

(43) 国際公開日
2017 年 6 月 29 日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/110357 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) **B01J 19/08** (2006.01)
B01D 53/92 (2006.01) **C01B 13/11** (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084872

(22) 国際出願日: 2016 年 11 月 25 日(25.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-250293 2015 年 12 月 22 日(22.12.2015) 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: 樽澤 祐季(TARUSAWA Yuki); 〒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: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, 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.

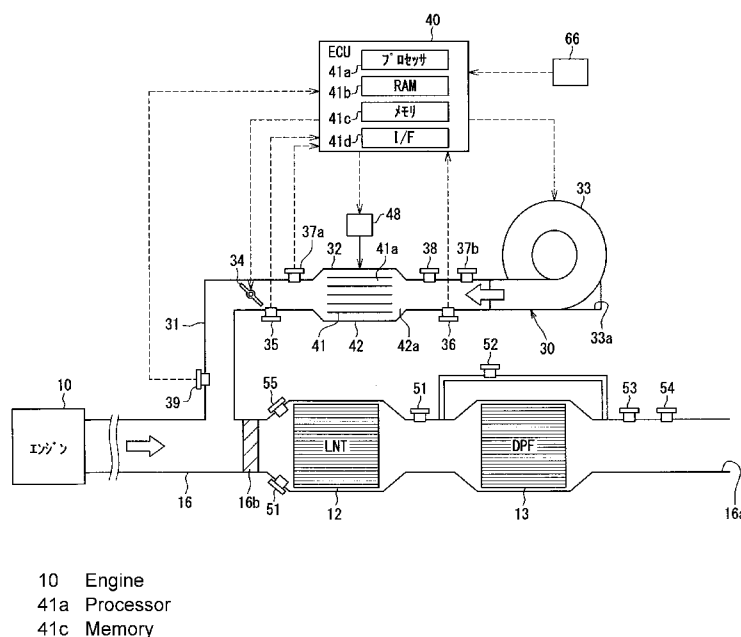
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ELECTRIC DISCHARGE CONTROL APPARATUS, GAS SUPPLYING APPARATUS, AND ELECTRIC DISCHARGE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称：放電制御装置、ガス供給装置及び放電制御方法

[图1]



(57) Abstract: This electric discharge control apparatus (60), which performs operation control of a gas modification device (32) that modifies gas by electric discharge from electrodes (41), is provided with: a temperature acquisition unit (204, 209, 301, 305) which acquires, as a gas temperature (T), the temperature of gas flowing out from the gas modification device; a voltage setting unit (74) which variably sets a search voltage (Vs) that is applied to the electrodes, so as to search for a voltage at which electric discharge from the electrodes occurs; and a temperature determination unit (211, 307) which determines, when the search voltage is set to increase by the voltage setting unit, whether or not the increase degree (ΔT) of the gas temperature relative to a predetermined increase degree (Vadd) of the search voltage is greater than a determination value (A) defined in advance.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/110357 A1



放電制御装置は、電極（４１）からの放電によりガスの改質を行うガス改質装置（３２）の動作制御を行う放電制御装置（６０）であって、ガス改質装置から流れ出るガスの温度をガス温度（Ｔ）として取得する温度取得部（２０４、２０９、３０１、３０５）と、電極からの放電が生じる電圧を探索するべく、電極に印加される探索電圧（ V_s ）を可変設定する電圧設定部（７４）と、電圧設定部により探索電圧が増加するように設定された場合に、探索電圧の所定の増加量（ V_{add} ）に対するガス温度の上昇量（ ΔT ）があらかじめ定められた判定値（ A ）より大きいかな否かを判定する温度判定部（２１１、３０７）と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：放電制御装置、ガス供給装置及び放電制御方法

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年12月22日に出願された日本特許出願番号2015-250293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、放電制御装置、ガス供給装置及び放電制御方法に関する。

背景技術

[0003] 従来より、電極からの放電によりガスを改質するガス改質装置が知られている。例えば特許文献1では、内燃機関からの排気を通る排気通路に供給管が接続されており、電極からの放電によりオゾンを生成するオゾン生成部がガス改質装置として供給管に設けられている。この構成では、電圧の印加に伴って電極に流れる電流が電流検出回路により検出され、電極からの放電が発生したか否かの判定が電流の検出値に基づいて行われる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-183682号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、例えばノイズ等により電流の検出精度が低下した場合、電極からの放電が発生したか否かの判定精度も低下しやすくなってしまう。特に、電極に電圧を印加するための電源回路内に電流検出回路が設けられた構成では、電源回路にて発生したノイズが電流検出回路の検出値に含まれやすく、電極からの放電が発生したか否かを判定することが困難になってしまう。この場合、電極への印加電圧が小さ過ぎて放電が生じないことや、印加電圧が大き過ぎて放電に際しても電力効率が低下するおそれがある。

[0006] 本開示の目的は、ガスの改質を確実にしつつ、電力効率の向上を図った放電制御装置、ガス供給装置及び放電制御方法を提供することにある。

[0007] 本開示の第1の態様による放電制御装置は、電極からの放電によりガスの改質を行うガス改質装置の動作制御を行う放電制御装置であって、ガス改質装置から流れ出るガスの温度をガス温度として取得する温度取得部と、電極からの放電が生じる電圧を探索するべく、電極に印加される探索電圧を可変設定する電圧設定部と、電圧設定部により探索電圧が増加するように設定された場合に、探索電圧の所定の増加量に対するガス温度の上昇量があらかじめ定められた判定値より大きいかな否かを判定する温度判定部と、を備えている。

[0008] 発明者らは、電極からの放電が発生する場合、電界の中で電子雪崩が発生することで電極周辺のガスの温度が上昇しやすい、という知見を得た。この知見によれば、電極からの放電が発生している場合と発生していない場合とで、ガス改質装置から流れ出るガスの温度の上昇量が異なる。

[0009] これに対して、第1の態様によれば、電極に印加される探索電圧の増加に伴って、ガス温度の上昇量が判定値より大きいかな否かの判定が行われるため、ガス温度の上昇量が判定値より大きくなった電圧を放電の開始を示す放電開始電圧として取得することができる。この場合、例えば電極周辺のガス圧力やガス改質装置の個体差、経年劣化等により放電の発生しやすさが異なっていたとしても、放電開始電圧を精度良く探索することができる。このため、排気の後処理等を目的としてガス改質装置によりガスの改質を行う場合に、電極に放電開始電圧を印加したにもかかわらずガスの改質が行われないうことや、電極への電圧印加に伴う電力消費量が過剰に大きいということ回避できる。したがって、ガスの改質を確実に行いつつ、電力効率の向上を図ることができる。

[0010] 本開示の第2の態様によるガス供給装置は、電極からの放電によりガスの改質を行うことでオゾンを生成するガス改質装置と、内燃機関から延びる内燃通路に接続され、ガス改質装置により生成されたオゾンを生燃通路に供給するオゾン通路と、ガス改質装置から流れ出るガスの温度を検出する温度センサと、を備えている。

[0011] 第2の態様によれば、ガス改質装置から流れ出るガスの温度が温度センサにより検出されるため、電極に印加される電圧を増加させた場合に、このガスの温度の上昇量を取得することができる。このため、上記第1の態様と同様の効果を奏することができる。

[0012] 本開示の第3の態様による放電制御方法は、電極からの放電によりガスの改質を行うガス改質装置の動作制御を行う放電制御方法であって、ガス改質装置から流れ出るガスの温度をガス温度として取得し、電極からの放電が生じる電圧を探索するべく、電極に印加される探索電圧を可変設定し、可変設定行程により探索電圧が増加するように設定された場合に、探索電圧の所定の増加量に対するガス温度の上昇量があらかじめ定められた判定値より大きいかなかを判定する。

[0013] 第3の態様によれば、上記第1の態様と同様の効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] 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、第1実施形態における燃焼システムの構成を示す図であり、
[図2]図2は、ガス温度とオゾン濃度との関係を示す図であり、
[図3]図3は、放電リアクタの内部圧力と火花電圧との関係を示す図であり、
[図4]図4は、放電リアクタの構成を示す図であり、
[図5]図5は、オゾン管理処理の手順を示すフローチャートであり、
[図6]図6は、探索処理の手順を示すフローチャートであり、
[図7]図7は、初期電圧で放電が発生しなかった場合の探索電圧とガス温度及び温度変化との関係を示す図であり、
[図8]図8は、初期電圧で放電が発生した場合の探索電圧とガス温度及び温度変化との関係を示す図であり、
[図9]図9は、第2実施形態における探索処理の手順を示すフローチャートであり、
[図10]図10は、探索電圧が上限値より小さい値で放電が発生した場合の探

索電圧とガス温度及び温度変化との関係を示す図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。

[0016] (第1実施形態)

図1に示す燃焼システムは、エンジン10、LNT12、DPF13を備えている。燃焼システムは車両に搭載されたものであり、この車両は、エンジン10の出力を駆動源として走行する。エンジン10は、圧縮自着火式のディーゼルエンジンであり、燃焼に用いる燃料には、炭化水素化合物である軽油を用いている。エンジン10には、このエンジン10に空気を供給する吸気通路と、エンジン10からの排気を放出する排気通路16とが接続されている。排気通路16は、排気マニホールドを介してエンジン10の排気側に接続されている。なお、エンジン10が内燃機関に相当する。

[0017] LNT (Lean NO_x Traps) 12は、NO_x (窒素酸化物) を浄化するNO_x吸蔵還元型触媒であり、排気通路16に設けられている。DPF (Diesel Particulate Filter) 13は、排気に含まれた微粒子を捕集する微粒子捕集装置であり、LNT12の下流側に配置されている。DPF13にて捕集される微粒子には、粒子状物質PM (Particulate Matter) が含まれている。排気通路16を流れる排気は、LNT12及びDPF13の両方を通過した後に、排気出口16aから放出される。なお、LNT12及びDPF13が排気浄化装置を構成している。

- [0018] 燃焼システムは、排気通路 16 において LNT 12 の上流側にオゾン O₃ を供給するオゾン供給装置 30 を有している。オゾン供給装置 30 から排気通路 16 にオゾンが供給された場合、オゾンにより排気中の NO が NO₂ に酸化されることで NO₂ の割合が増加し、その結果、LNT 12 での NO_x 吸蔵率が向上する。オゾン供給装置 30 は、排気通路 16 にオゾンを供給する供給状態と、オゾンを供給しない停止状態とに移行可能になっている。
- [0019] また、燃焼システムは、図示しない過給機を有している。過給機は、排気タービン、回転軸及びコンプレッサを備える。排気タービンは、エンジンの排気通路 16 に配置され、排気の運動エネルギーにより回転する。回転軸は、排気タービン及びコンプレッサの各インペラを結合することで、排気タービンの回転力をコンプレッサに伝達する。コンプレッサは、吸気通路に配置されており、吸気を圧縮してエンジン 10 に過給する。
- [0020] オゾン供給装置 30 は、排気通路 16 に接続されたオゾン通路 31 と、空気等のガスに対して放電を発生させることでオゾンを生成する放電リアクタ 32 と、放電リアクタ 32 にガスを送るエアポンプ 33 と、オゾン通路 31 における排気の逆流を遮断する排気遮断弁 34 とを有している。なお、排気通路 16 が、オゾン通路 31 からオゾンが供給される内燃通路に相当する。
- [0021] また、オゾン供給装置 30 は、オゾン通路 31 の内部圧力をガス圧力として検出する圧力センサ 35 と、オゾン通路 31 のガス流量を検出する流量センサ 36 と、ガスの温度を検出する温度センサ 37 a, 37 b と、ガスの湿度を検出する湿度センサ 38 と、オゾンを検出するオゾンセンサ 39 とを有している。放電リアクタ 32 の下流側に設けられた下流温度センサ 37 a は、放電リアクタ 32 から流れ出るガスの温度を検出し、放電リアクタ 32 の上流側に設けられた上流温度センサ 37 b は、放電リアクタ 32 に流れ込むガスの温度を検出する。
- [0022] オゾン通路 31 においては、その上流端にエアポンプ 33 が設けられており、エアポンプ 33 と排気通路 16 との間に放電リアクタ 32 が設けられている。エアポンプ 33 は、遠心式のエアポンプであり、電動モータにより駆

動されるインペラをケース内に收容して構成される。エアポンプ33は、大気を吸入する吸入口33aを有しており、この吸入口33aはケースに形成されている。エアポンプ33は、送風状態に移行する送風部であり、送風量を変化させることが可能になっている。なお、エアポンプ33の吸入口33aがオゾン通路31の上流端を形成している。

[0023] 放電リアクタ32は、放電を発生させることでガスの改質を行うガス改質装置であり、オゾン生成部やオゾナイザと称することもできる。本実施形態の放電リアクタ32は、エアポンプ33から送られた空気中の酸素からオゾン生成する。この場合、オゾン供給装置30は、放電リアクタ32にて改質されたガスを排気通路16に供給するガス供給装置に相当する。

