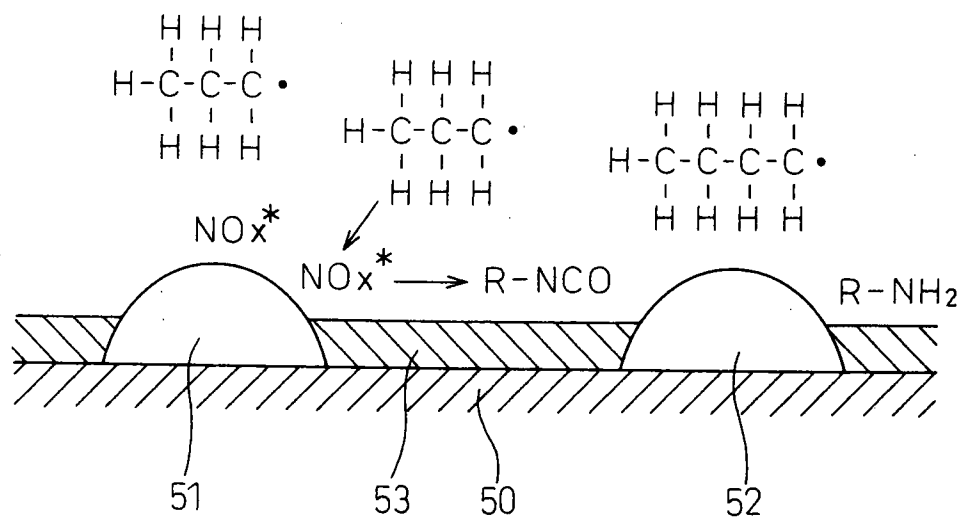


図7A

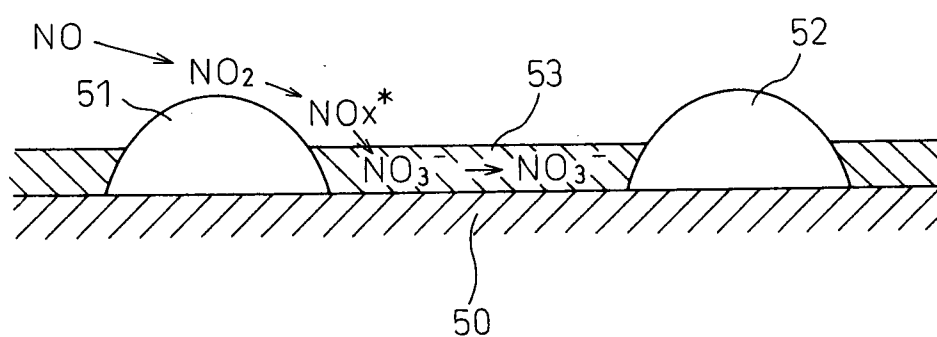


図7B

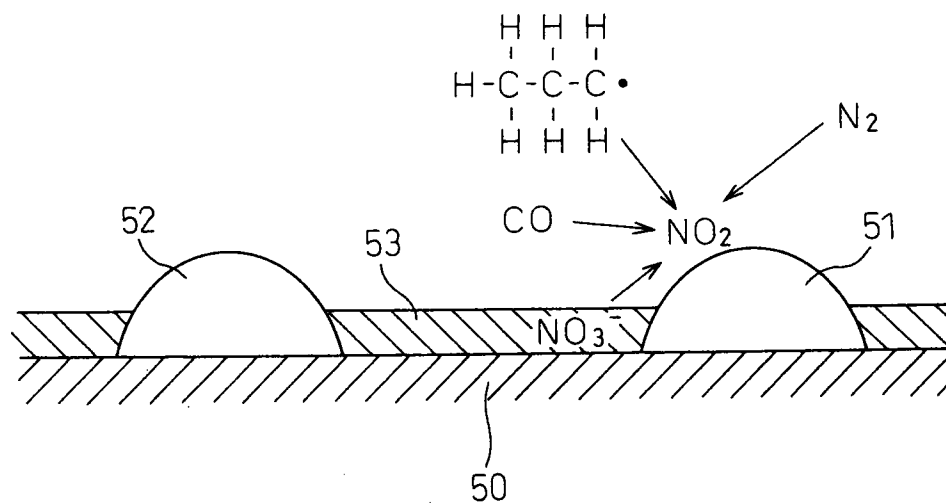


図8

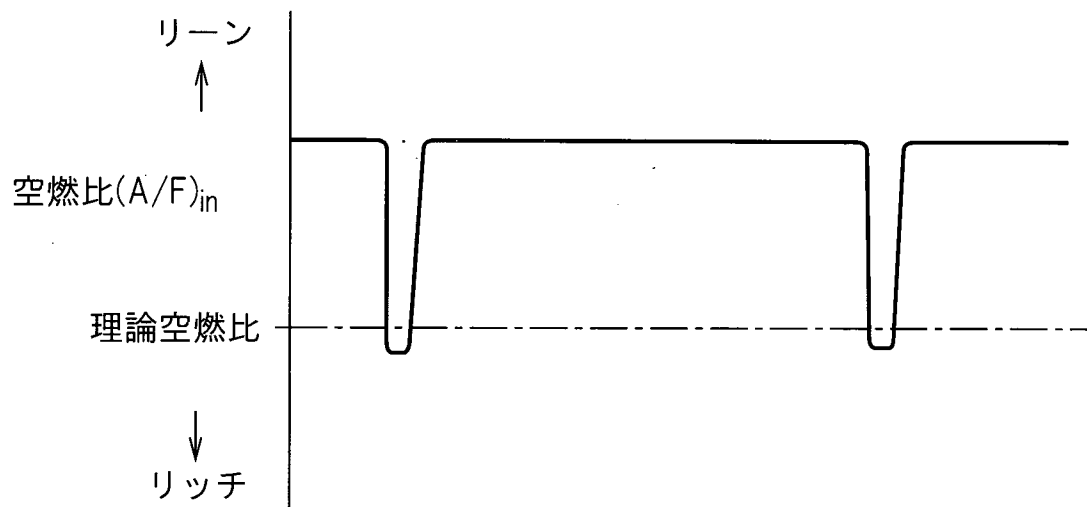


図9

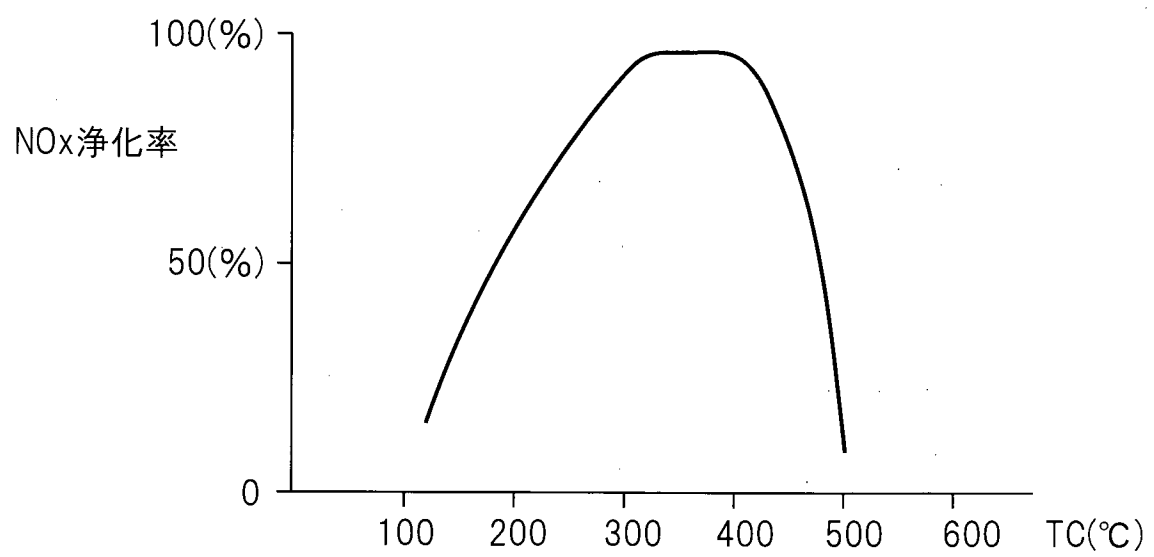


図10

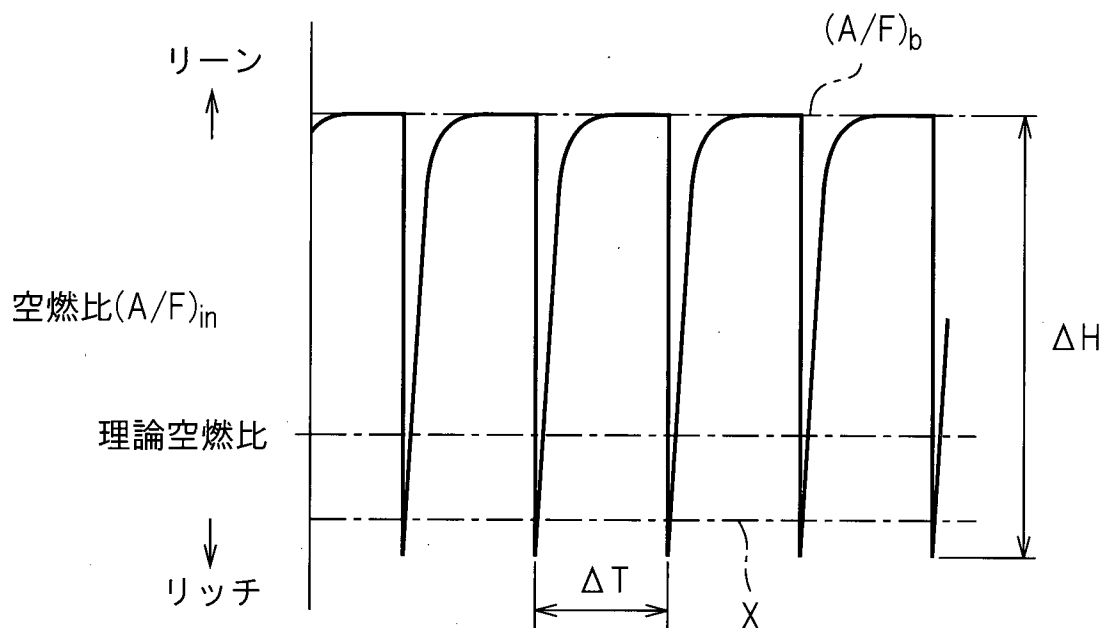


図11

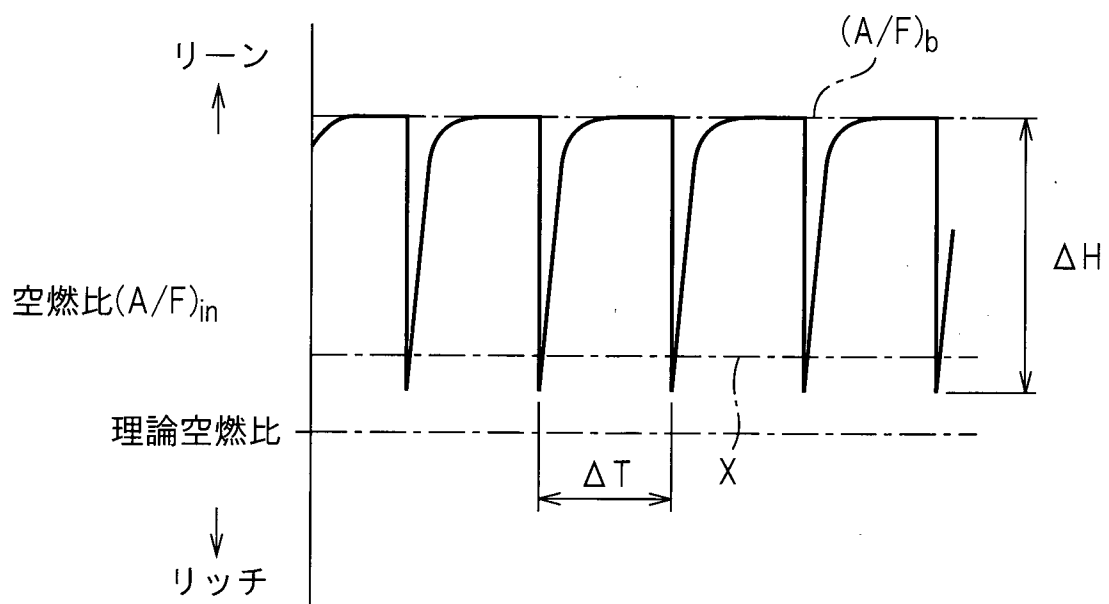


図12

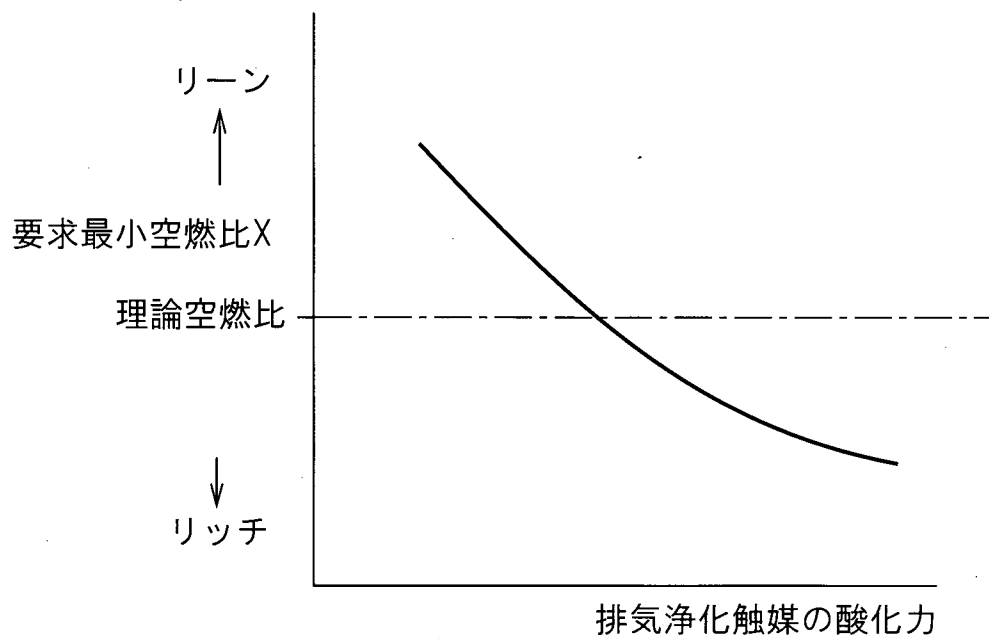


図13

