

(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
2024年1月11日(11.01.2024)



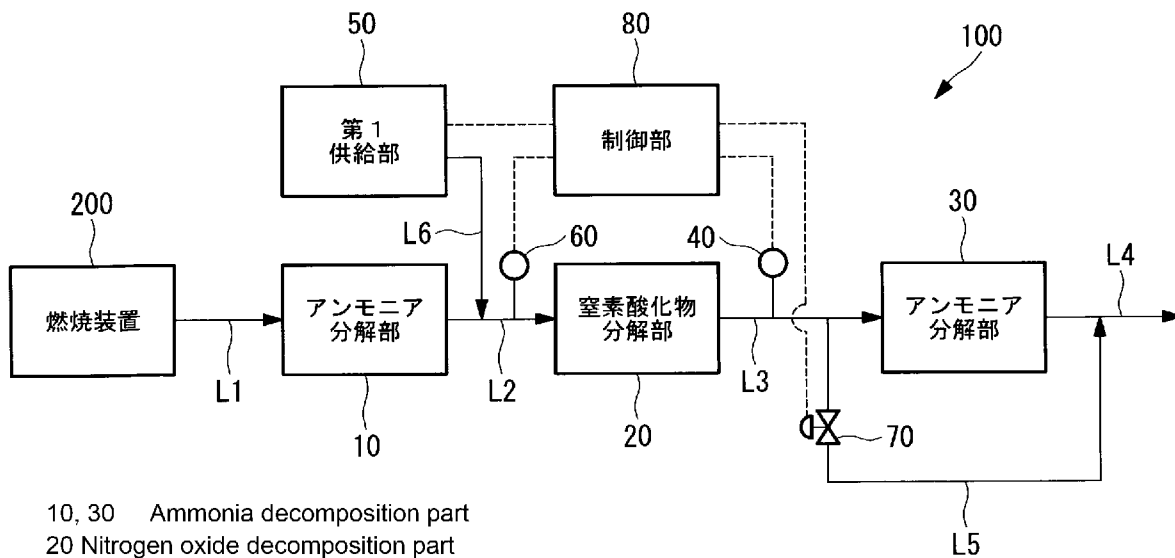
(10) 国際公開番号

WO 2024/009647 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/94 (2006.01) B01J 29/46 (2006.01)
F01N 3/20 (2006.01) B01J 29/76 (2006.01)
B01J 23/652 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/019759
- (22) 国際出願日: 2023年5月26日(26.05.2023)
- (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 2022-109634 2022年7月7日(07.07.2022) JP
特願 2022-153605 2022年9月27日(27.09.2022) JP
- (71) 出願人(KRを除く全ての指定国について):三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (71) 出願人(KRについてののみ): 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 増田 具承 (MASUDA, Tomotsugu); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 甲斐 啓一郎 (KAI, Keiichiro); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 兼田 慎平 (KANEDA, Shimpei); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: EXHAUST GAS PROCESSING DEVICE, AND METHOD FOR DESIGNING EXHAUST GAS PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法



10, 30 Ammonia decomposition part
20 Nitrogen oxide decomposition part
50 First supply part
80 Control part
200 Combustion device

(57) Abstract: Provided is an exhaust gas processing device (100) for processing an exhaust gas discharged from a combustion device (200) that combusts a fuel containing ammonia, the exhaust gas processing device (100) comprising: an ammonia decomposition part (10) having an ammonia decomposition catalyst with which ammonia contained in the exhaust gas is decomposed; and a nitrogen oxide decomposition part (20) having a second catalyst with which nitrous oxide and NOx contained in the exhaust gas in which ammonia has been decomposed by the ammonia decomposition

(74) 代理人: 藤田 考晴 (FUJITA, Takaharu);
〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみ
らい 2 - 2 - 1 横浜ランドマークタ
ワー 37F Kanagawa (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

part (10) are decomposed.

(57) 要約: アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置 (200) から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置 (100) であって、排ガスに含まれるアンモニアを分解するアンモニア分解触媒を有するアンモニア分解部 (10) と、アンモニア分解部 (10) でアンモニアが分解された排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する窒素酸化物分解部 (20) と、を備える排ガス処理装置 (100) を提供する。

明 細 書

発明の名称：排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法

技術分野

[0001] 本開示は、排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化抑制のため、カーボンニュートラルの実現が求められており、燃焼時に二酸化炭素を排出しない燃料として、アンモニア燃料の適用が検討されている。アンモニア燃料を使用する場合、排ガス中にNO_xだけでなくアンモニア(NH₃)や亜酸化窒素(N₂O)などが含まれるため、これらを排ガスから除去して環境への影響を低減する必要がある。

[0003] 従来、アンモニア分解触媒を用いてアンモニアを酸化させることにより、アンモニアを窒素と水に分解するアンモニア処理装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-26529号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1では、アンモニアを分解することができるものの、例えば処理対象のガスに亜酸化窒素が含まれる場合には亜酸化窒素を分解することができない。