[0024] 放電リアクタ32は、その内部に流通路42aを形成するハウジング42を備え、流通路42aには複数の電極41が配置されている。これらの電極41は、互いに平行に対向するように配置された平板形状であり、高電圧が印加される電極41と接地電圧の電極41とが交互に配置されている。各電極41は、放電リアクタ32の上流側から下流側に向けて延びている。放電リアクタ32のハウジング42には、エアポンプ33により送風されたガスが流入する。このガスは、ハウジング42内の流通路42aに流入し、電極41間の通路である電極間通路41aを流通する。

[0025] 放電リアクタ32の電極41に電圧が印加されると、電極41から放出された電子が、電極間通路41aのガスに含まれる酸素分子に衝突し、酸素分子から2個の酸素原子が発生する。そして、この酸素原子が他の酸素分子と結合することでオゾン O_3 が生成される。ここで、電子が酸素分子に衝突した場合、2個の酸素原子が発生するとともに2個の電子が放出され、これら電子が更に別の酸素分子に衝突する。電極41への印加電圧が十分に大きい場合、放電リアクタ32においては、電子雪崩が発生することで加速度的に電子数が増加して放電が開始され、その放電に伴って生成されたオゾンが放電リアクタ32から流れ出ることになる。

[0026] 発明者らは、電極41からの放電が発生する場合、電界の中で電子雪崩が

発生することで電極 4 1 の周辺のガスの温度が上昇しやすい、という知見を得た。この知見によれば、電極 4 1 からの放電が発生している場合と発生していない場合とで、ガス改質装置から流れ出るガスの温度の上昇量が異なる。

[0027] つまり、発明者らは、放電リアクタ 3 2 において放電が開始された場合にはガスの温度が短時間で急峻に上昇する、という知見を得た。例えば、図 2 に示すように、放電が発生するほどに高い電圧がタイミング t_a にて電極 4 1 に印加された場合、放電リアクタ 3 2 に流入するガスの温度である流入ガス温度がタイミング t_a の前後で大きな変化がない。この場合でも、放電リアクタ 3 2 から流出するガスの温度である流出ガス温度はタイミング t_a から急激に上昇している。そして、放電が発生している期間においては、流出ガス温度が流入ガス温度より継続して高くなっている。また、電極 4 1 への電圧印加が開始されてから微小時間だけ経過した後は、放電の開始に伴ってオゾンが生成されることで、オゾン濃度が急激に高くなっている。オゾン濃度が高い状態は、放電が発生している期間において継続される。

[0028] ここで、酸素分子は、ガスに含まれた気体分子の一種類に過ぎず、放電リアクタ 3 2 においては、電子雪崩が発生している場合に電子が衝突しても分解しない気体分子が多数存在する。電子が衝突しても分解しない気体分子は、電子の衝突に伴って振動し、熱を発生する。電子雪崩の発生に伴って放電が開始された場合、熱を発生する気体分子が電子雪崩の発生に伴って多数存在していることで、ガスの温度が短時間で上昇することになる。

[0029] なお、電極 4 1 から放電された電子が窒素分子に衝突した場合、窒素分子から 2 個の窒素原子が発生する。そして、この窒素原子が酸素分子と結合することで NO_2 が生成される。すなわち、 NO_x が生成される。また、酸素分子が分解することで発生した酸素原子が窒素分子と結合することで、亜酸化窒素 N_2O が笑気ガスとして生成される。放電が開始された場合、 N_2O が生成される量は、オゾンが生成される量の $1/200$ 程度である。

[0030] 放電リアクタ 3 2 においては、放電の発生しやすさが内部圧力に応じて変

化する。パッシェンの法則によれば、図3に示すように、放電が発生する電圧である火花電圧と気体圧力との関係が曲線で示され、横軸の値が X_a から X_b に増加した場合に、縦軸の値も Y_a から Y_b に増加する。ここで、横軸の値は、対向する電極41の間の離間距離と内部圧力との積であり、離間距離が一定であれば、内部圧力が増加することで火花電圧も大きくなる。換言すれば、内部圧力が低下することで低い電圧で放電が発生しやすくなる。なお、放電リアクタ32の内部圧力は、圧力センサ35により検出されるガス圧力とほぼ同じになっている。本実施形態では、離間距離は、図3のギャップ長に相当し、内部圧力は、図3の気圧に相当する。

[0031] 図4に示すように、電極41は、以下に説明する基材44、電極線45および誘電体膜46を有して構成されている。基材44は、誘電体で形成された板状である。基材44には電極線45が設けられ、さらに、電極線45を覆う誘電体膜46が基材44に設けられている。つまり、基材44表面の全体は、印刷された電極線45を内包するように誘電体膜46により覆われている。

[0032] 具体的には、図4に示す複数の電極41のうち、両端に位置する電極以外については、基材44の両面に電極線45が印刷されている。電極線45は、基材44表面の全体に分布するように、基材44表面に沿って蛇行して延びる線状である。電極41の断面を表した図4では、同一の基材44上に複数の電極線45が配置されているように見えるが、電極線45は複数に分岐して延びる形状であり、図4で表現される上記複数の電極線45は、平面視においては互いに繋がっている。図4に示す複数の電極41のうち、両端に位置する電極については、基材44の片面に電極線45および誘電体膜46が設けられている。

[0033] なお、図4では、電極線45の断面積を模式的に誇張して表現しているため、誘電体膜46と基材44の間に空間が存在するように図示されている。しかし、実際にはこのような空間は存在しておらず、誘電体膜46は、電極線45を内包した状態で基材44に密着している。

[0034] 図4に示す4つの電極41のうち、一番下に位置する電極41およびその2つ上に位置する電極41は、先述した印加電極である。また、一番上に位置する電極41およびその2つ下に位置する電極41は、先述した接地電極である。印加電極が有する2つの電極線45にはパルス電圧が印加される。接地電極が有する2つの電極線45はいずれも接地されている。つまり、同一の電極41内に設けられた2つの電極線45は同電位となっている。接地電極の電極線45から放出された電子が、電極間通路41aを通じて印加電極へ向けて移動する。このように移動する電子が電極間通路41aに存在する酸素分子に衝突することにより、オゾンが生成される。

[0035] ここで、本実施形態に反し、電極線45に換えて板状の電極を用いた場合には、電極間通路41aに生じる電界の強度分布は均一になる。これに対し本実施形態では、線状の電極線45を採用するので、電極間通路41aに生じる電界は電極線45の部分に集中する。電極間通路41aでは、このように電界が集中した部分を起点に放電（種放電）が生じ、その種放電に誘発されて、電解集中していない部分での放電が生じやすくなる。よって、電極線45への印加電圧を高くすることなく、電極間通路41aでの放電を安定して生じさせることができる。この場合、電極間通路41aを、電極41からの放電が発生する放電空間と称することもできる。

[0036] さらに本実施形態では、電極線45を覆う誘電体膜46を備えるので、印加電極へ向けて移動した電子は、印加電極の誘電体膜46の表面に沿って移動するといった、沿面放電が生じる。すると、放電された電子が、電極間通路41aに存在する酸素に接触する機会が増大するので、酸素からオゾンが生成される割合が向上する。

[0037] 図4に示すように、接地電極が有する電極線45はグラウンドに接続され、印加電極が有する電極線45はリアクタ給電部48に接続されている。リアクタ給電部48は、車両に搭載されたバッテリー等の電源部48aと、電源部48aの電圧を変換する変圧部48bとを有しており、電源部48aが変圧部48bを介して電極線45に接続されている。変圧部48bは、電源部4

8 a から供給される低圧電力を段階的に昇圧又は降圧することが可能になっている。例えば、12 V の電圧を15 k V まで昇圧することが可能であり、その昇圧幅を100 V ~ 500 V まで変更可能になっている。

[0038] リアクタ給電部48は、電源部48aの直流電圧からパルス電圧を生成するパルス回路を有している。パルス回路は、電源部48aと変圧部48bとの間に設けられており、変圧部48bはパルス電圧の変圧を行う。パルス電圧が電極41に印加されることで放電が開始された場合、そのパルス電圧に応じた電流が印加電極と接地電極との間を流れる。この電流は、放電による電荷の動きに起因して短時間で増減を繰り返すことで、多くのノイズを含むことになる。

[0039] また、リアクタ給電部48は、電源部48aから電極41への電力供給を停止させることが可能なスイッチ部を有している。スイッチ部は通電状態と遮断状態とに移行可能になっており、スイッチ部が通電状態にある場合に電極41に電圧が印加され、スイッチ部が遮断状態にある場合に電極41に電圧が印加されない。

[0040] なお、リアクタ給電部48は、電源部48aの直流電圧から交流電圧を生成する交流回路を有していてもよい。この場合、交流回路は、電源部48aと変圧部48bとの間に設けられており、変圧部48bは交流電圧の変圧を行う。また、リアクタ給電部48において、パルス電圧や交流電圧のいずれが生成される場合でも、これら電圧がバースト電圧とされていてもよい。

[0041] ここで、電極41においては、基材44、電極線45及び誘電体膜46がいずれもセラミック等の誘電体により形成されており、パルス電圧を用いた放電により低温プラズマが発生することになる。放電リアクタ32においては、低温プラズマが発生してもガスが例えば200度より高温にならず、生成されたオゾンが高温のガスにより分解されるということが生じにくくなっている。

[0042] これに対して、例えば電極41が金属材料により形成された構成では、放電を発生させるためにパルス電圧ではなく直流電圧を使用せざるを得ず、直

流電圧による放電では熱プラズマが発生することになる。放電リアクタ 3 2 においては、熱プラズマが発生することで、オゾンが分解されるほどにガスの温度が上昇する。このため、放電に伴ってオゾンが生成されたとしても、そのオゾンが熱で分解されてしまう。

[0043] 図 1 に戻り、排気遮断弁 3 4 は、機械式や電磁駆動式の開閉弁であり、オゾン通路 3 1 において放電リアクタ 3 2 と排気通路 1 6 との間に設けられている。排気遮断弁 3 4 は、通気を可能にする開状態と、通気を遮断する閉状態とに移行可能になっており、閉状態が遮断状態に相当する。排気遮断弁 3 4 が開状態にある場合、オゾン通路 3 1 の通路流量は排気遮断弁 3 4 の開度に応じて調整される。オゾン通路 3 1 の通路流量は、排気遮断弁 3 4 が全開状態にある場合に最大になる。なお、排気遮断弁 3 4 が排気遮断部に相当する。

[0044] 圧力センサ 3 5 は、オゾン通路 3 1 において放電リアクタ 3 2 と排気遮断弁 3 4 との間に設けられている。具体的には、圧力センサ 3 5 は、放電リアクタ 3 2 寄りの位置に配置されている。この場合、圧力センサ 3 5 の検出結果に、排気遮断弁 3 4 の開閉に伴う圧力変化が反映されやすくなっている。なお、圧力センサ 3 5 が圧力検出部に相当する。

[0045] 流量センサ 3 6 は、エアポンプ 3 3 と放電リアクタ 3 2 との間に設けられており、エアポンプ 3 3 からのガスの吐出量を検出可能になっている。具体的には、流量センサ 3 6 は、エアポンプ 3 3 寄りの位置に配置されている。この場合、流量センサ 3 6 の検出結果に、エアポンプ 3 3 の駆動及び停止に伴うガスの流量変化が反映されやすくなっている。なお、流量センサ 3 6 が流量検出部に相当する。

[0046] 下流温度センサ 3 7 a は、放電リアクタ 3 2 と排気遮断弁 3 4 との間において、放電リアクタ 3 2 寄りの位置に設けられている。下流温度センサ 3 7 a は、放電リアクタ 3 2 及び電源部 4 8 a に対して電氣的に絶縁された状態になっている。例えば、下流温度センサ 3 7 a は、合成樹脂材料等の絶縁体を介してオゾン通路 3 1 やハウジング 4 2 に取り付けられている。また、下

流温度センサ37aは、放電リアクタ32の電極間通路41aに対して絶縁されることで電氣的に隔離された状態になっている。このため、下流温度センサ37aは、オゾン通路31を形成する配管やハウジング42、電極41の温度から影響を受けにくい状態で、放電リアクタ32から流れ出たガスの温度を検出することになる。

[0047] 上流温度センサ37bは、放電リアクタ32とエアポンプ33との間に置いて、放電リアクタ32寄りの位置に設けられている。湿度センサ38は、放電リアクタ32と湿度センサ38との間に配置されており、放電リアクタ32に流れ込むガスの湿度を検出する。オゾンセンサ39は、オゾン通路31において排気遮断弁34と排気通路16との間に設けられており、排気通路16寄りの位置に配置されている。

[0048] 排気通路16において、オゾン通路31とLNT12の間にはミキサー16bが設けられている。ミキサー16bは、オゾン通路31から供給されたオゾンと排気とを混合させる混合部であり、ミキサー16bの下流側においては、オゾンによる排気中のNO_xの酸化が促進される。

[0049] 燃焼システムの電氣的な構成について説明する。燃焼システムは、制御装置としてのECU60を有している。ECU60は、プロセッサ61a、RAM41b、メモリ61c及び情報の入出力を行うインターフェース(I/F)41dを有している。メモリ61cは、書き換え可能な不揮発性の記憶媒体であり、記憶部に相当する。