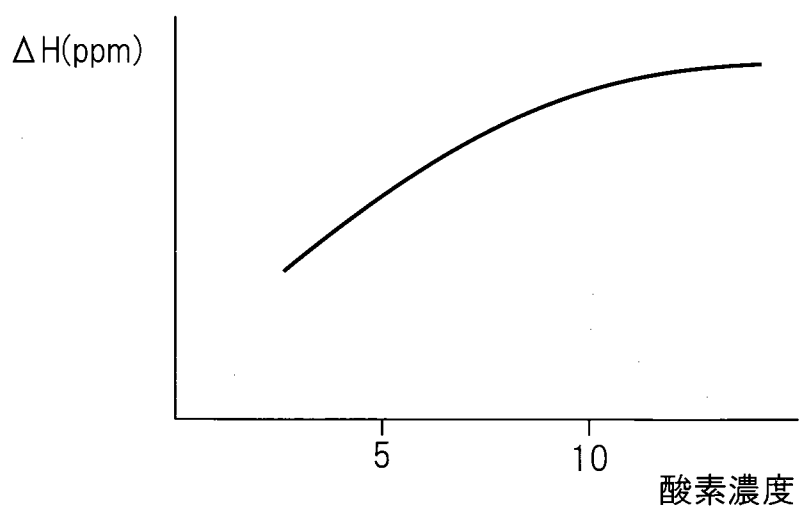


図14

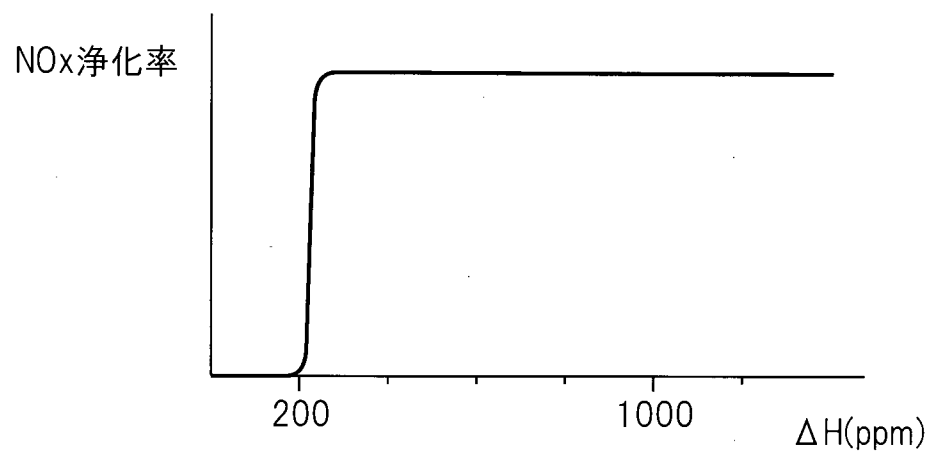


図15

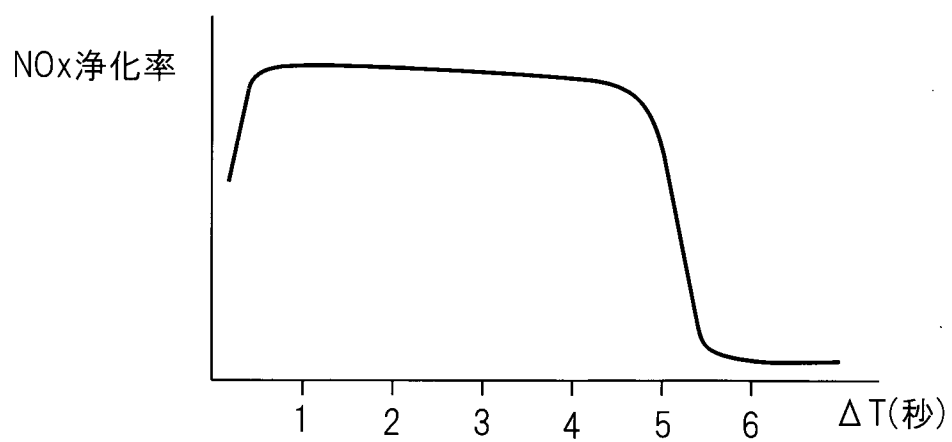


図16

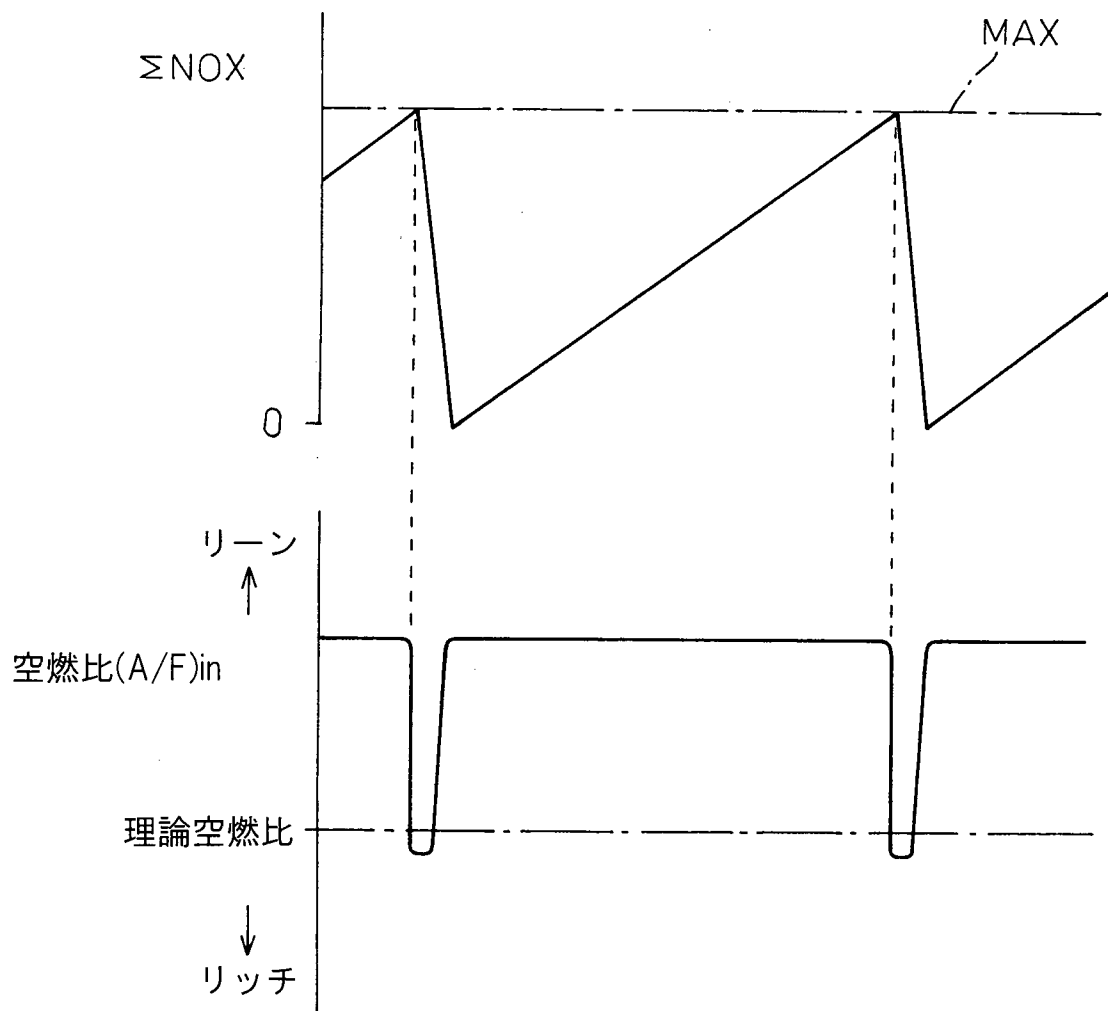


図17

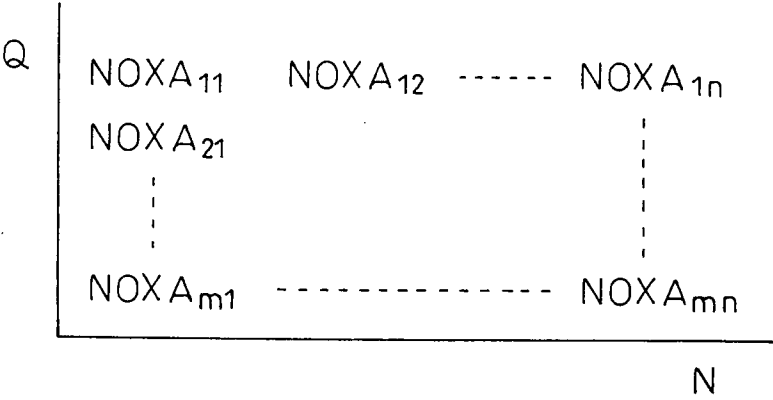


図18

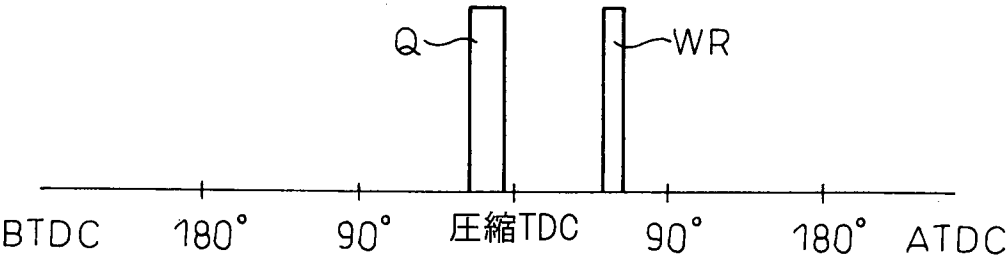


図19

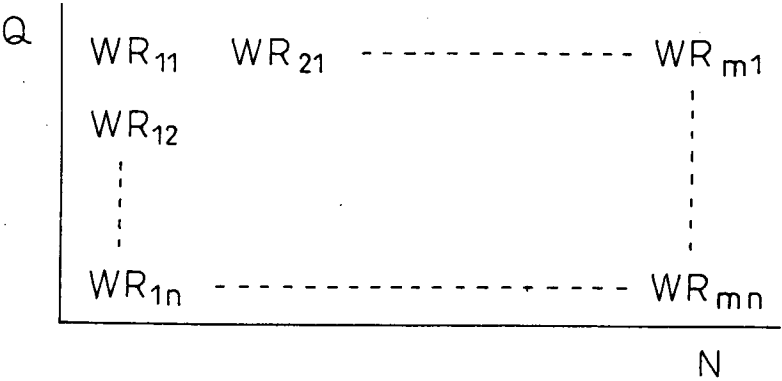


図20

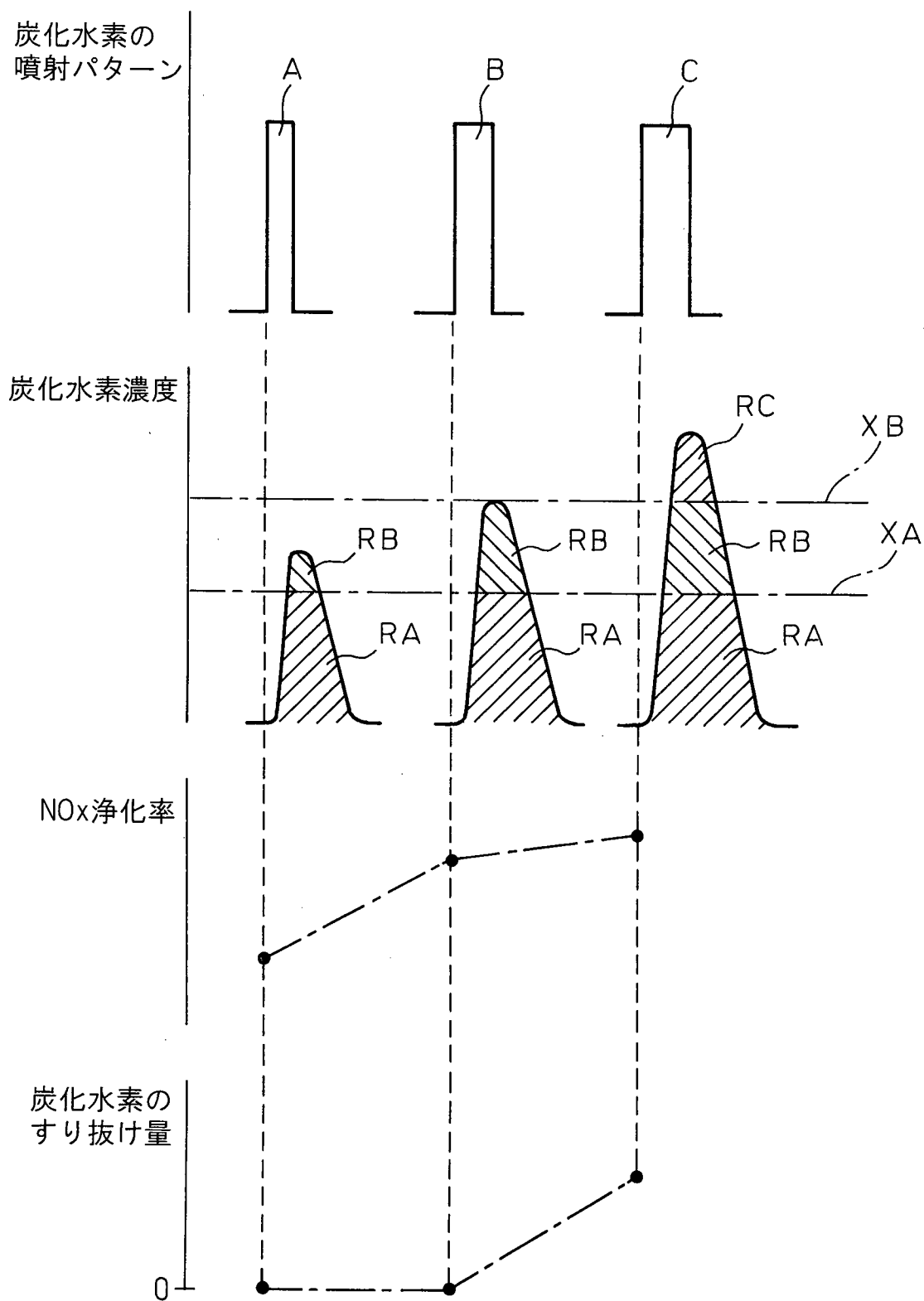


図21