[0006] また、従来、燃焼装置から排出される排ガス等に含まれるNO_xを分解するために、排ガス中に還元剤であるアンモニアや尿素水を噴霧してNO_xを還元する選択的接触還元法(Selective Catalytic Reduction: SCR)が知られている。しかしながら、選択的接触還元法では、NO_xを分解することができるものの亜酸化窒素を分解することができない。

[0007] 本開示は、このような事情に鑑みてなされたものであって、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニア、亜酸化窒素、およびNO_xを適切に分解することが可能な排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本開示は以下の手段を採用する。

本開示に係る排ガス処理装置は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置であって、前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部と、前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する第2処理部と、を備える。

[0009] 本開示に係る排ガス処理装置の設計方法は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置の設計方法であって、前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に第1係数を乗算した第1濃度と前記排ガスに含まれるNO_xの濃度に第2係数を乗算した第2濃度との合計濃度よりも高い場合に、前記燃焼装置の下流側に前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部を配置し、かつ前記第1処理部の下流側に前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計し、前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記合計濃度以下である場合には、前記燃焼装置の下流側に前記第1処理部を配置せずに前記第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計する。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニア、亜酸化窒素およびNO_xを適切に分解することが可能な排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本開示の第1実施形態に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。
- [図2]アンモニア分解触媒の分解特性を示すグラフである。
- [図3]アンモニア分解触媒におけるアンモニア濃度と温度上昇の関係を示すグラフである。
- [図4]排ガスの温度に対する亜酸化窒素の分解特性を示すグラフである。
- [図5]排ガスの温度に対するNOの分解特性を示すグラフである。
- [図6]本開示の第1実施形態に係る排ガス処理装置における還元剤の供給処理を示すフローチャートである。
- [図7]本開示の第1実施形態に係る排ガス処理装置におけるバイパス弁の切替処理を示すフローチャートである。
- [図8]本開示の第2実施形態に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。
- [図9]本開示の第2実施形態に係る排ガス処理装置のバイパス弁の切替処理を示すフローチャートである。
- [図10]本開示の第3実施形態に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。
- [図11]本開示の第4実施形態に係る排ガス処理装置の設計方法を示すフローチャートである。
- [図12]本開示の第5実施形態に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。
- [図13]窒素酸化物分解部における排ガスの温度に対する亜酸化窒素の分解率を示し、NO濃度が0ppmである場合と450ppmである場合を比較したグラフである。
- [図14]本開示の第5実施形態に係る排ガス処理装置における燃料および還元剤の供給処理を示すフローチャートである。
- [図15]本開示の第5実施形態に係る排ガス処理装置における燃料および還元剤の供給処理を示すフローチャートである。
- [図16]本開示の第5実施形態に係る排ガス処理装置における燃料および還元

剤の供給処理を示すフローチャートである。

[図17]本開示の第5実施形態の変形例に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] [第1実施形態]

以下に、本開示の第1実施形態に係る排ガス処理装置100について、図面を参照して説明する。本実施形態の排ガス処理装置100は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置200から排出される排ガスを処理し、外部へ排出されるアンモニアと亜酸化窒素とNO_xとを低減する装置である。

[0013] 燃焼装置200は、アンモニアを含む燃料を燃焼する装置であり、例えば、船舶の推進力を発生する船用ディーゼルエンジンである。本実施形態の燃焼装置200は、例えば、アンモニアと他の燃料（重油、LNG（液化天然ガス）、LPG（液化石油ガス））を混焼させる。また、燃焼装置200は、例えば、アンモニアのみを燃料として用いる装置であってもよい。

[0014] 燃焼装置200ではアンモニアを燃料として用いるため、燃焼装置200から排出される排ガスには、未燃のアンモニアが含まれている。また、燃焼装置200から排出される排ガスには、アンモニアおよびその他の燃料の燃焼により生成されるNO_x（NO、NO₂）および亜酸化窒素（N₂O）が含まれている。本実施形態の排ガス処理装置100は、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアとNO_xと亜酸化窒素とを低減する。

[0015] 図1は、本開示の第1実施形態に係る排ガス処理装置を示す概略構成図である。図1に示すように、本実施形態の排ガス処理装置100は、アンモニア分解部（第1処理部）10と、窒素酸化物分解部（第2処理部）20と、アンモニア分解部（第3処理部）30と、検出部40と、還元剤であるアンモニアまたは尿素水を供給する第1供給部50と、温度センサ60と、バイパス弁70と、制御部80と、を備える。

[0016] 燃焼装置200から排出される排ガスは、配管L1を介してアンモニア分解部10に供給される。アンモニア分解部10を通過した排ガスは、配管L

2を介して窒素酸化物分解部20に供給される。窒素酸化物分解部20を通過した排ガスは、配管L3を介してアンモニア分解部30に供給される。アンモニア分解部30を通過した排ガスは、配管L4を介して外部へ排出される。窒素酸化物分解部20を通過した排ガスの一部は、バイパス弁70が開状態の場合、アンモニア分解部30を通過せずに配管L3から配管L5を介して配管L4へ導かれる。