[0050] ECU60は、アクセル開度やエンジン負荷、エンジン回転速度等に基づき、燃料噴射弁の噴射量や噴射圧力、過給機の過給圧力、エンジン10への吸気量の制御を行う。ここで、ECU60にはアクセル開度センサ66が接続されている。アクセル開度センサ66は、運転者により操作されるアクセルペダルに設けられており、アクセルペダルの操作量をアクセル開度として検出可能になっている。この場合、アクセル開度は、アクセルペダルの操作量に基づいて取得される操作パラメータの1つであり、ECU60は、操作パラメータに基づいてエンジン10の出力制御を行う。

- [0051] ECU 60には、圧力センサ35、流量センサ36、下流温度センサ37a、湿度センサ38、オゾンセンサ39、排気温度センサ51、排気圧センサ52、NO_xセンサ53、PMセンサ54、A/Fセンサ55が接続されている。センサ51～55は排気通路16に設けられている。排気温度センサ51は、LNT 12の上流側及び下流側のそれぞれに配置され、A/Fセンサ55は、LNT 12の上流側に配置されている。排気圧センサ52は、DPF 13に対して設けられ、排気通路16においてDPF 13の上流側と下流側との圧力差を検出する。また、排気圧センサ52は、排気通路16の内部圧力を排気圧力として検出可能になっている。なお、図1においては、センサ51～55とECU 60との電氣的な接続線の図示を省略している。
- [0052] ECU 60には、エアポンプ33、排気遮断弁34及びリアクタ給電部48がアクチュエータとして接続されている。ECU 60は、指令信号を出力することでこれらアクチュエータの動作制御を行う。例えば、リアクタ給電部48については、電極41への電圧印加の状態を制御することで、放電リアクタ32によるオゾンの生成量や生成率を調整する。また、エアポンプ33については、デューティ制御によりエアポンプ33への供給電力量を制御することでエアポンプによる送風量を調整する。さらに、排気遮断弁34については、排気遮断弁34の開度を増減することでオゾン通路31のガス流量やガス圧力を調整する。
- [0053] ECU 60は、メモリ61cに記憶された制御プログラムをプロセッサ61aにより実行することで、図4に示すNO_x酸化部71、DPF再生部72、捕集再生部63及び濃度変更部64を、機能ブロックとして構築する。
- [0054] ECU 60は、排気中のNO_xの酸化を促進させるNO_x酸化部71と、DPF 13が捕集したPMを除去するべくDPF再生を行うDPF再生部72とを有している。DPF再生部72は、排気温度を上昇させる処理を行うことでDPF 13でのPMの燃焼を促進する。排気温度を上昇させる処理としては、エンジン10での燃料噴射量を増加させる処理や、オゾン供給装置30を供給状態に移行させてオゾンをDPF 13に供給する処理などが挙げ

られる。NO_x酸化部71は、オゾン供給装置30を供給状態に移行させる処理を行う。

[0055] また、ECU60は、放電リアクタ32において放電が開始される放電開始電圧V_{dis}を探索する放電探索部73と、電極41への印加電圧を可変設定することが可能な電圧設定部74とを有している。放電探索部73は、電極41により放電が発生する電圧のうち極力小さい電圧を放電開始電圧V_{dis}として、この放電開始電圧V_{dis}をメモリ61cに記憶する。メモリ61cにおいては、放電開始電圧V_{dis}がガス圧力に対応させて記憶されている。電圧設定部74は、変圧部48bの動作制御を行うことで、電極41への印加電圧を増減させることが可能になっている。また、電圧設定部74は、リアクタ給電部48の動作制御を行うことで、電極41への電圧の印加を停止させることも可能になっている。

[0056] ECU60は、オゾン供給装置30のオゾン生成を管理するオゾン管理処理を行う。ここでは、オゾン管理処理について図5を参照しつつ説明する。このオゾン管理処理は、エンジン10の運転期間中に所定周期で繰り返し実行される。なお、ECU60は、オゾン管理処理をプロセッサ61aにより実行する機能を有しており、この機能が放電探索部73に相当する。また、ECU60が放電制御装置に相当し、オゾン管理処理の手順が放電制御方法に相当する。

[0057] 図5において、101では、排気通路16にオゾンを供給するか否かを判定する。すなわち、オゾン供給装置30を供給状態に移行させるか否かを判定する。ここでは、LNT12にNO_x吸着を行わせる必要があるか否かを判定し、NO_x吸着を行わせる必要がある場合に、オゾンの供給を行うとして102に進む。なお、LNT12にNO_x吸着を行わせる場合としては、排気温度が所定温度より高い場合などが挙げられる。

[0058] 102では、エアポンプ33の運転を開始し、あるいは、エアポンプ33を駆動し、その後、103にて、排気遮断弁34を開状態に移行させる。この場合、エアポンプ33の出力を最大に設定し、排気遮断弁34を全開状態

に設定する。104では、メモリ61cに記憶されている放電開始電圧 V_{dis} を読み込み、この放電開始電圧 V_{dis} を、放電リアクタ32にてオゾン生成させるための生成電圧 V とする。この場合、電極41への印加電圧が生成電圧 V になるように電圧設定部74に電圧設定を行わせる。また、104では、圧力センサ35の検出信号に基づいてガス圧力を取得し、このガス圧力に対応した放電開始電圧 V_{dis} をメモリ61cから読み込む。

[0059] 105では、リアクタ給電部48を動作させることで電極41に生成電圧 V を印加する。106では、放電リアクタ32よりも下流においてオゾン通路31を流れるオゾンが不足しているか否かを判定する。ここでは、オゾン通路31から排気通路16に流れ込むガスのオゾン濃度をオゾンセンサ39の検出信号に基づいて算出し、オゾン濃度が基準値より小さいか否かを判定する。オゾン濃度が基準値より小さい場合、放電リアクタ32において放電が発生していないことに起因してオゾンが不足しているとして、107に進む。なお、105にて電極41への電圧印加を開始した後、放電リアクタ32から流れ出たガスがオゾンセンサ39に到達するのに要する時間だけ待機してから106の判定処理を行う。

[0060] 107では、放電リアクタ32において放電を発生させるべく、生成電圧 V を増加させる。ここでは、変圧部48bの動作制御を行うことで生成電圧 V を上昇値 V_a だけ増加させる。この場合、電極41への印加電圧が新たな生成電圧 V になるように電圧設定部74に電圧設定を行わせる。これにより、生成電圧 V が増加した分だけ放電リアクタ32において放電が発生しやすくなる。生成電圧 V を増加させた後、106に戻り、オゾンが不足しているか否かの判定を再び行う。この場合、放電リアクタ32において放電が発生するまで106、107を繰り返し行うことになる。なお、105と同様に、107の処理を行った後、放電リアクタ32から流れ出たガスがオゾンセンサ39に到達するのに要する時間だけ待機してから106の判定処理を行う。

[0061] 101にて排気通路16にオゾンを供給しない場合、108に進み、エン

ジン回転速度や目標噴射量、アクセル開度センサ 66 の検出信号等に基づいて、エンジン 10 がアイドリング状態にあるか否かを判定する。109 では、排気圧センサ 52 の検出信号に基づいて排気圧力を取得し、この排気圧力があらかじめ定められた基準値より小さいか否かを判定する。ここでは、排気圧力が基準値より小さい状態が所定時間だけ継続している場合に、YES 判定とする。YES 判定される場合としては、車両が速度変化の少ない状態で低速走行や高速走行をしている場合が挙げられる。基準値は、例えば、エアポンプ 33 の出力が最大になっている場合に排気通路 16 からオゾン通路 31 に排気が逆流しない程度の排気圧力の値に設定されている。

[0062] 108, 109 のうち一方が YES 判定の場合、110 に進み、放電開始電圧 V_{dis} を探索する探索処理を行う。探索処理については、図 6 を参照しつつ説明する。

[0063] 図 6 において、201 では、エアポンプ 33 の運転を開始し、あるいは、エアポンプ 33 を駆動し、その後、202 にて、排気遮断弁 34 を開状態に移行させる。そして、203 では、圧力センサ 35 の検出信号に基づいてガス圧力を取得し、204 では、下流温度センサ 37a の検出信号に基づいて、放電リアクタ 32 から流出するガスの温度をガス温度 T として取得する。この 204 にて取得したガス温度 T は、電極 41 に電圧が印加されていない場合に放電リアクタ 32 から流出するガスの温度である。

[0064] ガス改質装置から流れ出るガスの温度が温度センサ 37a により検出されるため、電極 41 に印加される電圧を増加させた場合に、このガスの温度の上昇量を取得することができる。

[0065] なお、エアポンプ 33 の運転を開始し、排気遮断弁 34 を開状態に移行させた後、エアポンプ 33 による送風が安定するまで待機してから 203, 204 の取得処理を行う。また、送風が安定した後、これら 203, 204 では、ガス圧力及びガス温度 T の取得を複数回行う。このため、放電が開始される前のガス圧力やガス温度 T の取得精度が高められる。

[0066] ここで、エアポンプ 33 については、排気通路 16 からオゾン通路 31 へ

の排気の逆流が発生しない範囲で極力小さい風量を排気圧力に基づいて算出し、この風量になるように出力を設定する。ここで、探索処理は繰り返し行われるものであり、ガス圧力が前回の探索処理とは異なる値になるように排気遮断弁34の開度を設定する。これにより、メモリ61cには、異なるガス圧力に対応する放電開始電圧 V_{dis} が複数記憶されていくことになる。

[0067] 205では、放電開始電圧 V_{dis} を探索するための探索電圧 V_s を、あらかじめ定められた初期電圧 V_{base} に設定し、206では、探索電圧 V_s を増加させる場合の増加量を追加値 V_{add} として設定する。この205では、電極41への印加電圧が探索電圧 V_s になるように電圧設定部74に電圧設定を行わせる。本実施形態では、追加値 V_{add} は、所定の増加量である。

[0068] これら初期電圧 V_{base} 及び追加値 V_{add} については、オゾン通路31のガス温度やガス圧力などに基づいて設定する。ここで、放電リアクタ32の内部においては、ガスの温度が高いほど放電に必要な電圧が小さくなりやすく、ガスの圧力が小さいほど放電に必要な電圧が小さくなりやすい。したがって、例えば、ガス温度が高いほど初期電圧 V_{base} や追加値 V_{add} を小さい値に設定し、ガス圧力が小さいほど初期電圧 V_{base} や追加値 V_{add} を小さい値に設定する。本実施形態では、初期電圧 V_{base} を例えば8kVに設定し、追加値 V_{add} を例えば0.5kVに設定する。なお、前回の探索処理において探索された放電開始電圧 V_{dis} を初期電圧 V_{base} として設定してもよい。

[0069] 207では、探索の回数を示すカウンタ n を0に設定する。208では、リアクタ給電部48を動作させることで電極41への探索電圧 V_s の印加を開始する。

[0070] 209では、下流温度センサ37aの検出信号に基づいてガス温度 T を取得する。この208にて取得したガス温度 T は、電極41に電圧が印加されている場合に放電リアクタ32から流出するガスの温度である。210では、209にて取得したガス温度 T から、204にて取得したガス温度 T を引

いた値を、変化温度 ΔT として算出する。なお、変化温度 ΔT が上昇量に相当する。

[0071] 211では、変化温度 ΔT が放電開始を示す判定値Aよりも大きいかなかを判定する。ここでは、判定値Aを、試験やシミュレーション等により得られたデータを用いて、オゾン通路31のガス流量やガス圧力などに基づいて設定する。ここで、放電開始に伴ってガス温度Tが上昇したとしても、ガス流量が大きいほどその上昇量は小さくなりやすい。また、ガス圧力が小さいほど電子が分子に衝突する確率が低下することに起因して、放電開始に伴うガス温度Tの上昇量は小さくなりやすい。したがって、例えば、ガス流量が大きいほど判定値Aを小さい値に設定し、ガス圧力が小さいほど判定値Aを小さい値に設定する。

[0072] なお、208にて探索電圧 V_s の印加を開始した後、放電リアクタ32から流れ出たガスが下流温度センサ37aに到達するのに要する時間を待機時間として待機してから211の判定処理を行う。この場合、209、210では、待機時間においてガス温度T及び変化温度 ΔT の取得を複数回ずつ行う。このため、探索電圧 V_s の印加が開始された後のガス温度Tや変化温度 ΔT の取得精度が高められる。

[0073] 変化温度 ΔT が判定値Aより大きくない場合、212に進み、カウンタnをインクリメントする。213では、初期電圧 V_{base} 、追加値 V_{add} 及びカウンタnを用いて探索電圧 V_s を増加させる。具体的には、追加値 V_{add} とカウンタnとの積を初期電圧 V_{base} に加えた値を算出し、この算出値を探索電圧 V_s として設定する。この場合、電極41への印加電圧が新たな探索電圧 V_s になるように電圧設定部74に電圧設定を行わせる。

[0074] 213の処理後、209～211の処理を再び行う。この場合、211にて変化温度 ΔT が判定値Aより大きいと判定されるまで、増加させる量を追加値 V_{add} として探索電圧 V_s を段階的に増加させることになる。