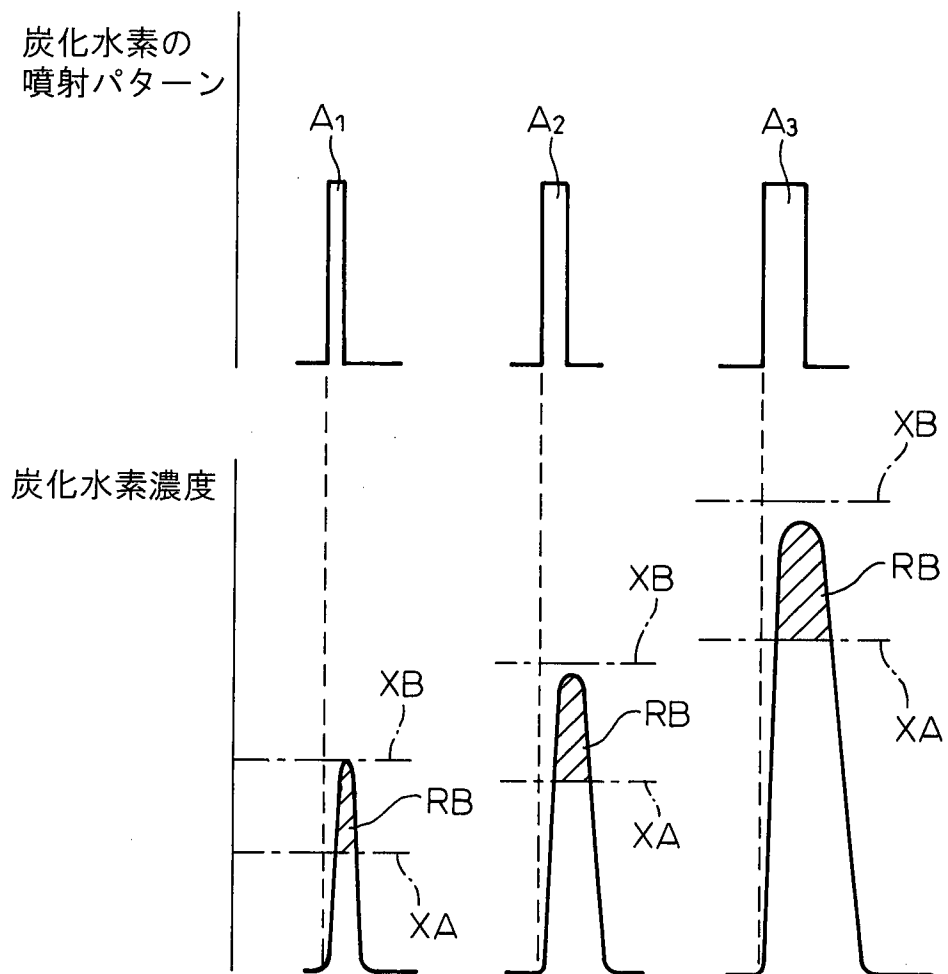


図22

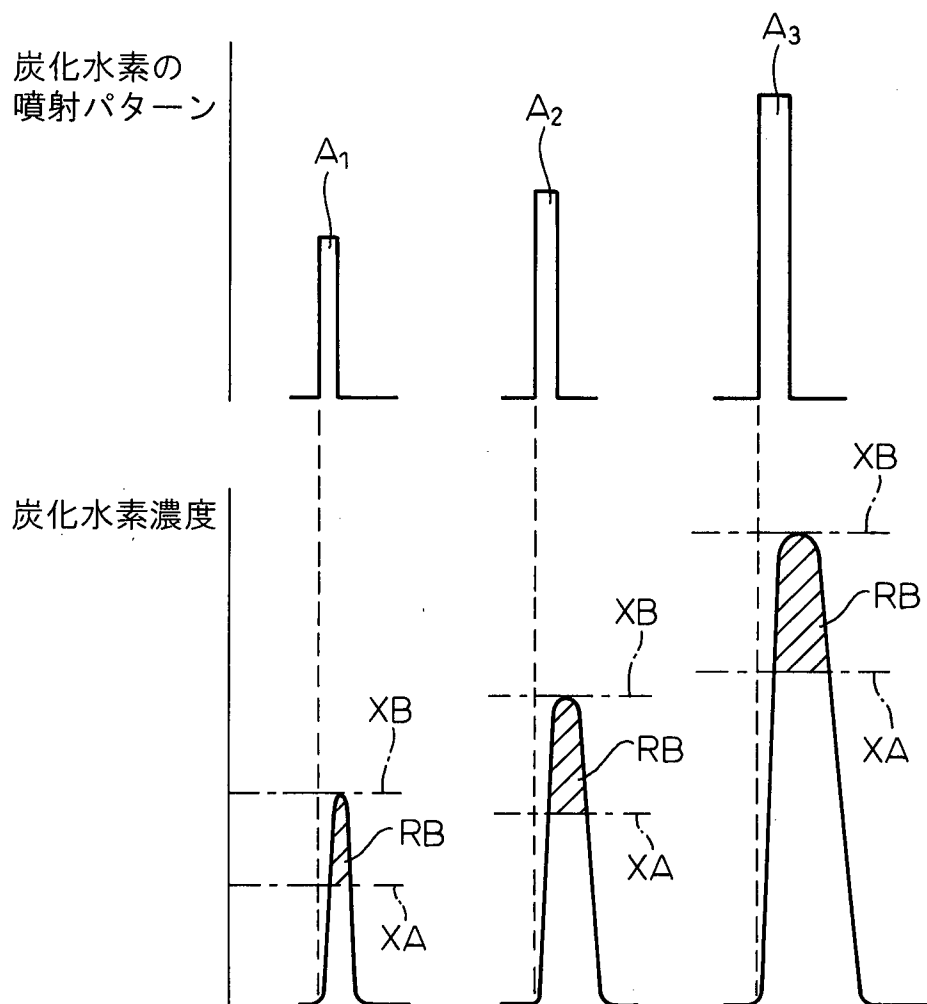


図23A

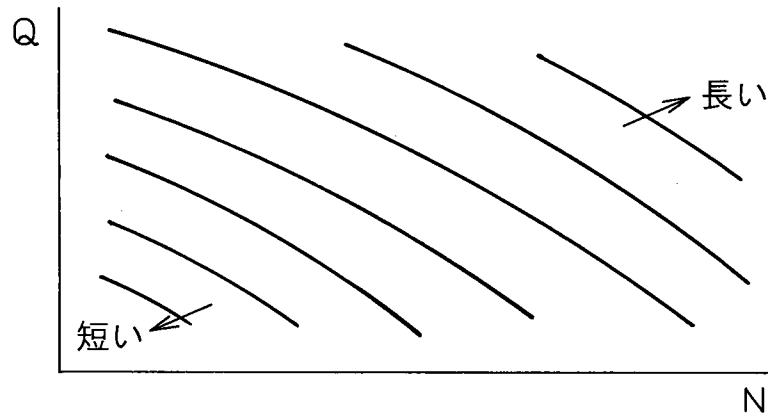


図23B

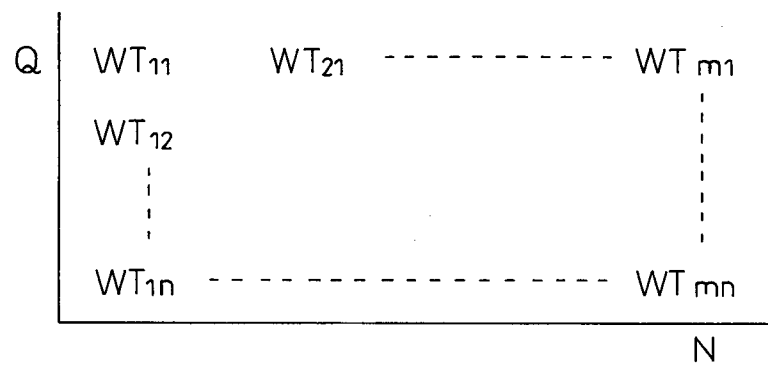


図23C

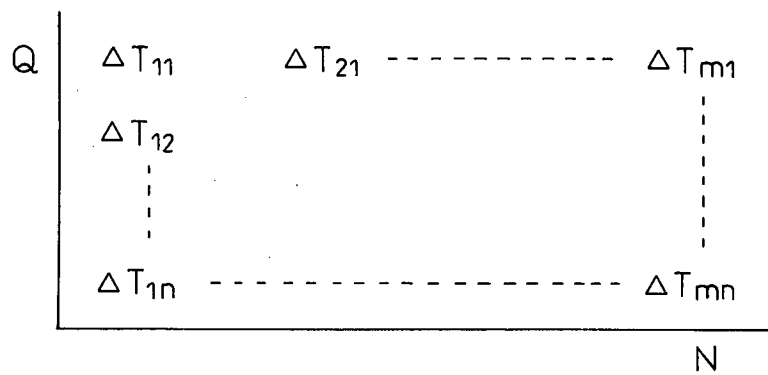


図24

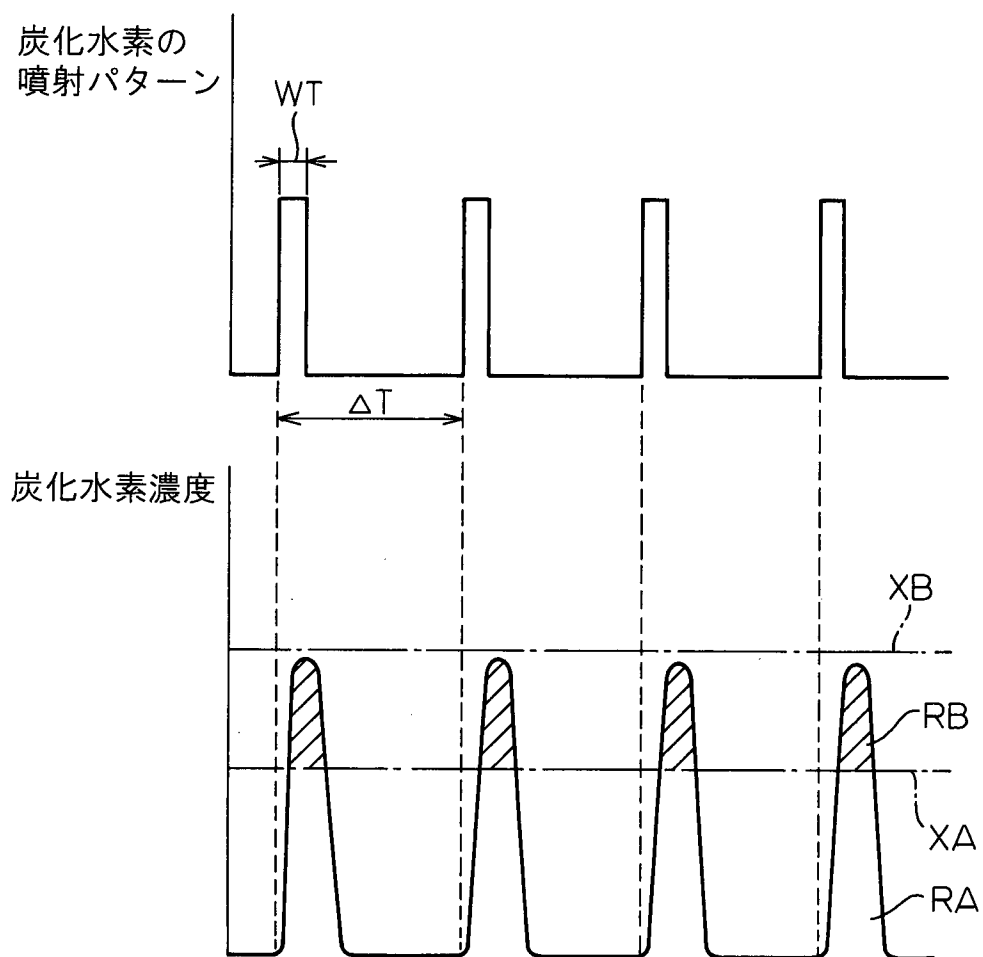


図25

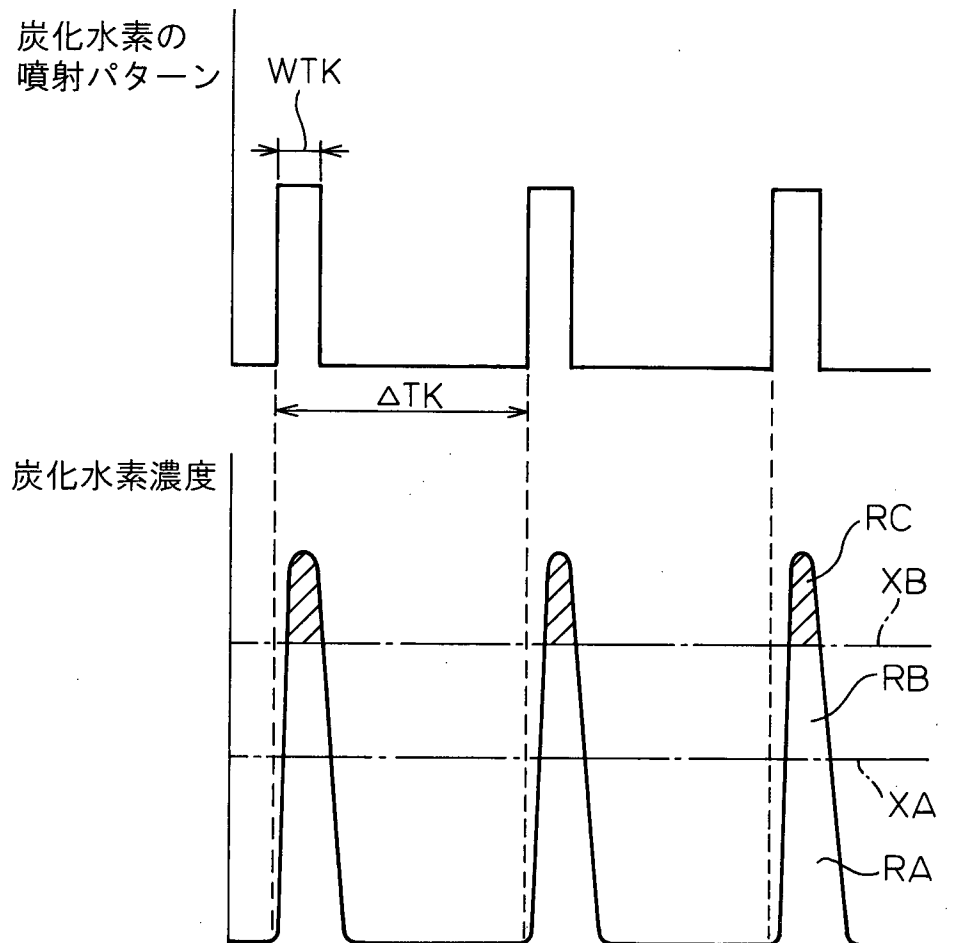


図26

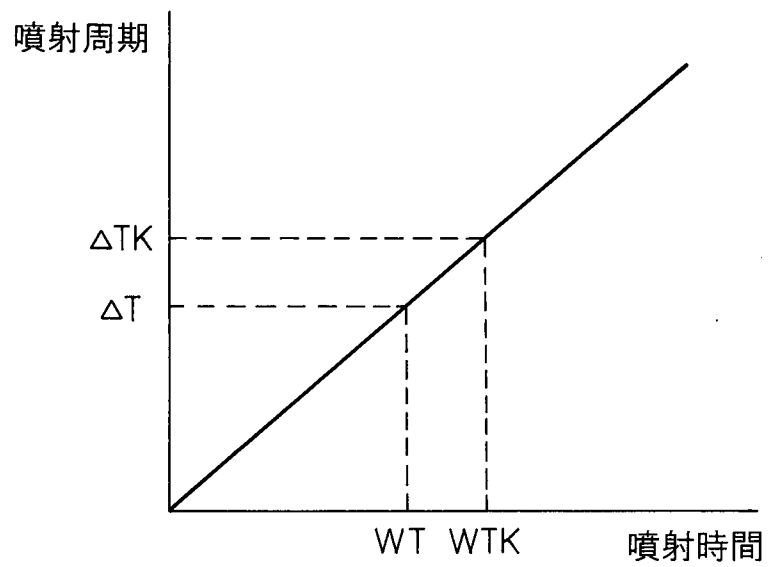


図27