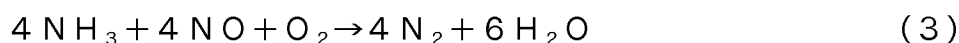
[0017] 本実施形態の排ガス処理装置100は、配管L5とバイパス弁70を備えるものとしたが、これらを備えない変形例としてもよい。この変形例においては、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスの全量がアンモニア分解部30に導かれる。

[0018] アンモニア分解部10は、燃烧装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアを分解するアンモニア分解触媒（第1触媒）を有する。アンモニア分解触媒は、アンモニアを分解するだけでなく、NO_xの分解を行うとともに亜酸化窒素の生成を抑制する機能を備える多元機能触媒である。本実施形態のアンモニア分解触媒は、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、イリジウム（Ir）およびロジウム（Rh）から選ばれた1種以上の貴金属を担持したシリカおよびまたはゼオライトである第1成分と、チタン（Ti）、タングステン（W）およびバナジウム（V）から選ばれた1種以上の元素の酸化物からなる組成物である第2成分とからなる触媒である。アンモニア分解触媒の実施例については後述する。

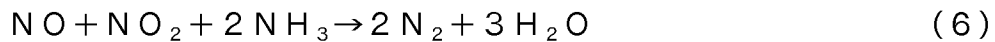
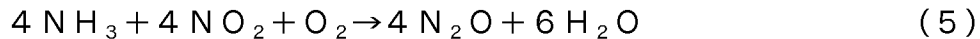
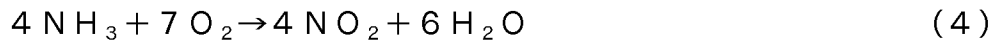
[0019] アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒は、第1成分により、以下の式（1）、（2）によりNH₃を分解する。



[0020] また、アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒は、第2成分により、以下の式（3）により、NH₃を分解するとともに式（2）で副生成されたNOの少なくとも一部を除去する。

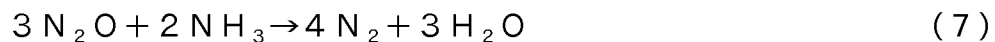


[0021] また、アンモニア分解部 10 のアンモニア分解触媒において、 NH_3 が式 (4) により酸化されて生じる NO_2 から式 (5) により亜酸化窒素 (N_2O) が生成すると推定される。アンモニア分解触媒では、脱硝触媒上に少量の貴金属触媒が均一に存在しているため、貴金属触媒上で生成した NO_2 は式 (2) で生成した NO とともに直ちに脱硝触媒上で式 (6) のように反応して N_2 となる確率が高く、そのために N_2O の副生成を低減できる。

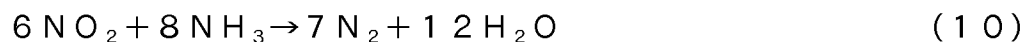
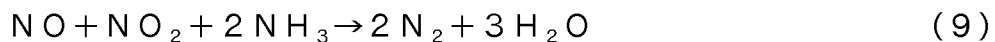
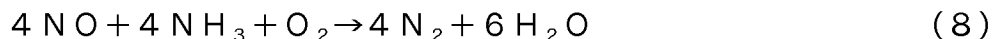


[0022] 窒素酸化物分解部 20 は、アンモニア分解部 10 でアンモニアが分解された排ガスに含まれる亜酸化窒素および NO_x を分解する窒素酸化物分解触媒 (第 2 触媒) を有する。窒素酸化物分解触媒は、 SiO_2 および Al_2O_3 を含む担体と、それに担持してなる鉄元素とを含有するものである。担体において、 SiO_2 および Al_2O_3 は、混合物として含まれていてもよいし、複合されたものとして含まれていてもよい。 SiO_2 と Al_2O_3 とが複合されたものとして、例えば、アルミノシリケート ($x\text{M}_2\text{O} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) などを挙げるができる。窒素酸化物分解触媒の実施例については後述する。

[0023] 窒素酸化物分解部 20 の窒素酸化物分解触媒は、以下の式 (7) により亜酸化窒素を NH_3 により還元反応させて分解する。



[0024] 窒素酸化物分解部 20 の窒素酸化物分解触媒は、以下の式 (8), (9), (10) により NO_x を NH_3 により還元反応させて分解する。



[0025] アンモニア分解部 30 は、窒素酸化物分解部 20 を通過した排ガスに含まれるアンモニアを分解するアンモニア分解触媒 (第 3 触媒) を有する。アン

アンモニア分解触媒は、アンモニアを分解するだけでなく、 NO_x の分解を行うとともに窒素酸化物の生成を抑制する機能を備える多元機能触媒である。アンモニア分解触媒は、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、イリジウム（Ir）およびロジウム（Rh）から選ばれた1種以上の貴金属を担持したシリカおよびまたはゼオライトである第1成分と、チタン（Ti）、タングステン（W）およびバナジウム（V）から選ばれた1種以上の元素の酸化物からなる組成物である第2成分とからなる触媒である。アンモニア分解部30の構成は、アンモニア分解部10の構成と同様であるので以下での説明を省略する。

[0026] 検出部40は、アンモニア分解部10を通過した排ガスに含まれる窒素酸化物および NO_x の濃度を検出する装置である。検出部40は、配管L3を通過する排ガスに含まれる窒素酸化物および NO_x の濃度を検出する。検出部40が検出する窒素酸化物および NO_x の濃度は、制御部80に伝達される。