[0075] なお、213の処理の後に行う211においては、今回の210の処理にて取得したガス温度Tから、前回の210の処理にて取得したガス温度Tを

引いた値を、変化温度 ΔT として算出する。また、213にて探索電圧 V_s を増加させた後、208にて探索電圧 V_s の印加を開始した後と同様に、待機時間だけ待機してから211の判定処理を行い、この待機時間において209、210にてガス温度 T 及び変化温度 ΔT の取得を複数回ずつ行う。

[0076] 211にて変化温度 ΔT が判定値 A より大きい場合、放電リアクタ32にて放電が開始されたとして、214に進む。214では、カウンタ n について $n=0$ であるか否かを判定する。 $n=0$ でない場合、215に進み、現在の探索電圧 V_s を放電開始電圧 V_{dis} として、203にて取得したガス圧力と、204にて取得した放電未発生時のガス温度とに対応付けて、メモリ61cに記憶する。また、215では、リアクタ給電部48を動作させることで電極41への探索電圧 V_s の印加を停止する。

[0077] ここで、 $n=0$ でない場合は、図7に示すように、初期電圧 V_{base} が探索電圧 V_s として電極41に印加されても変化温度 ΔT が判定値 A より大きくならなかった場合である。この場合、タイミング t_a にて電極41への電圧印加が開始された後、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなるまで探索電圧 V_s が追加値 V_{add} ずつ増加される。そして、探索電圧 V_s が放電が発生するほどに大きな値に設定されたタイミング t_b にてガス温度 T が上昇し始め、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなる。また、211の判定処理が行われる前に待機時間が確保されることで、探索電圧 V_s が変更されずに保持時間 T_h だけ保持される。

[0078] 図6の説明に戻り、214にて、カウンタ n について $n=0$ であると判定された場合、初期電圧 V_{base} で放電が発生したとして、216に進む。初期電圧 V_{base} で放電が発生した場合、初期電圧 V_{base} よりも小さい印加電圧で放電が発生する可能性があることになる。そこで、216にて、リアクタ給電部48からの給電を停止させることで電極41への電圧印加を停止させ、217にて、探索電圧 V_s を初期電圧 V_{base} より小さい電圧に設定する。ここでは、探索電圧 V_s を初期電圧 V_{base} よりも削減値 V_{cut} だけ減少させる。この場合、電極41への印加電圧が新たな探索電

圧 V_s になるように電圧設定部74に電圧設定を行わせる。削減値 V_{cut} については、初期電圧 V_{base} や追加値 V_{add} と同様に、オゾン通路31のオゾン温度やガス圧力などに基づいて設定する。本実施形態では、削減値 V_{cut} を例えば追加値 V_{add} よりも大きい1.5kVに設定する。

[0079] 217の後、208~215の処理を行う。ここで、216にて電圧印加を停止した後、初期電圧 V_{base} で放電が開始されたことで上昇したガス温度 T が低下して安定するのに要する時間を待機時間として待機してから208の電圧印加処理を行う。このように、ガス温度 T が安定するまで待機することで、再び放電が開始された場合のガス温度 T の変化が明確になりやすい。この結果、態様が探索電圧 V_s を減少させて放電開始電圧 V_{dis} の探索を再度行う場合でも、その探索精度が低下しにくい。

[0080] なお、ECU60は、203, 204, 208, 209, 211, 215, 216の処理を実行する機能を有しており、203の処理を実行する機能が圧力取得部に相当する。204, 209の処理を実行する機能が温度取得部に相当し、208の処理を実行する機能が印加実行部に相当し、211の処理を実行する機能が温度判定部に相当する。215の処理を実行する機能が記憶実行部に相当し、216の処理を実行する機能が初期停止部に相当する。

[0081] ここで、214にて $n=0$ であると判定された場合は、図8に示すように、初期電圧 V_{base} が探索電圧 V_s として電極41に印加されることで放電が開始した場合である。この場合、電極41への探索電圧 V_s の印加が開始されたタイミング t_a において、ガス温度 T が上昇し始め、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなる。そして、この探索電圧 V_s が保持時間 T_h だけ確保され、その後、電極41への探索電圧 V_s の印加が停止時間 T_{off} だけ停止される。この停止時間 T_{off} は、216, 217の後に208の電圧印加処理が行われる前に確保された待機時間に応じた長さになっている。

[0082] 探索電圧 V_s の印加停止から停止時間 T_{off} が経過したタイミング t_c において、初期電圧 V_{base} より削減値 V_{cut} だけ小さい探索電圧 V_s

が電極 4 1 に印加される。これにより、放電開始電圧 V_{dis} の探索が再び開始される。図 8 には、放電開始電圧 V_{dis} の再検索において、探索電圧 V_s を複数段階で増加させた後に放電が開始した例を図示している。この場合、探索電圧 V_s が放電が発生するほどに大きな値に設定されたタイミング t_d にてガス温度 T が上昇し始め、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなる。

[0083] ここで、初期電圧 V_{base} が探索電圧 V_s として電極 4 1 に印加されることで放電が発生した場合、電極 4 1 への電圧印加を停止させるのではなく、電極 4 1 への電圧印加を継続しつつ、探索電圧 V_s を段階的に減少させる方法が考えられる。これに対して、発明者らは、探索電圧 V_s を減少させた場合には、探索電圧 V_s の増加に伴って放電が開始する電圧を超えて探索電圧 V_s が小さくなった状態でも放電が維持される、という知見を得た。すなわち、電極 4 1 への印加電圧と放電との関係にヒステリシスが生じるという知見を得た。このため、探索電圧 V_s を減少させる方法では、仮に放電が終了する電圧を取得することができたとしても、その電圧を生成電圧 V として電極 4 1 に印加した場合に放電が開始されないおそれがある。

[0084] ここまで説明した第 1 実施形態の作用効果を以下に説明する。

[0085] 第 1 実施形態によれば、探索電圧 V_s の増加に応じたガス温度 T の変化温度 ΔT が判定値 A より大きいかな否かの判定が 2 1 1 にて行われることで、探索電圧 V_s により放電開始電圧 V_{dis} の探索が行われる。この場合、ガス圧力やガス流量、放電リアクタ 3 2 の個体差、放電リアクタ 3 2 の経年劣化等により放電の発生電圧が異なっていたとしても、その電圧を放電開始電圧 V_{dis} として精度良く取得することができる。このため、排気通路 1 6 での NO_x の酸化等を目的として放電リアクタ 3 2 によりオゾンが発生させる場合に、放電開始電圧 V_{dis} を生成電圧 V として電極に印加したにもかかわらず放電が開始せずにオゾンが生成されないということを抑制できる。また、この場合、生成電圧 V が過剰に高いことでオゾンの生成量に対する消費電力が大きく、電力を浪費してしまうことを抑制できる。以上により、放電

リアクタ 3 2 に流入したガスの改質を確実に行いつつ、電力効率の向上を図ることができる。

[0086] 電極 4 1 に印加される探索電圧 V_s の増加に伴って、ガス温度 T の上昇量が判定値 A より大きいか否かの判定が行われるため、ガス温度 T の上昇量が判定値 A より大きくなった電圧を放電の開始を示す放電開始電圧 V_{dis} として取得することができる。この場合、例えば電極 4 1 no 周辺のガス圧力やガス改質装置の個体差、経年劣化等により放電の発生しやすさが異なっていたとしても、放電開始電圧 V_{dis} を精度良く探索することができる。このため、排気の後処理等を目的としてガス改質装置によりガスの改質を行う場合に、電極 4 1 に放電開始電圧 V_{dis} を印加したにもかかわらずガスの改質が行われないということや、電極 4 1 への電圧印加に伴う電力消費量が過剰に大きいということを回避できる。したがって、ガスの改質を確実に行いつつ、電力効率の向上を図ることができる。

[0087] なお、エンジン 1 0 の排気中の NO_x は排気規制対象になっており、年々厳しくなることが予想される。この対策として本実施形態では後処理装置として LNT 1 2 が車両に搭載されている。ここで、ディーゼルエンジンの後処理装置としては LNT 1 2 の他にも尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) があり、ガソリンエンジンの後処理装置としては 3 元触媒がある。これら後処理装置においては、 NO_x を浄化する上で排気温度が重要な役割を担っており、排気がある程度の温度に達していないと NO_x 浄化触媒の活性が高くなりにくい等の理由により NO_x の浄化性能が発揮されにくい。このため、将来の NO_x 浄化にとって排気温度が低い状態への対策が重要な課題である。

[0088] この課題を更に分析すると、 NO_x 浄化触媒の活性が高くないことで、 NO_x 浄化触媒による NO_x 浄化の過程で必要な NO の酸化が行われにくいことが原因になっており、排気温度が低い状態で NO を酸化させる技術が重要な技術になる。放電リアクタ 3 2 は、酸素分子からオゾンを生成するものであり、空気を原料としてオゾンを生成することができる。また、オ

ゾンは低温でもNOに直接反応してそのNOを酸化させることができるため、排気温度が低い状態への対策として有用な技術である。

[0089] また、上述したように、放電開始電圧 V_{dis} を探索することで生成電圧 V を極力小さい値にすることが可能であるため、放電リアクタ32やリアクタ給電部48の大型化を抑制することができる。これは、電極41への印加電圧が大きいほど放電リアクタ32やリアクタ給電部48に付与する絶縁構造が大型化したり、高電圧を生成するために変圧部48bが大型化したりしやすくなるためである。さらに、放電に必要な電圧はガス温度やガス圧力、ガスの組成、放電リアクタ32、リアクタ給電部48のばらつきによっても変わるため、確実に放電させるにはより高い電圧を設定することになる。このため、放電リアクタ32やリアクタ給電部48に対する絶縁性の要求が高くなり、これら放電リアクタ32やリアクタ給電部48が大型化することになる。

[0090] 第1実施形態によれば、放電開始電圧 V_{dis} の探索に際して、探索電圧 V_s が段階的に増加されるため、その探索電圧 V_s を保持時間 T_h だけ保持することが可能になる。このため、現在の探索電圧 V_s で放電が発生し始めたにもかかわらず、その放電の発生が変化温度 ΔT に反映される前のタイミングで探索電圧 V_s が増加されてしまう、ということを回避できる。この場合、放電が発生させることが可能な電圧のうち極力小さい電圧を放電開始電圧 V_{dis} として探索されることになるため、オゾンの生成量に対する消費電力を低減することができる。

[0091] 第1実施形態によれば、放電開始電圧 V_{dis} の探索に際して初期電圧 V_{base} から開始されるため、例えば探索電圧 V_s が「0」から開始される構成に比べて、探索時間を短縮できる。また、本実施形態のように探索電圧 V_s が段階的に増加される構成では、追加値 V_{add} を小さくするほど探索精度が向上するが、追加値 V_{add} を小さくするほど探索時間が長くなってしまふ。これに対して、初期電圧 V_{base} が極力高い電圧に設定されることで、探索精度を向上させつつ、探索時間の長期化を抑制することができる。

。

[0092] 第1実施形態によれば、初期電圧 V_{base} を探索電圧 V_s として電極41に印加することで放電が発生した場合、電極41への探索電圧 V_s の印加が一旦停止された後に、探索電圧 V_s を減少させた状態で電極41への探索電圧 V_s の印加が再開される。このため、例えば電極41への探索電圧 V_s の印加が停止されずに探索電圧 V_s を減少させた場合とは異なり、放電と電圧との関係に生じるヒステリシスを無視することができる。したがって、探索電圧 V_s の減少に伴って放電開始電圧 V_{dis} の探索精度が低下するというのを抑制できる。

[0093] 第1実施形態によれば、探索処理により探索された放電開始電圧 V_{dis} がガス圧力に対応させてメモリ61cに記憶されている。このため、放電が開始される電圧がガス圧力に応じて変化するとしても、そのガス圧力に応じた放電開始電圧 V_{dis} を生成電圧 V として選択することで、排気通路16での NO_x の酸化等を目的としたオゾン生成を確実に実施できる。

[0094] 第1実施形態によれば、排気圧力が基準値より小さい場合に110の探索処理が行われるため、エアポンプ33の出力を極力小さく抑えることができる。排気がオゾン通路31を逆流しない程度に排気圧力が低い場合には、エアポンプ33の出力が小さいほどオゾン通路31のガス圧力が小さくなる。この場合、放電リアクタ32にて放電が発生する電圧が小さくなりやすいため、リアクタ給電部48から電極41に印加する高電圧の低減化を図ることができる。これにより、電力消費量を抑えることや、リアクタ給電部48での高電圧生成に際して安全性を高めることが可能になる。

[0095] 第1実施形態によれば、エンジン10がアイドリング状態にある場合に110の探索処理が行われるため、放電開始電圧 V_{dis} の探索精度を高めることができる。これは、エンジン10がアイドリング状態にある場合には排気圧力の変化が小さいことに起因して、オゾン通路31のガス流量の変化が小さく、ガス温度 T が変化しにくい状態にあるためである。

[0096] (第2実施形態)