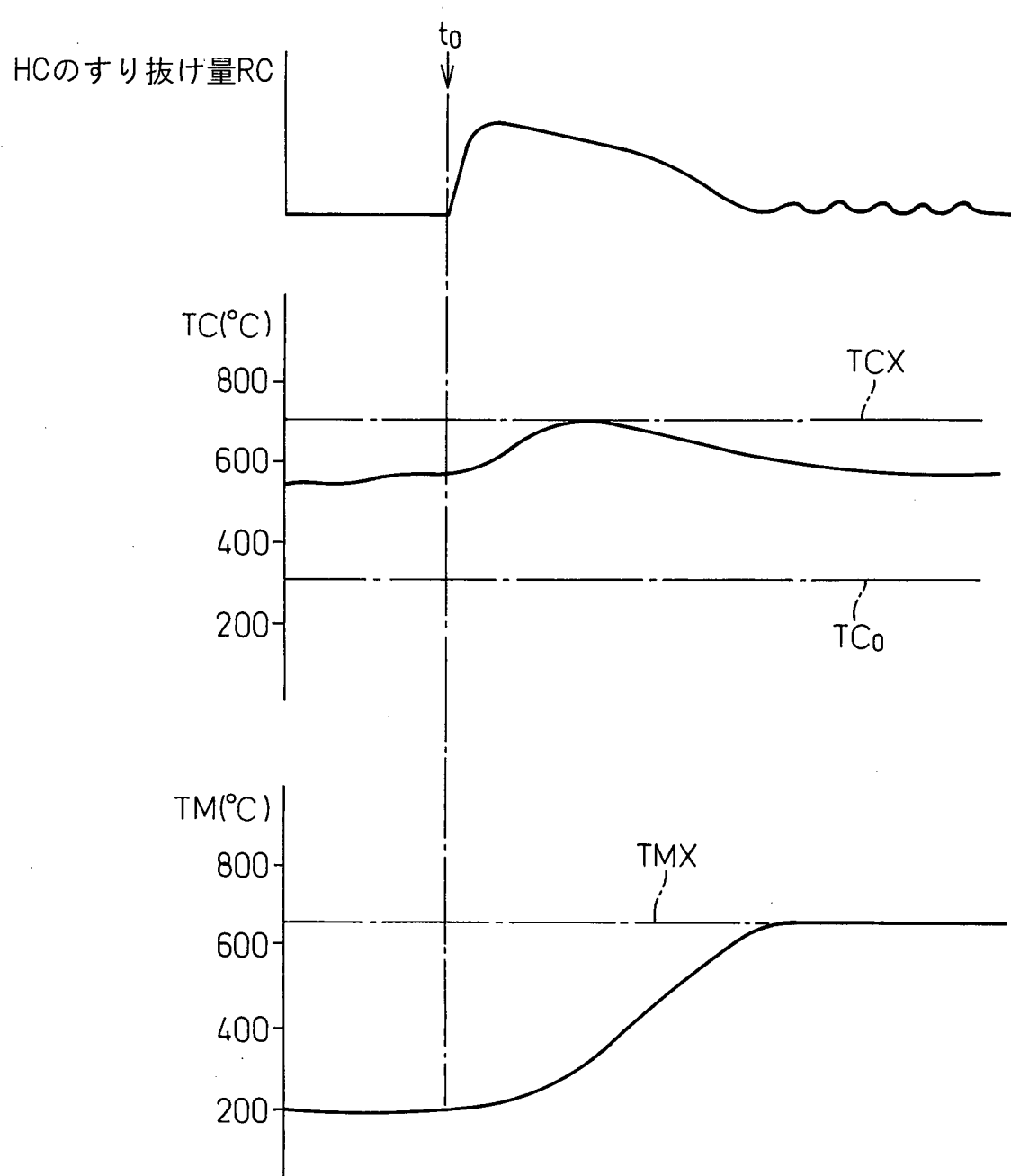


図28

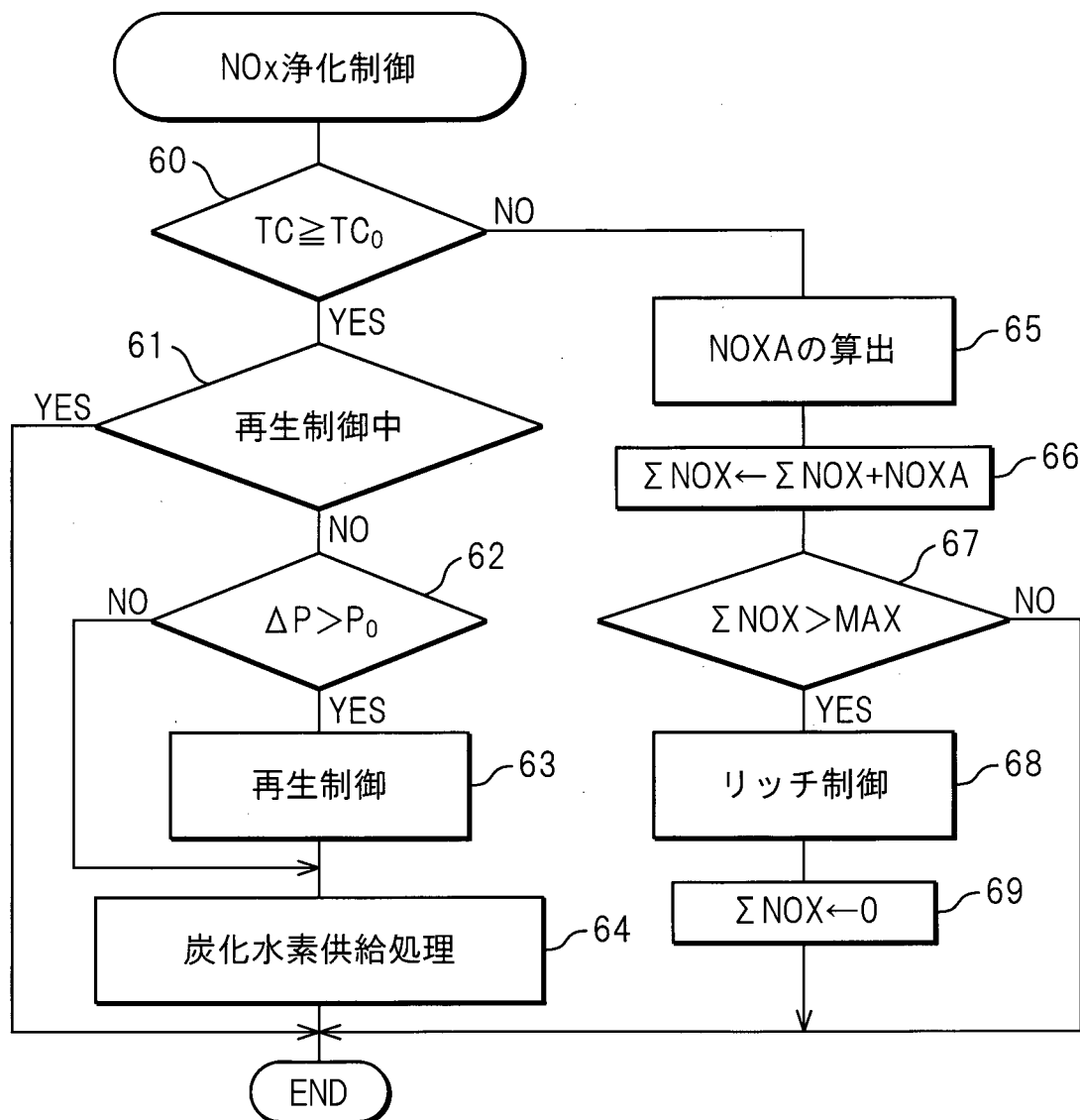


図29

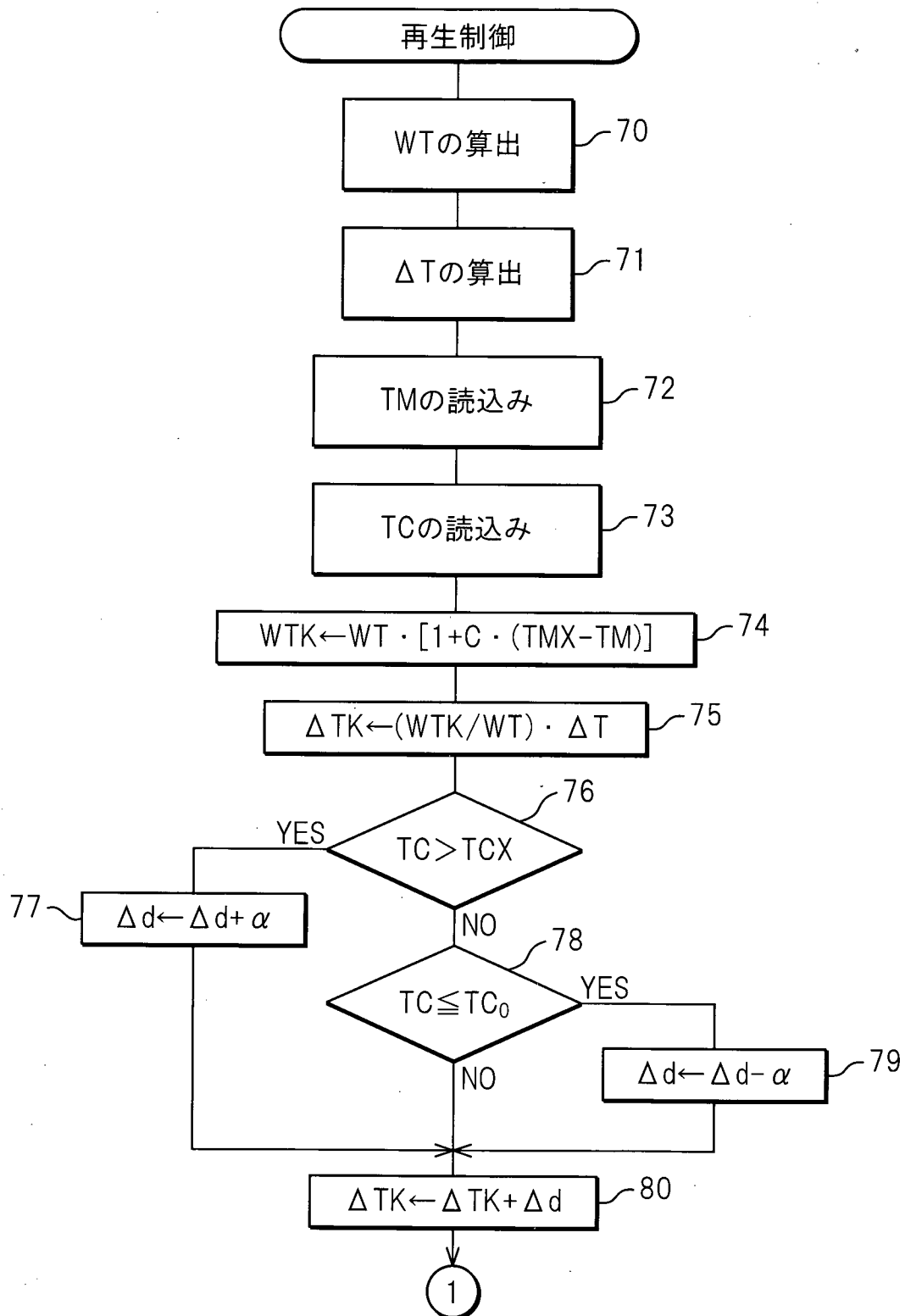


図30

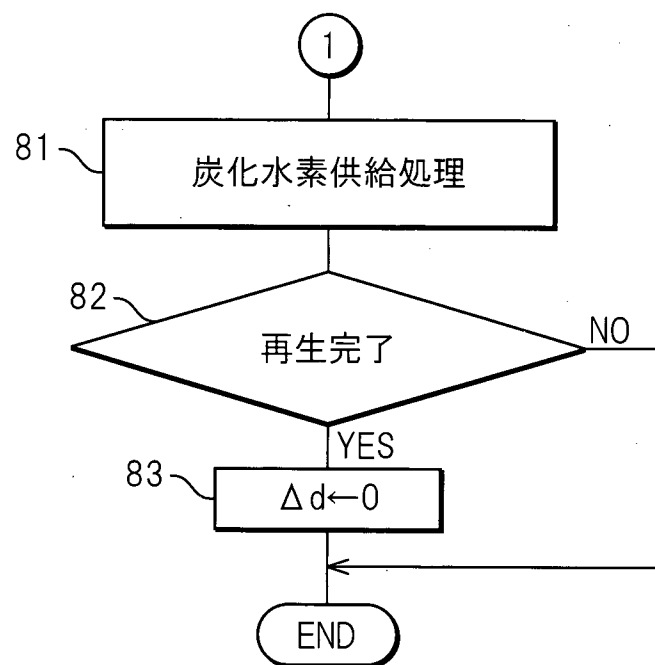


図31A

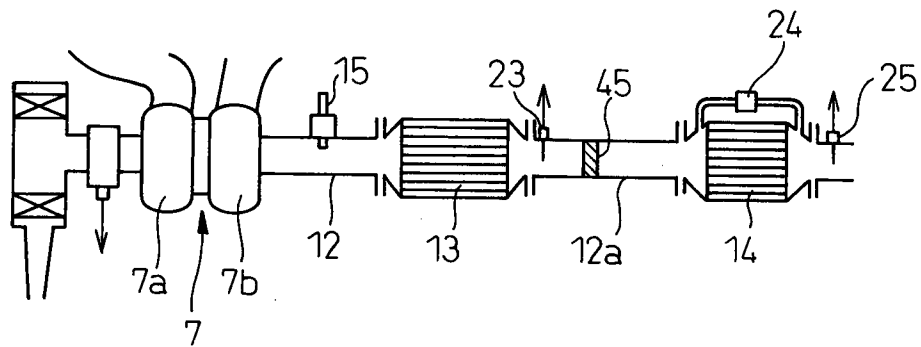


図31B

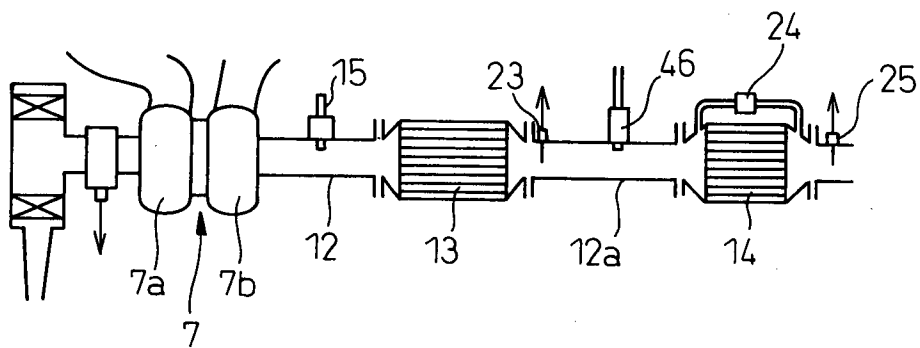
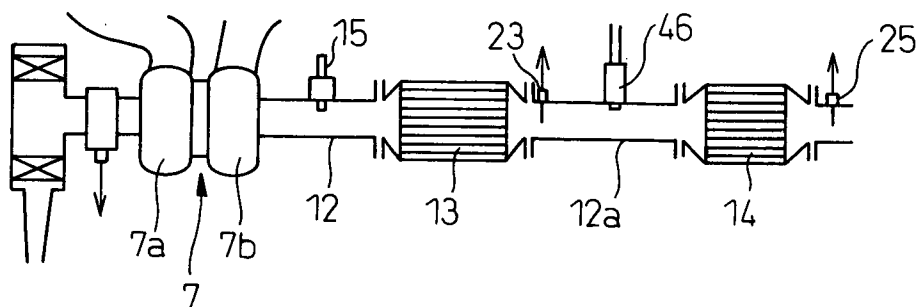


図31C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/052969