[0027] 第1供給部50は、アンモニア分解部10から窒素酸化物分解部20へ供給される排ガスに還元剤であるアンモニアまたは尿素水を供給する装置である。第1供給部50は、配管L6を介して配管L2に還元剤を供給し、配管L2を流通する排ガスに混合させる。配管L6は、例えば、配管L2中に還元剤を噴霧することにより、還元剤を排ガスに混合させる。第1供給部50は、制御部80から伝達される制御信号に応じて、配管L2に供給する還元剤の供給量を調整する。

[0028] 還元剤として尿素水を供給した場合、配管L2にて排ガスと混合した尿素水は、排ガス中で加水分解し、アンモニアが生成される。そして、窒素酸化物分解部20の窒素酸化物分解触媒は、前述した式(7)、(8)、(9)により NO_x をアンモニア(NH_3)により還元反応させて分解する。

[0029] 温度センサ60は、配管L2を流通する排ガスの温度を検出する装置である。温度センサ60は、検出した排ガスの温度を制御部80に伝達する。

[0030] バイパス弁70は、配管L5に配置される開閉弁である。バイパス弁70

の開閉状態は、制御部80により制御される。バイパス弁70が開状態の場合、配管L5を介して配管L3から配管L4へ排ガスが導かれる。バイパス弁70が閉状態の場合、配管L5へ排ガスは導かれず、配管L3を流通する排ガスの全量がアンモニア分解部30を介して配管L4へ導かれる。

[0031] 制御部80は、排ガス処理装置100の各部を制御する装置である。制御部80は、記憶部(図示略)に記憶された制御プログラムを読み出して実行することにより、排ガス処理装置100の各部を制御する。

[0032] 制御部80は、検出部40が検出する亜酸化窒素およびNOxの濃度および温度センサ60が検出する排ガスの温度に応じて、第1供給部50が配管L2に供給する還元剤の供給量を制御する。また、制御部80は、検出部40が検出する亜酸化窒素およびNOxの濃度および温度センサ60が検出する排ガスの温度に応じて、バイパス弁70の開閉状態を制御する。

[0033] 次に、図2を参照して、本実施形態のアンモニア分解部10のアンモニア分解触媒の分解特性について説明する。図2は、アンモニア分解触媒の分解特性を示すグラフである。図2に示すように、アンモニアを含む排ガスの温度が350℃から450℃へ上昇するにしたがって、アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒によるアンモニア分解率[%]が上昇する。

[0034] 次に、図3を参照して、本実施形態のアンモニア分解部10のアンモニア分解触媒におけるアンモニア濃度と温度上昇の関係について説明する。図3は、アンモニア分解触媒におけるアンモニア濃度と温度上昇の関係を示すグラフである。

[0035] 図3に示すように、アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒は、アンモニアを分解する際の発熱により、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれる未燃のアンモニア濃度が高くなるにしたがって排ガスの温度上昇が大きくなる。アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒で未燃のアンモニアを燃焼させることで、アンモニア分解部10の温度を上昇させて、アンモニア分解率を高めることができる。また、アンモニア分解部10から排出される排ガスの温度を上昇させることができる。

[0036] 次に、図4を参照して、排ガスの温度に対する亜酸化窒素の分解特性について説明する。図4は、排ガスの温度に対する亜酸化窒素の分解特性を示すグラフである。図4に示す触媒A-Fは、後述する窒素酸化物分解触媒の実施例で説明する触媒A-Fに対応している。図4に示すように、触媒A-Fのいずれにおいても、排ガスの温度が上昇するにしたがって、亜酸化窒素の分解率が上昇する。したがって、アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒によりアンモニアを分解して排ガスの温度を上昇させると、排ガスの温度上昇に伴って亜酸化窒素の分解率が上昇する。

[0037] 次に、図5を参照して、排ガスの温度に対するNOの分解特性について説明する。図5は、排ガスの温度に対するNOの分解特性を示すグラフである。図5に示す触媒A-Fは、後述する窒素酸化物分解触媒の実施例で説明する触媒A-Fに対応している。図5に示すように、触媒A-Fのいずれにおいても、排ガスの温度が上昇するにしたがって、NOの分解率が上昇する。したがって、アンモニア分解部10のアンモニア分解触媒によりアンモニアを分解して排ガスの温度を上昇させると、排ガスの温度上昇に伴ってNOの分解率が上昇する。

[0038] 本実施形態において、窒素酸化物分解部20の上流側にアンモニア分解部10を設置しているのは、燃烧装置200から排出される排ガスに含まれる未燃のアンモニアの供給量が、窒素酸化物分解部20で亜酸化窒素およびNO_xを分解するのに必要なアンモニアの量を上回ることを想定しているためである。本実施形態の排ガス処理装置100は、アンモニア分解部10において余剰のアンモニアを分解し、アンモニアを分解した際の発熱により排ガスの温度を上昇させ、窒素酸化物分解部20における亜酸化窒素およびNO_xの分解率を上昇させる。