上記第1実施形態では、放電開始電圧 V_{dis} の探索に際して探索電圧 V_s が段階的に増加されていたが、第2実施形態では、探索電圧 V_s が連続的に増加される。本実施形態では、上記第1実施形態との相違点を中心に、探索処理について図9、図10を参照しつつ説明する。

[0097] 図9において、301では、放電開始電圧 V_{dis} の探索を行うための準備処理を行う。ここでは、上記第1実施形態の201～205と同じ処理を行う。このため、302の処理を行う前の段階で、エアポンプ33から供給されたガスがオゾン通路31を流れている。また、探索電圧 V_s が初期電圧 V_{base} に設定されている。

[0098] 302では、探索電圧 V_s を連続的に増加させる場合について、単位時間当たりの増加量を増加率 B として設定する。増加率 B については、現在のオゾン通路31のガス温度 T やガス圧力、ガス流量などに基づいて設定する。例えば、ガス流量が大きいほど放電発生に伴うガス温度 T の上昇量が小さくなり、変化温度 ΔT を用いて放電発生の判定を行う際の判定精度が低下しやすい。このため、放電発生の判定精度が低下しにくくガス流量が大きいほど増加率 B を小さく設定する。また、第1実施形態での追加値 V_{add} を保持時間 T_h で除した値を増加率 B として設定してもよい。

[0099] 303では、上記第1実施形態の208と同様に、電極41への探索電圧 V_s の印加を開始する。304では、増加率 B で探索電圧 V_s の増加を開始する。305～307では、上記第1実施形態の209～211と同じ処理を行う。そして、307において、変化温度 ΔT が判定値 A より大きい場合、308に進む。

[0100] 308では、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなった超過タイミングでの探索電圧 V_s を取得する。ここでは、探索電圧 V_s の印加開始から超過タイミングまでの経過時間と探索電圧 V_s と増加率 B とに基づいて、超過タイミングでの探索電圧 V_s を算出する。309では、308にて取得した探索電圧 V_s を放電開始電圧 V_{dis} として設定する。

[0101] 307にてガス温度 T が判定値 A より大きくない場合、310に進み、探

探索電圧 V_s があらかじめ定められた上限値 V_{max} より大きいかな否かを判定する。上限値 V_{max} は、試験等により得られる値であり、放電リアクタ 32 が正常に動作している状態であれば放電が発生する確率が非常に高い値になっている。探索電圧 V_s が上限値 V_{max} より大きくない場合には、探索電圧 V_s の増加を許容するとして 305～307 の処理を行う。一方、探索電圧 V_s が上限値 V_{max} より大きい場合には、放電リアクタ 32 に異常が発生しているとして、311 に進む。

[0102] 311 では、探索電圧 V_s の増加を許容しないとして、上記第 1 実施形態の 216 と同様に、電極 41 への探索電圧 V_s の印加を停止させる。312 では、報知処理を行う。この報知処理では、放電リアクタ 32 に異常が発生している旨を示す表示をインストルメントパネルの表示装置に行わせる処理や、報知音をスピーカから出力させる処理を行う。

[0103] ここで、307 にて変化温度 ΔT が判定値 A より大きいと判定された場合は、図 10 に示すように、探索電圧 V_s が上限値 V_{max} よりも小さい値で放電が発生した場合である。この場合、探索電圧 V_s が放電が発生するほどに大きな値に達したタイミング t_e にてガス温度 T が上昇し始め、変化温度 ΔT が判定値 A より大きくなる。

[0104] 第 2 実施形態によれば、放電開始電圧 V_{dis} の探索に際して、探索電圧 V_s が連続的に増加されるため、放電が開始した探索電圧 V_s を精度良く検出することができる。このため、極力小さい探索電圧 V_s を放電開始電圧 V_{dis} として取得することができる。したがって、放電リアクタ 32 にてガスの改質を行う際にオゾンの生成量に対する消費電力を低減することができる。

[0105] (他の実施形態)

以上、本開示の複数の実施形態について説明したが、本開示は、それらの実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

[0106] 変形例 1 として、下流温度センサ 47a は、放電リアクタ 32 に対して電

氣的に絶縁されていれば、放電リアクタ 3 2 の内部に設けられていてもよい。例えば、ハウジング 4 2 の流通路 4 2 a において電極間通路 4 1 a ではない位置に配置されている。すなわち、放電リアクタ 3 2 の内部において放電空間ではない位置に配置されている。これにより、下流温度センサ 4 7 a が放電空間から電氣的に隔離された構成を実現できる。

[0107] 変形例 2 として、放電リアクタ 3 2 が一对の電極 4 1 を複数組有しているのではなく、一对の電極 4 1 を 1 組だけ有していてもよい。また、電極 4 1 は、基材 4 4 や電極線 4 5、誘電体膜 4 6 という複数の部材の組み合わせにより形成されているのではなく、1つの板材により1つの電極 4 1 が形成されていてもよい。

[0108] 変形例 3 として、第 1 実施形態の探索処理において、探索電圧 V_s を増加させるたびに電極 4 1 への電圧印加を停止してもよい。この場合でも、放電開始電圧 V_{dis} の探索を行うことは可能である。

[0109] 変形例 4 として、初期電圧 V_{base} や追加値 V_{add} 、削減値 V_{cut} 、上昇値 V_a 、上限値 V_{max} は、あらかじめ定められた値とされていてもよい。すなわち、これら値がオゾン通路 3 1 のガス圧力やガス流量等に応じて変更されない構成としてもよい。また、追加値 V_{add} は、放電開始電圧 V_{dis} が探索されるまで変更されずに同じ値に設定されるのではなく、放電開始電圧 V_{dis} が探索されるまで変更されて異なる値に設定されてもよい。

[0110] 変形例 5 として、上記第 2 実施形態の探索処理において、初期電圧 V_{base} が「0」に設定されていてもよい。この場合でも、探索電圧 V_s を増加率 B で連続的に増加させることで放電開始電圧 V_{dis} の探索を行うことができる。

[0111] 変形例 6 として、オゾン通路 3 1 の圧力センサ 3 5 は、放電リアクタ 3 2 の下流側に設けられているのではなく、放電リアクタ 3 2 の上流側に設けられていてもよく、放電リアクタ 3 2 の内部に設けられていてもよい。いずれの場合でも、圧力センサ 3 5 の検出結果に基づいて、放電リアクタ 3 2 から

流れ出るガスの圧力を算出することや推定することが可能である。

[0112] 変形例 7 として、109にて排気圧力が基準値より小さくない場合でも、排気圧力の変化態様が安定していれば探索処理を行ってもよい。

[0113] 変形例 8 として、アイドルリングストップ状態などエンジン 10 の運転が停止した状態にある場合に探索処理を行ってもよい。この場合、エアポンプ 33 を駆動させ且つ排気遮断弁 34 を開状態に移行させることで、ガス温度 T の変化態様を下流温度センサ 37a により取得することが可能になるため、変化温度 ΔT に基づいて放電の開始を検出することができる。

[0114] 変形例 9 として、上記第 1 実施形態の探索処理において、探索電圧 V_s を増加させる追加値 V_{add} と、変化温度 ΔT が判定値 A より大きいかな否かの判定を行うための基準とする探索電圧 V_s の増加量とが異なってもよい。例えば、探索電圧 V_s を段階的に増加させるたびに変化温度 ΔT が判定値 A より大きいかな否かの温度判定が行われるのではなく、探索電圧 V_s の段階的な増加が複数回行われた後に温度判定が行われる構成とする。

[0115] 変形例 10 として、ECU 60 のプロセッサ 61a により提供されていた機能は、上述のものとは異なるハードウェア及びソフトウェア、或いはこれらの組み合わせによって提供可能である。例えば、ECU 60 が省略された車両においては、車両制御 ECU の制御回路等の制御回路が、オゾン管理処理や探索処理の一部又は全部を実行してもよい。さらに、上述のものとは異なるハードウェア及びソフトウェア、或いはこれらの組み合わせによって、各機能が提供されてもよい。また、プロセッサ 61a にて実行されるプログラムを記憶するメモリ 61c としては、フラッシュメモリ及びハードディスク等の種々の非遷移的実体的記憶媒体が採用可能である。

[0116] 変形例 11 として、オゾン通路 31 は、エンジン 10 への吸気を行う吸気通路に接続されていてもよい。この構成では、放電リアクタ 32 にて生成されたオゾンが吸気通路に供給されることで、エンジン 10 での燃料の着火性が向上しやすくなる。この場合、吸気通路が内燃通路に相当する。

[0117] 変形例 12 として、燃焼システムが有するエンジン 10 は、内燃機関であ

れば、ディーゼルエンジンではなく、ガソリンエンジンであってもよい。

[0118] 変形例 13 として、放電リアクタ 32 を含んで構成された燃焼システムは、車載された内燃機関に限らず、船舶や鉄道車両、航空機等に搭載された内燃機関を有していてもよい。また、発電用の内燃機関を有していてもよい。

[0119] 変形例 14 として、放電リアクタ 32 は、エンジン 10 を有する燃焼システムに含まれるのではなく、例えば笑気ガスを供給するための医療用装置に含まれていてもよい。これは、上述したように、放電リアクタ 32 でのガスの改質に伴ってオゾンに加えて亜酸化窒素 N_2O が生成されるためである。

[0120] 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] 電極（41）からの放電によりガスの改質を行うガス改質装置（32）の動作制御を行う放電制御装置（60）であって、
前記ガス改質装置から流れ出るガスの温度をガス温度（T）として取得する温度取得部（204, 209, 301, 305）と、
前記電極からの放電が生じる電圧を探索するべく、前記電極に印加される探索電圧（V_s）を可変設定する電圧設定部（74）と、
前記電圧設定部により前記探索電圧が増加するように設定された場合に、前記探索電圧の所定の増加量（V_{add}）に対する前記ガス温度の上昇量（ ΔT ）があらかじめ定められた判定値（A）より大きいかな否かを判定する温度判定部（211, 307）と、
を備えている放電制御装置。
- [請求項2] 前記電圧設定部は、前記探索電圧を所定の増加量（V_{add}）で段階的に増加させるものである請求項1に記載の放電制御装置。
- [請求項3] 前記電圧設定部は、前記探索電圧を連続的に増加させるものである請求項1に記載の放電制御装置。
- [請求項4] 前記電圧設定部は、前記電極への電圧の印加を開始する場合に、前記探索電圧をあらかじめ定められた初期電圧（V_{base}）に設定するものであり、
前記温度判定部は、前記電極への電圧の印加が前記初期電圧にて開始された場合に、前記ガス温度の上昇量が前記判定値より大きいかな否かを判定するものである請求項1～3のいずれか1つに記載の放電制御装置。
- [請求項5] 前記ガス温度の上昇量が前記判定値より大きいと前記温度判定部により判定された場合に、前記電極への前記初期電圧の印加を停止する初期停止部（216）を備え、
前記電圧設定部は、前記初期停止部により前記初期電圧の印加が停止された後に、前記電極への電圧の印加を再開する場合に、前記初期

電圧を所定値だけ小さい電圧に更新するものである請求項4に記載の放電制御装置。

[請求項6] 前記ガス改質装置から流れ出るガスの圧力をガス圧力として取得する圧力取得部（203, 301）と、

前記圧力取得部により取得された前記ガス圧力と、前記ガス温度の上昇量が前記判定値より大きくなった場合の前記探索電圧である放電開始電圧（Vdis）とを対応付けて記憶部（61c）に記憶させる記憶実行部（215, 309）と、

を備えている請求項1～5のいずれか1つに記載の放電制御装置。

[請求項7] 前記ガス改質装置は、内燃機関（10）からの排気を通る排気通路（16）に改質後のガスを供給するものであり、

前記排気通路の内部圧力である排気圧力があらかじめ定められた基準値より小さい場合に前記電極への前記探索電圧の印加を開始する印加実行部（208, 303）を備えている請求項1～6のいずれか1つに記載の放電制御装置。

[請求項8] 前記印加実行部は、前記内燃機関がアイドル状態にある場合に、前記排気圧力が安定した状態にあるとして、前記電極への前記探索電圧の印加を開始するものである請求項7に記載の放電制御装置。