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/08(2006.01)i, F01N3/36(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)

F01N3/08, F01N3/36, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 2009-168031 A (Eaton Corp.), 30 July 2009 (30.07.2009), claim 1 & US 2004/0050037 A1 & EP 1857648 A1 & WO 2003/048536 A1	1-10
A	JP 2008-2451 A (Honda Motor Co., Ltd.), 10 January 2008 (10.01.2008), fig. 11 (Family: none)	1-10
A	JP 2005-113801 A (Toyota Motor Corp.), 28 April 2005 (28.04.2005), claim 1 (Family: none)	1-10



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
28 February, 2011 (28.02.11)

Date of mailing of the international search report
08 March, 2011 (08.03.11)

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. F01N3/08(2006.01)i, F01N3/36(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（I P C））

Int.Cl. F01N3/08, F01N3/36, 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	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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 2009-168031 A（イートン コーポレーション）2009.07.30, 【請求項1】 & US 2004/0050037 A1 & EP 1857648 A1 & WO 2003/048536 A1	1-10
A	JP 2008-2451 A（本田技研工業株式会社）2008.01.10, 【図11】（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2005-113801 A（トヨタ自動車株式会社）2005.04.28, 【請求項1】（ファミリーなし）	1-10

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

2 8 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 3 . 2 0 1 1

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

3 G

4 4 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3355