[0039] 本実施形態の排ガス処理装置100は、燃烧装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアと亜酸化窒素とNO_xの濃度がそれぞれ以下の式(11)を満たすことを想定している。

$$\text{アンモニア濃度} > \alpha \times \text{亜酸化窒素濃度} + \beta \times \text{NO}_x \text{濃度} \quad (11)$$

)

[0040] ここで、 α 、 β は係数であり、例えば、 $\alpha = 1.0$ であり、 $\beta = 1.5$ である。 $\alpha = 1.0$ としているのは、式(7)の反応におけるアンモニアと亜酸化窒素のモル比(アンモニア/亜酸化窒素 = 2/3)に1.5を乗算した値である。 $\beta = 1.5$ としているのは、式(8)の反応におけるアンモニアとNOのモル比(アンモニア/NO = 1/1)に1.5を乗算した値である。なお、 α 、 β に乗算する数値は1.5に限られず、例えば、燃焼装置200の排ガスの性状に応じて、1.2以上かつ2.0以下の任意の数値に設定してもよい。

[0041] 一方、例えば、排ガス処理装置100から排出される排ガスの量や排ガスに含まれるアンモニアが想定よりも少ない場合は、未燃のアンモニアの全量がアンモニア分解部10で分解されてしまい、窒素酸化物分解部20で還元剤として必要なアンモニアが不足してしまう。そこで、本実施形態では、窒素酸化物分解部20で還元剤として必要なアンモニアが不足する場合には、第1供給部50から還元剤を供給することにより、窒素酸化物分解部20におけるアンモニアの不足を補う。

[0042] 次に、図6を参照して、本実施形態の排ガス処理装置100における還元剤の供給処理について説明する。図6は、本実施形態の排ガス処理装置100における還元剤の供給処理を示すフローチャートである。図6の各ステップの処理は、制御部80が排ガス処理装置100の各部を制御することにより実行される。燃焼装置200による燃焼動作が開始したことに応じて、本フローチャートの処理が開始される。

[0043] ステップS101で、制御部80は、温度センサ60から伝達される配管L2を流通する排ガスの温度 T_a が還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な供給可能温度(例えば、350℃)以上であるかどうかを判定し、YESであればステップS102に処理を進め、NOであればステップS108に処理を進める。

[0044] ステップS108で、制御部80は、配管L2を流通する排ガスの温度 T

aが還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な供給可能温度よりも低いため、第1供給部50による還元剤の供給を停止させるよう制御する。

[0045] ステップS102で、制御部80は、検出部40が検出するNO_x濃度が第1所定濃度（例えば、200ppm）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS103に処理を進め、NOであればステップS105に処理を進める。

[0046] ステップS103で、制御部80は、検出部40が検出する亜酸化窒素濃度が第2所定濃度（例えば、50ppm）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS104に処理を進め、NOであればステップS105に処理を進める。

[0047] ステップS104で、制御部80は、NO_x濃度が第1所定濃度以下であり、かつ亜酸化窒素濃度が第2所定濃度以下であるため、アンモニアによるNO_xおよび亜酸化窒素の還元処理が適切に行われていると判定し、還元剤供給量を減少させるよう第1供給部50を制御する。

[0048] ステップS105で、制御部80は、NO_x濃度が第1所定濃度より高い、または亜酸化窒素濃度が第2所定濃度より高いため、アンモニアによるNO_xおよび亜酸化窒素の還元処理が十分に行われていないと判定し、還元剤供給量を増加させるよう第1供給部50を制御し、ステップS101に処理を進める。

[0049] ステップS106で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているかどうかを判定し、YESと判定した場合はステップS107に処理を進め、NOと判定した場合はステップS101を再び実行する。燃焼装置200は、燃焼動作を停止する状態を含む動作状態を制御部80に伝達する。

[0050] ステップS107で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているため、アンモニアによるNO_xおよび亜酸化窒素の還元処理が不要であると判定し、第1供給部50による還元剤の供給を停止させ、本フローチャートの処理を終了する。制御部80は、燃焼装置200が燃焼動作を開始すると、本フローチャートの処理を再開する。

- [0051] 次に、図7を参照して、本実施形態の排ガス処理装置100におけるバイパス弁70の切替処理について説明する。図7は、本実施形態の排ガス処理装置100におけるバイパス弁70の切替処理を示すフローチャートである。図7の各ステップの処理は、制御部80が排ガス処理装置100の各部を制御することにより実行される。燃烧装置200による燃烧動作が開始したことに応じて、本フローチャートの処理が開始される。
- [0052] 本実施形態の排ガス処理装置100は、窒素酸化物分解部20の下流側にアンモニア分解部30を配置したものである。アンモニア分解部30は、例えば、燃烧装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニア濃度が予め想定した濃度よりも高く、アンモニア分解部10および窒素酸化物分解部20で分解しきれない場合に、余剰のアンモニアを確実に分解して外部に排出しないために設けられている。
- [0053] 一方、アンモニア分解部30は、窒素酸化物分解部20から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が所定の許容濃度以下である場合には、排ガスをアンモニア分解部30で処理する必要がなく、排ガスがアンモニア分解部30を通過する際に圧力損失を生じさせてしまう。そこで、本実施形態では、窒素酸化物分解部20から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が所定の許容濃度以下である場合には、窒素酸化物分解部20から排出される排ガスの一部を配管L5に導くことで排ガスがアンモニア分解部30を通過する際の圧力損失の発生を防止する。
- [0054] ステップS201で、制御部80は、温度センサ60から伝達される配管L2を流通する排ガスの温度 T_a が還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な供給可能温度（例えば、350℃）以上であるかどうかを判定し、YESであればステップS203に処理を進め、NOであればステップS202に処理を進める。
- [0055] ステップS202で、制御部80は、配管L2を流通する排ガスの温度 T_a が還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な供給可能温度未満であり、燃烧装置200から排出される排ガスの温度が適切な温度まで上昇していな