[請求項9] 電極（41）からの放電によりガスの改質を行うことでオゾンを生成するガス改質装置（32）と、

内燃機関（10）から延びる内燃通路（16）に接続され、前記ガス改質装置により生成されたオゾンを前記内燃通路に供給するオゾン通路（31）と、

前記ガス改質装置から流れ出るガスの温度を検出する温度センサ（37a）と、

を備えているガス供給装置。

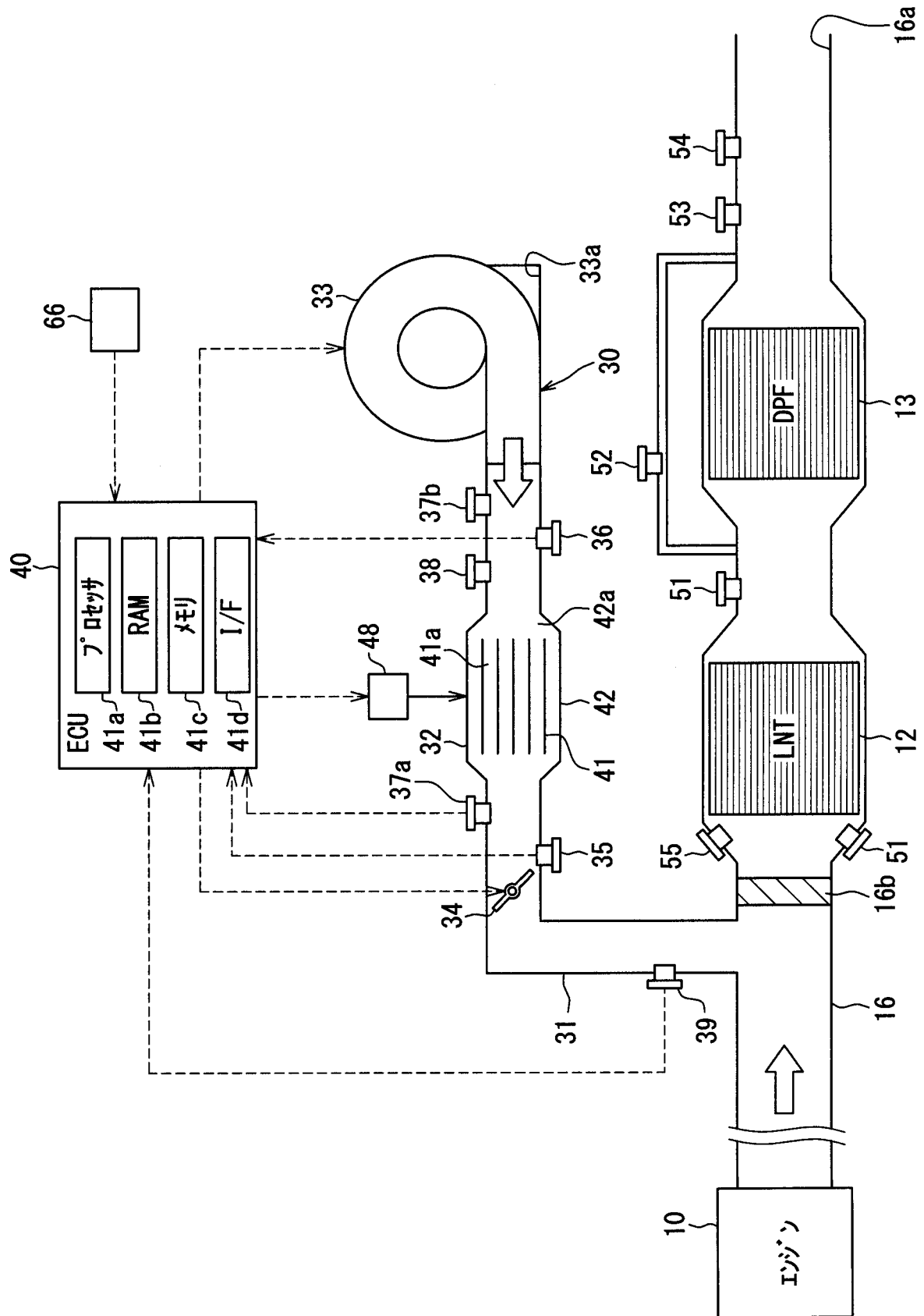
[請求項10] 電極（41）からの放電によりガスの改質を行うガス改質装置（32）の動作制御を行う放電制御方法であって、

前記ガス改質装置から流れ出るガスの温度をガス温度（ T ）として取得し（204, 209, 301, 305）、

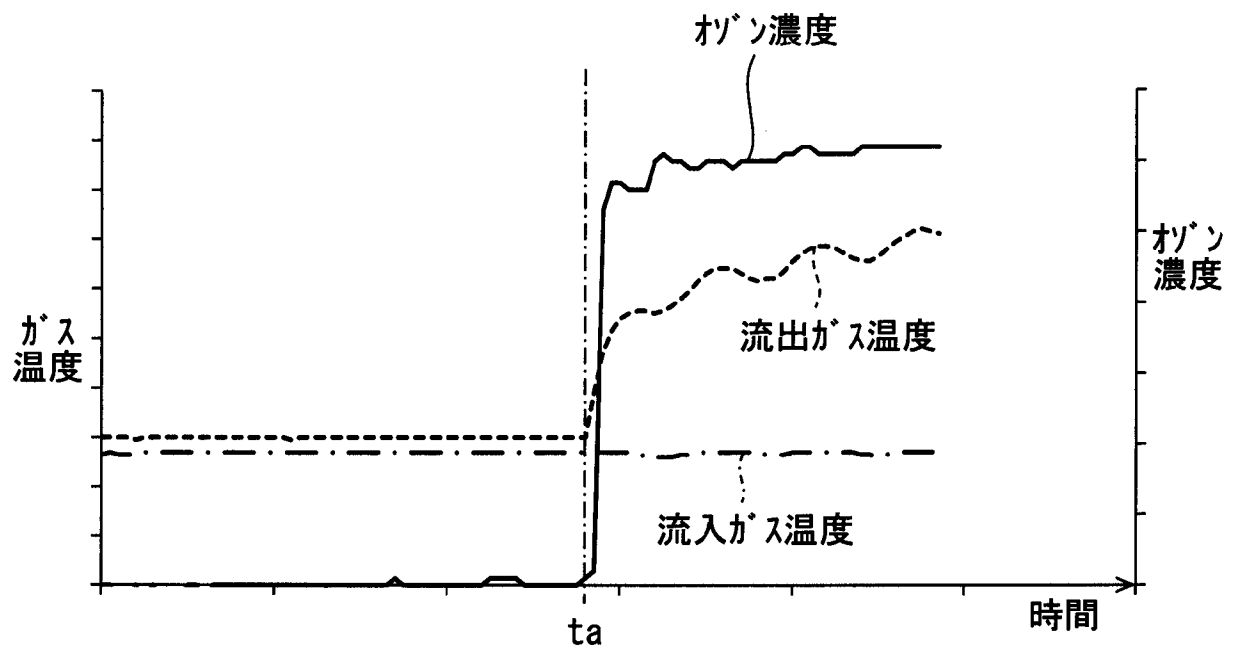
前記電極からの放電が生じる電圧を探索するべく、前記電極に印加される探索電圧（ V_s ）を可変設定し（74）、

前記探索電圧が増加するように設定された場合に、前記探索電圧の所定の増加量（ V_{add} ）に対する前記ガス温度の上昇量（ ΔT ）があらかじめ定められた判定値（ A ）より大きいかな否かを判定する（211, 307）放電制御方法。

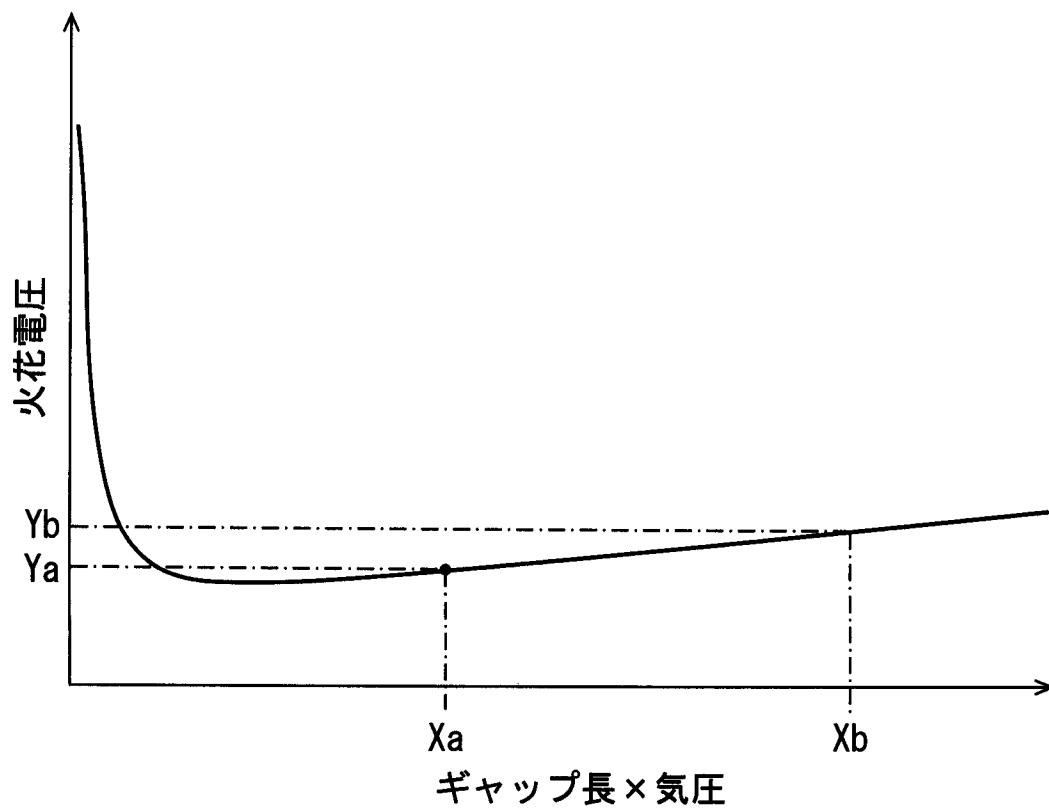
[図1]



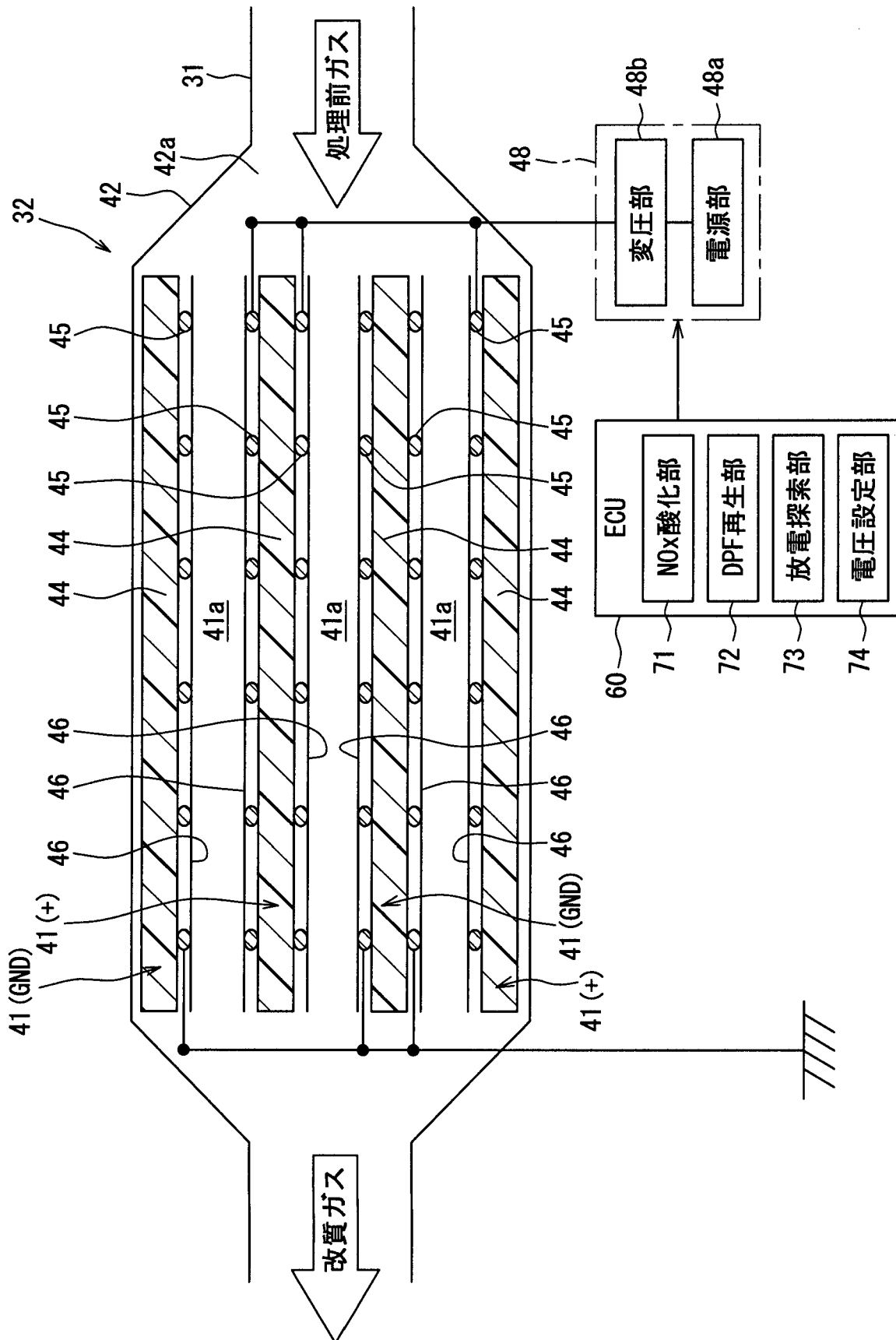
[図2]



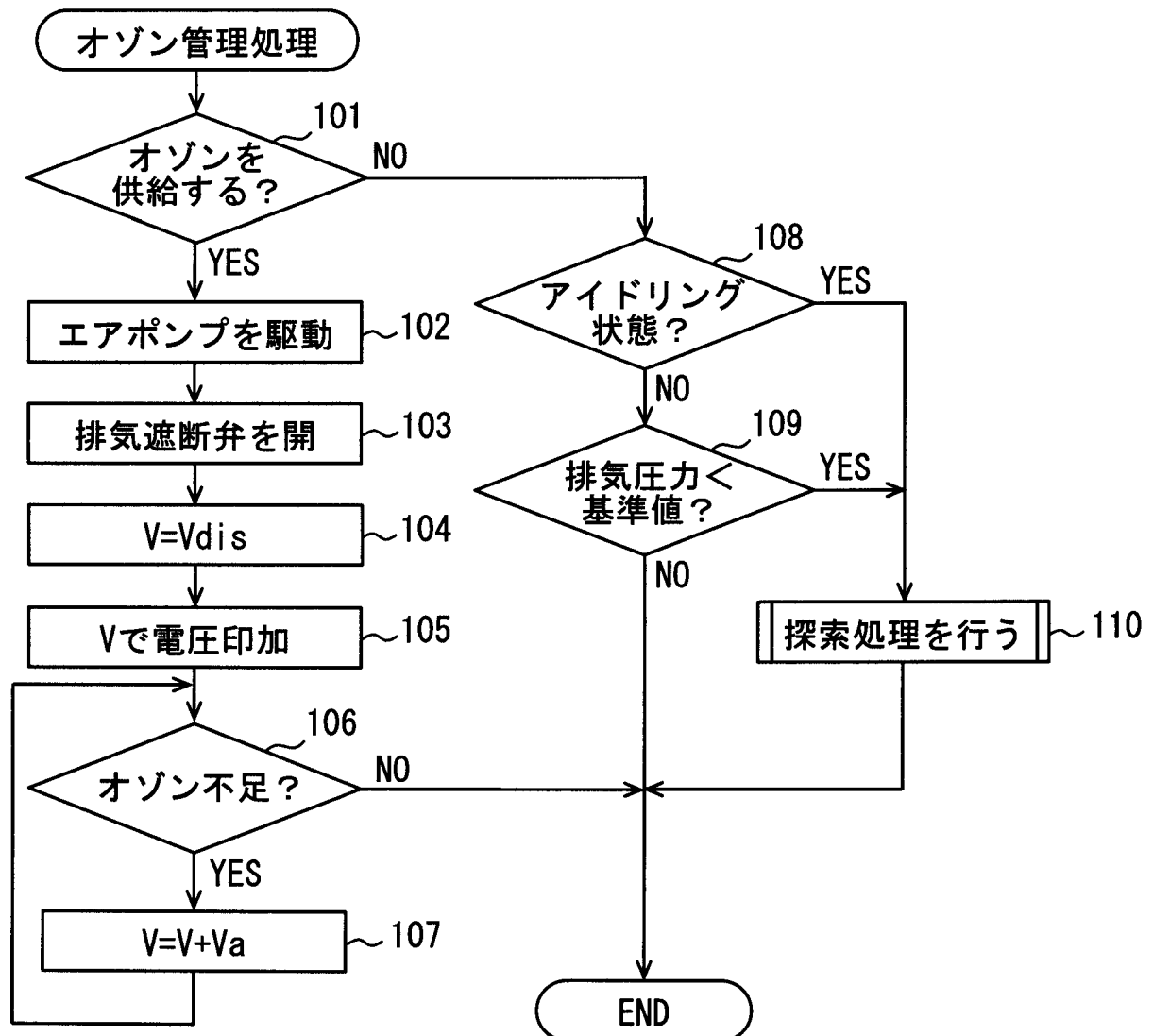
[図3]



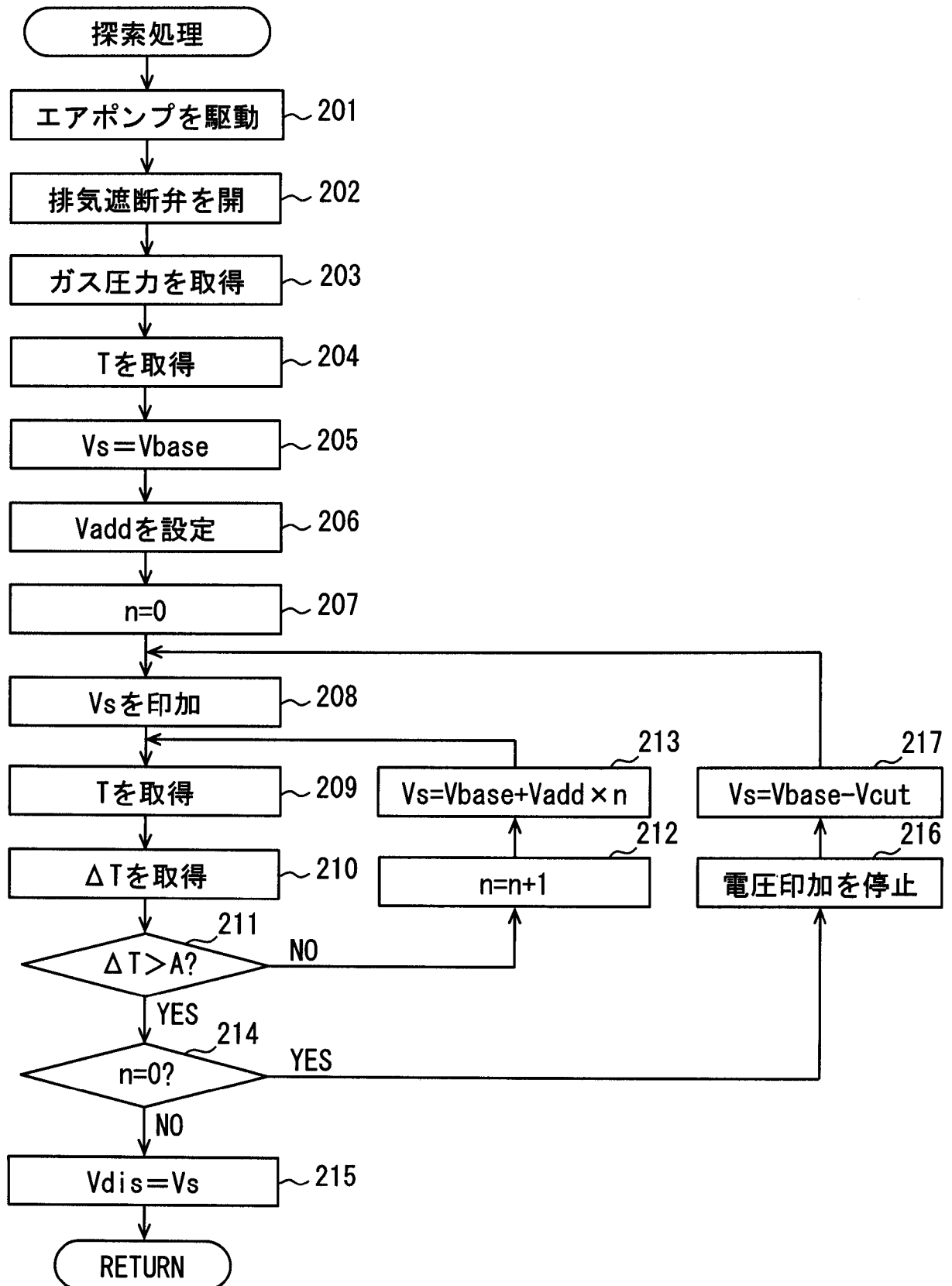
[図4]



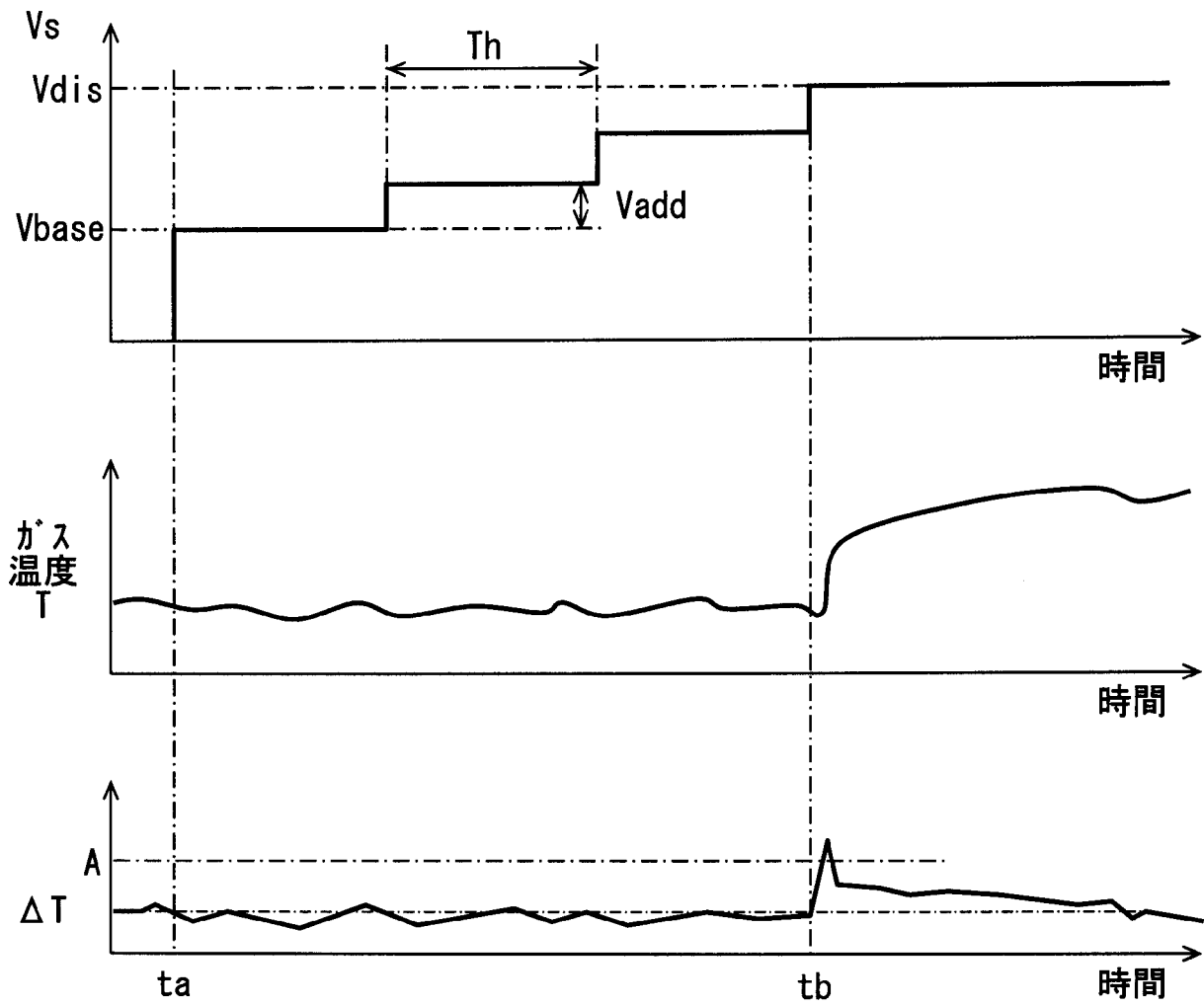
[図5]