いことから、バイパス弁70を閉状態とするよう制御する。

[0056] ステップS203で、制御部80は、燃焼装置200の負荷が所定負荷（例えば、50%負荷）以下であるかどうかを判定し、YESと判定した場合はステップS204へ処理を進め、NOと判定した場合はステップS201を再び実行する。燃焼装置200は、燃焼動作の負荷を制御部80に伝達する。

[0057] ステップS204で、制御部80は、燃焼装置200の負荷が所定負荷以下であることから、バイパス弁70を開状態とするよう制御する。燃焼装置200の負荷が所定負荷以下である場合、窒素酸化物分解部20から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が所定の許容濃度（例えば、5ppm）以下となり、排ガスをアンモニア分解部30で処理する必要がない。そこで、排ガスがアンモニア分解部30を通過する際に圧力損失を生じさせることを低減するため、配管L3を流通する排ガスの一部を配管L5から配管L4へ導く。

[0058] ステップS205で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているかどうかを判定し、YESと判定した場合はステップS206に処理を進め、NOと判定した場合はステップS201を再び実行する。燃焼装置200は、燃焼動作を停止する状態を含む動作状態を制御部80に伝達する。

[0059] ステップS206で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているため、バイパス弁70を閉状態とし、本フローチャートの処理を終了する。制御部80は、燃焼装置200が燃焼動作を開始すると、本フローチャートの処理を再開する。

[0060] 以上の説明において、検出部40は、アンモニア分解部10を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xの濃度を検出するものとしたが、他の態様であってもよい。検出部40は、アンモニア分解部10を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素またはNO_xのいずれかの濃度を検出するものであってもよい。検出部40が亜酸化窒素の濃度を検出する場合、図6のステップS102の処理が省略される。また、検出部40がNO_xの濃度を検出

する場合、図6にステップS103の処理が省略される。

[0061] [アンモニア分解触媒の実施例]

本実施形態のアンモニア分解部10のアンモニア分解触媒は、例えば、以下の実施例のいずれかにより得られる。

[0062] 実施例1

1. 3.3×10^{-2} wt%の塩化白金酸 ($\text{H}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 水溶液1リットルに、微粒シリカ粉末(富田製薬社製、無水ケイ酸)100gを加えて砂浴上で蒸発乾固し、空气中500°Cで2時間焼成して0.05 wt% $\text{Pt} \cdot \text{SiO}_2$ を調製して第1成分の触媒組成物粉末を得た。

[0063] 一方、酸化チタン粉末(石原産業社製、商品名、MCH、 SO_4 含有量: 3 wt%) 46.7kgにパラタングステン酸アンモニウム ($(\text{NH}_4)_{10} \cdot \text{W}_{12}\text{O}_{41} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 7.43kg、メタバナジン酸アンモニウム3.0kgとを加えてニーダを用いて混練し、得られたペーストを造粒後乾燥、550°Cで2時間焼成した。得られた顆粒を粉砕して、第2成分である触媒組成物粉末を得た。組成は $\text{Ti}/\text{W}/\text{V} = 91/5/4$ (原子比)である。

[0064] 第1成分20gと第2成分2.02kgとを水3.06kgに懸濁させて得たスラリにペーパーハニカム担体(ニチアス社製、商品名、ハニクル3722、150mm×150mm角、長さ50mm)に浸漬して担体にスラリを含ませた後、エアブローで液切りし、本実施例の触媒を得た。これを12時間大気中で風乾後、500°Cで2時間焼成した。本触媒中の第1成分と第2成分の第1成分/第2成分比は1/99(重量比、以下同じ)であり、触媒成分中のPt含有量は5ppmに相当し、触媒の担持量は第1成分と第2成分を合わせて担体表面積当たり150g/m²であった。得られたハニカム触媒から5段×8セル(11×14mm)、50mm長さを切り出してテストピースを得た。

[0065] 実施例2

実施例1の第1成分を10g、第2成分を2.02kg、水を3.04kgに変えた以外は実施例1と同様にして本実施例の触媒を得た。本触媒中の

第1成分と第2成分の第1成分／第2成分比は0.5／99.5であり、触媒成分中のPt含有量は2.5ppmに相当し、触媒の担持量は第1成分と第2成分を合わせて担体表面積当たり150g/m²であった。