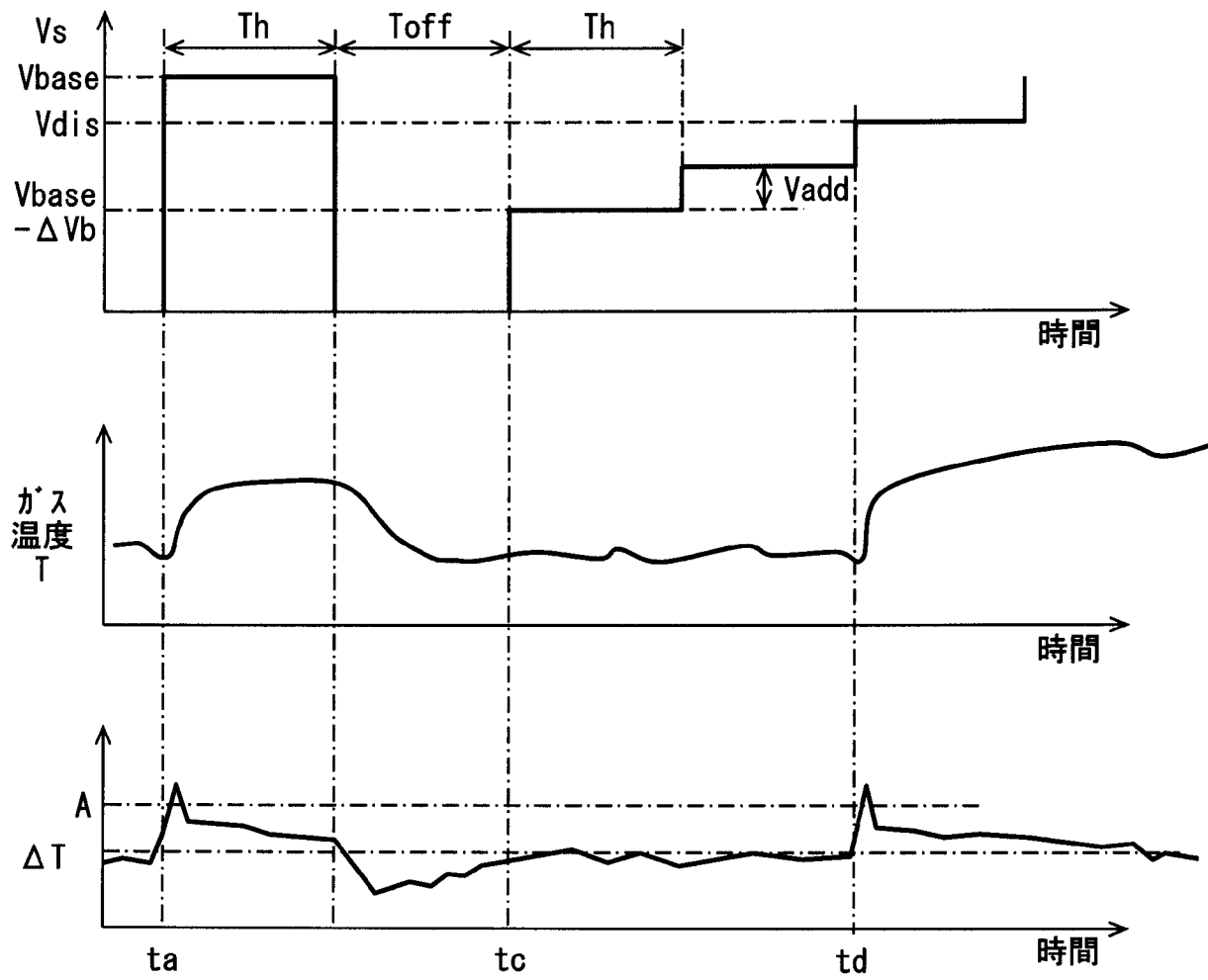
[図6]



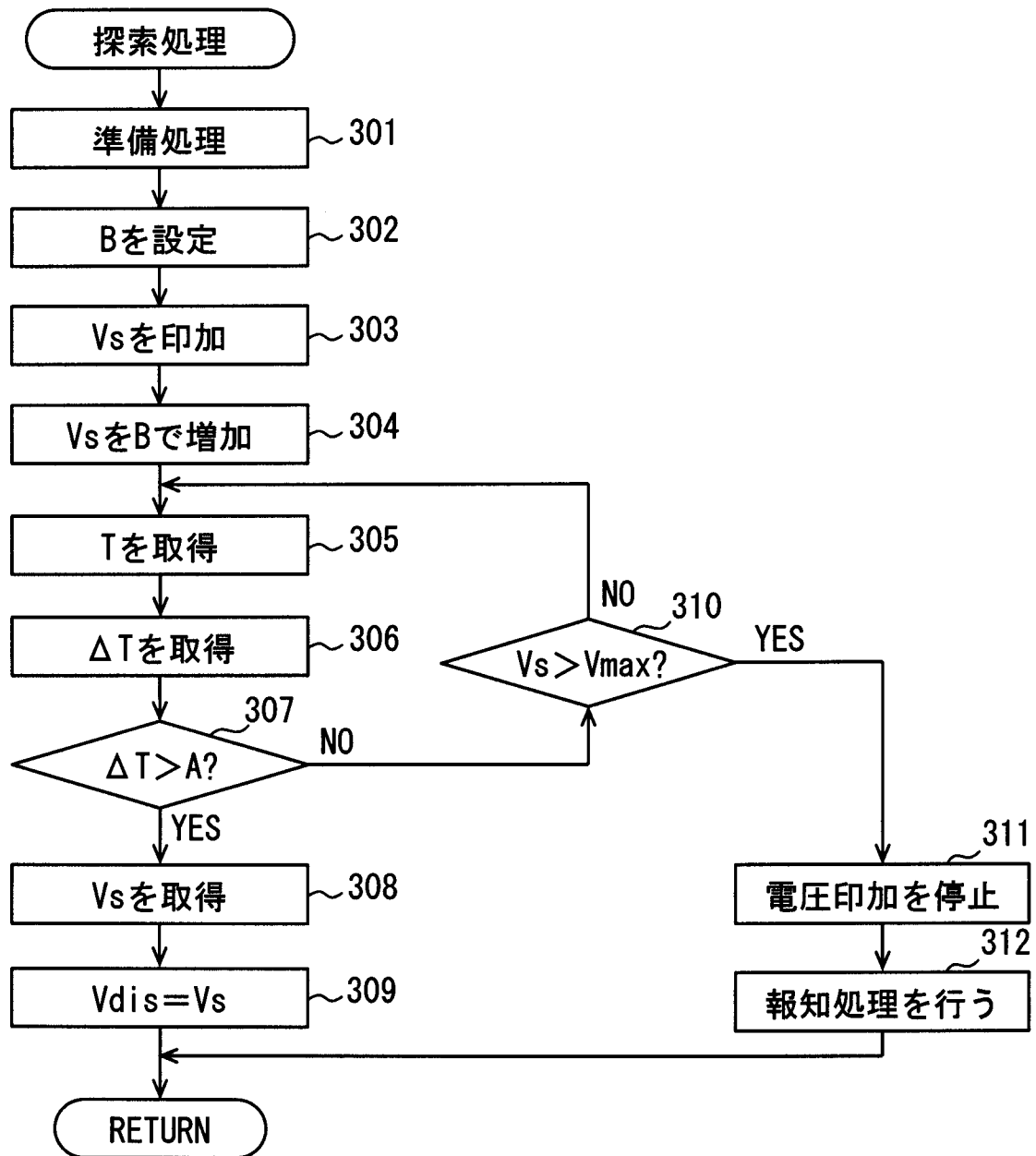
[図7]



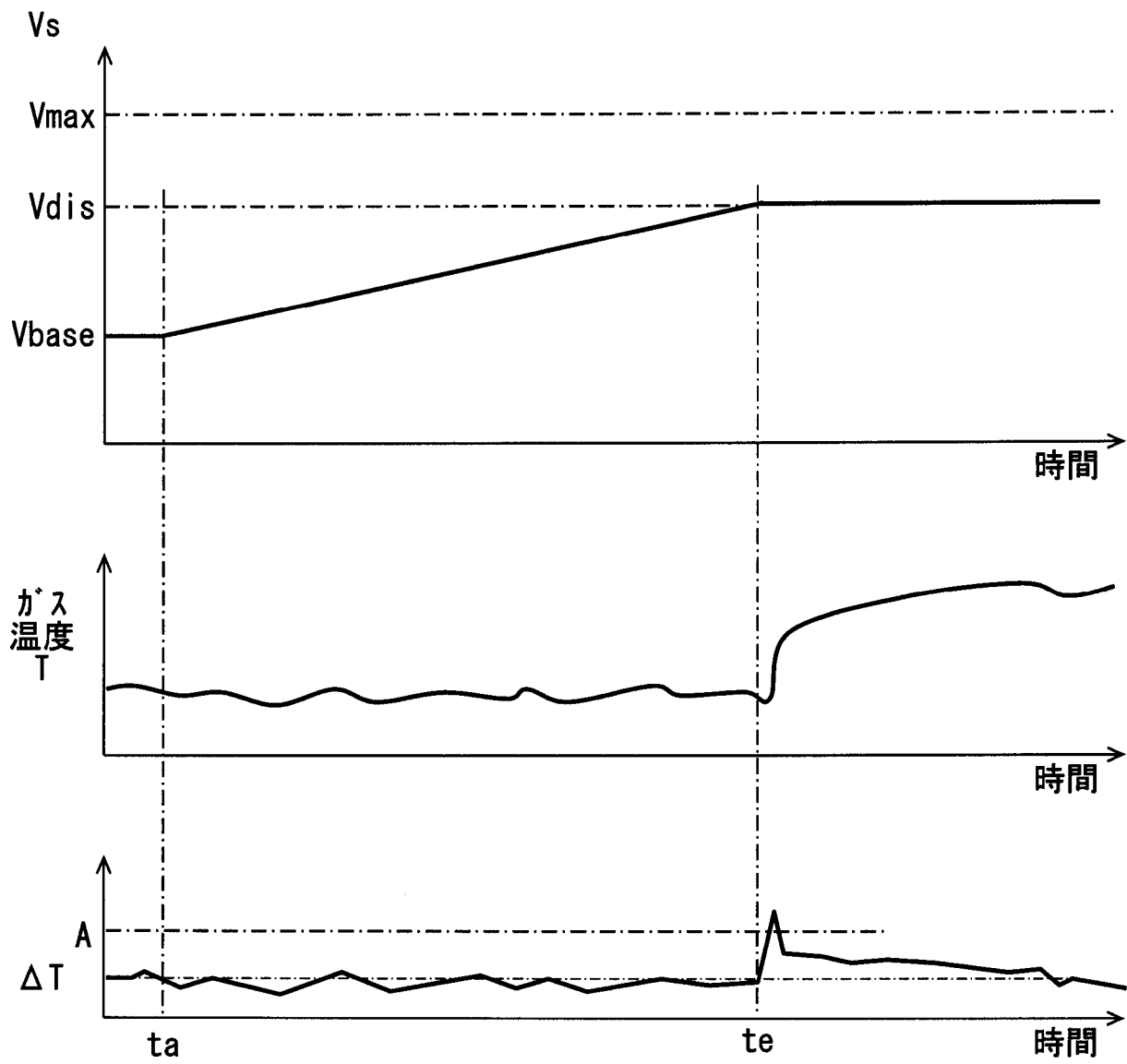
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/08(2006.01)i, B01D53/92(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, C01B13/11(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, B01D53/92, B01D53/94, B01J19/08, C01B13/11

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-183682 A (Denso Corp.), 22 October 2015 (22.10.2015), claim 1; paragraphs [0022] to [0029], [0047] to [0050], [0054] to [0065]; fig. 1 to 3 & DE 102015103613 A1	9 1-4, 6-8, 10 5
Y A	JP 11-228111 A (Ebara Shinwa Ltd.), 24 August 1999 (24.08.1999), claim 3; paragraph [0009]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4, 6-8, 10 5
A	JP 2010-209854 A (Toyota Motor Corp.), 24 September 2010 (24.09.2010), claim 1; paragraphs [0009] to [0025]; fig. 1 to 10 (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

"I" 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
14 December 2016 (14.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084872

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084872

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

In relationship with document 1 (JP 2015-183682 A (Denso Corp.), 22 October 2015 (22.10.2015), claim 1; paragraphs [0022] to [0029], [0047] to [0050], [0054] to [0065]; fig. 1 to 3), claim 1 has a special technical feature of "a temperature determination unit (211, 307) for determining, in the case where a voltage setting unit sets a search voltage to be increased, whether an increase amount (ΔT) of a gas temperature with respect to a predetermined increase amount (V_{add}) of the search voltage is larger than a predetermined determination value (A) or not".

Claims 2-8 refer to claim 1 and have the above-said special technical feature.

Further, also claim 10 has the above-said special technical feature.

On the other hand, claim 9 lacks novelty in the light of the document 1.

Consequently, the number of inventions involved in claims and the numbers of claims classified into respective invention groups are as follows.

(Invention 1) claims 1-8 and 10

(Invention 2) claim 9

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, B01D53/92(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, C01B13/11(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, B01D53/92, B01D53/94, B01J19/08, C01B13/11

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2015-183682 A（株式会社デンソー）2015.10.22, 請求項 1, [0022]-[0029], [0047]-[0050], [0054]-[0065], 図 1-3 & DE 102015103613 A1	9 1-4, 6-8, 10 5
Y A	JP 11-228111 A（株式会社荏原シンワ）1999.08.24, 請求項 3, [0009], 図 1-3（ファミリーなし）	1-4, 6-8, 10 5
A	JP 2010-209854 A（トヨタ自動車株式会社）2010.09.24, 請求項 1, [0009]-[0025], 図 1-10（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

14.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 健晴

3G

3431

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

文献 1 (JP 2015-183682 A (株式会社デンソー) 2015.10.22, 請求項 1, [0022]-[0029], [0047]-[0050], [0054]-[0065], 図 1-3) との関係において、請求項 1 は、「電圧設定部により探索電圧が増加するように設定された場合に、前記探索電圧の所定の増加量 (V a d d) に対するガス温度の上昇量 (ΔT) があらかじめ定められた判定値 (A) より大きいかな否かを判定する温度判定部 (211, 307)」という特別な技術的特徴を有する。

そして、請求項 2-8 は請求項 1 を引用しており、上記特別な技術的特徴を有する。

また、請求項 10 も上記特別な技術的特徴を有する。

一方、請求項 9 は文献 1 により新規性が欠如している。

よって、請求の範囲に含まれる発明の数及び各発明に区分した請求項の番号は以下のとおり。

(発明 1) 請求項 1-8, 10

(発明 2) 請求項 9