[0066] 実施例3-5

実施例1で得られた第1成分および第2成分を用い、スラリー調製時の水添加量を476および816kgに変え、得られたスラリーをペーパハニカム担体（ニチアス社製、商品名、ハニクル3319、150mm×150mm角、長さ50mm）に実施例1と同様にして担持し本実施例の触媒を得た。本触媒中の第1成分と第2成分の第1成分／第2成分比は1／99であり、触媒成分中のPt含有量は5ppmに相当する。実施例3-5の触媒の担持量は、第1成分と第2成分を合わせて担体表面積当たりそれぞれ100、80、50g/m²であった。

[0067] 実施例6

実施例1のペーパハニカム担体をメタルラス（SUS304、板厚0.2mm、150mm×150mm角）に変えた以外は実施例1と同様にして本実施例の触媒を得た。本触媒中の第1成分と第2成分の第1成分／第2成分比は1／99であり、触媒成分中のPt含有量は5ppmに相当する。触媒の担持量は第1成分と第2成分を合わせて担体表面積当たり200g/m²であった。

[0068] 実施例7

実施例1のスラリー調製用の水を、コロイダルシリカ（日産化学社製、商品名、OSゾル、SiO₂分20%）／水=3／7に変える以外は同様にして本実施例の触媒を調製した。

[0069] 実施例8

実施例1で調製した第1成分20gを、コロイダルシリカ／水=3／7の液1000gに懸濁させ、これにペーパハニカム担体を浸漬して担体にスラリーを含浸した後、エアブローで液切り、12時間大気中で風乾、さらに500℃で2時間焼成した。得られた触媒を、実施例1の第2成分2.02kg

を水 3.06 kg に懸濁して得たスラリに浸漬後、液切り、風乾後、500℃で2時間焼成して本実施例の触媒を調製した。

[0070] [窒素酸化物分解触媒の実施例]

本実施形態の窒素酸化物分解部 20 の窒素酸化物分解触媒は、例えば、以下の触媒 A - E のいずれかである。

[0071] 触媒 A

(担持工程 (イオン交換))

BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=25) 60 g を 80℃ に加温した硝酸鉄(III)九水和物 ($\text{Fe}_2(\text{NO}_2)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) 13.2 g を含む水溶液 2000 ml に投入し、次いで温度 80℃ に保持した状態で3時間攪拌し、スラリを得た。濾紙 (No. 5C) を取り付けた吸引漏斗にて前記スラリに脱水処理を施した。濾紙上のケーキに所定量の純水を注ぎ、洗浄した。洗浄済みケーキを 110℃ で12時間乾燥させ、500℃ で5時間焼成した。焼成物を遊星ボールミルで粉碎して粉末状の Fe 担持ゼオライト触媒 A を得た。

[0072] (ハニカムコート工程)

Fe 担持ゼオライト触媒 A を純水に投入し、次いで攪拌して触媒スラリを得た。ハニカム基材に触媒スラリを被覆量 70 g/m² にて塗布した。これを 120℃ で2時間乾燥させ、次いで 500℃ で2時間焼成して、ハニカム触媒 A を得た。

[0073] 触媒 B

BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=25) を BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=28) に替えた以外は触媒 A と同じ製造方法で粉末状の Fe 担持ゼオライト触媒 B およびハニカム触媒 B を得た。

[0074] 触媒 C

BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=25) を BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=7.5) に替えた以外は触媒 A と同じ製造方法で粉末状の Fe 担持ゼオライト触媒 C およびハニカム触媒 C を得た。

[0075] 触媒D

CHA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=24) 60gを80℃に加熱した硝酸鉄(III)九水和物 ($\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) 13.2gを含む水溶液2000mlに投入し、次いで温度80℃に保持した状態で3時間攪拌し、スラリーを得た。濾紙 (No. 5C) を取り付けた吸引漏斗にて前記のスラリーを濾過した。濾紙上のケーキに所定量の純水を注ぎ、洗浄した。洗浄済みケーキを110℃で12時間乾燥させ、500℃で5時間焼成した。焼成物を遊星ボールミルで粉砕して粉末を得た。

[0076] この粉末を硝酸鉄(III)九水和物 ($\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) 13.2gを含む水溶液2000mlに投入し、上記操作をさらに2回 (トータル3回のイオン交換工程を) 行って、粉末状のFe担持ゼオライト触媒Dを得た。Fe担持ゼオライト触媒AをFe担持ゼオライト触媒Dに替えた以外は触媒Aと同じ製造方法でハニカム触媒Dを得た。

[0077] 触媒E

BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=25) をMFI型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=30) に替えた以外は触媒Aと同じ製造方法で粉末状のFe担持ゼオライト触媒Eおよびハニカム触媒Eを得た。

[0078] 触媒F

BEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=25) をBEA型ゼオライト ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比=24) に替えた以外は触媒Aと同じ製造方法で粉末状のFe担持ゼオライト触媒Fおよびハニカム触媒Fを得た。

[0079] 以上説明した本実施形態の排ガス処理装置100が奏する作用および効果について説明する。

本開示に係る排ガス処理装置100によれば、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアは、アンモニア分解部10を通過する際にアンモニア分解触媒により適切に分解される。また、燃焼装置200でアンモニアを燃焼する際に生成される亜酸化窒素および NO_x は、窒素酸化物分解部20を通過する際に窒素酸化物分解触媒により適切に分解される。この

ように、本開示に係る排ガス処理装置100によれば、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアおよび亜酸化窒素を適切に分解することができる。

[0080] 本実施形態の排ガス処理装置100によれば、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスにアンモニアが残存している場合であっても、アンモニア分解部30でアンモニアを分解することにより、アンモニアが外部に排出されることを防止することができる。

[0081] 本実施形態の排ガス処理装置100によれば、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度が第1所定濃度より高い、または窒素酸化物分解部20を通過した排ガスに含まれるNO_xの濃度が第2所定濃度より高いと検出部40が検出する場合には、亜酸化窒素およびNO_xを還元するためのアンモニアの不足を補うため、窒素酸化物分解部20へ供給される排ガスに第1供給部50から還元剤を供給する。そのため、アンモニア分解部10から窒素酸化物分解部20へ供給されるアンモニアの不足が補われ、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度およびNO_xの濃度を低下させることができる。

[0082] [第2実施形態]

以下、本開示の第2実施形態の排ガス処理装置100Aについて図面を参照して説明する。本実施形態の排ガス処理装置100Aは、第1実施形態の排ガス処理装置100の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第1実施形態と同様であるものとし、以下での説明を省略する。

[0083] 本実施形態の排ガス処理装置100Bは、配管L1を流通する排ガスの一部を配管L2へ導く配管（バイパス配管）L7と、配管L7に配置されるバイパス弁90を備える点が第1実施形態の排ガス処理装置100と異なる。

[0084] 図8は、本開示の第2実施形態に係る排ガス処理装置100Aを示す概略構成図である。図8に示すように、本実施形態の排ガス処理装置100Aは、配管L1を流通する排ガスの一部を配管L2へ導く配管L7と、配管L7に配置されるバイパス弁90を備える。

- [0085] バイパス弁90は、配管L7に配置される開閉弁である。バイパス弁90の開閉状態は、制御部80により制御される。バイパス弁90が開状態の場合、配管L7を介して配管L1から配管L2へ排ガスが導かれる。バイパス弁90が閉状態の場合、配管L7へ排ガスは導かれず、配管L1を流通する排ガスの全量がアンモニア分解部10を介して配管L2へ導かれる。
- [0086] 本実施形態の排ガス処理装置100Aは、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれる未燃のアンモニアの供給量が、窒素酸化物分解部20で亜酸化窒素およびNO_xを分解するのに必要なアンモニアの量を上回る場合、バイパス弁90を閉状態とし、配管L1を流通する排ガスの全量をアンモニア分解部10に導き、アンモニア分解部10において余剰のアンモニアを分解する。
- [0087] 一方、本実施形態の排ガス処理装置100Aは、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれる未燃のアンモニアの供給量が、窒素酸化物分解部20で亜酸化窒素およびNO_xを分解するのに必要なアンモニアの量と同じかそれを下回る場合、バイパス弁90を開状態とし、アンモニア分解部10を通過させずに配管L1を流通する排ガスの一部を配管L2へ導く。
- [0088] 次に、図9を参照して、本実施形態に係る排ガス処理装置100Aのバイパス弁90の切替処理について説明する。図9は、本実施形態に係る排ガス処理装置100Aのバイパス弁90の切替処理を示すフローチャートである。図9の各ステップの処理は、制御部80が排ガス処理装置100Aの各部を制御することにより実行される。燃焼装置200による燃焼動作が開始したことに応じて、本フローチャートの処理が開始される。
- [0089] ステップS301で、制御部80は、温度センサ60から伝達される配管L2を流通する排ガスの温度T_aが還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な供給可能温度（例えば、350℃）以上であるかどうかを判定し、YESであればステップS302に処理を進め、NOであればステップS305に処理を進める。
- [0090] ステップS302で、制御部80は、燃焼装置200の負荷に基づいて、

燃焼装置 200 から排出される排ガス中のアンモニア、亜酸化窒素、および NO_x の各成分の濃度を算出する。燃焼装置 200 は、燃焼動作の負荷を制御部 80 に伝達する。制御部 80 は、燃焼装置 200 の複数の負荷のそれぞれに対応付けたアンモニア、亜酸化窒素、および NO_x の各成分の濃度のマップを記憶部（図示略）に記憶させておくものとする。制御部 80 は、燃焼装置 200 から伝達される負荷に対応付けた濃度を記憶部に記憶されたマップを参照して算出する。

[0091] ステップ S303 で、制御部 80 は、ステップ S302 で算出したアンモニア濃度が、所定濃度以下であるかどうかを判定し、YES であればステップ S304 へ処理を進め、NO であればステップ S305 に処理を進める。ここで、所定濃度とは、以下の式 (12) で示される濃度である。

$$\alpha \cdot \text{亜酸化窒素濃度} + \beta \cdot \text{NO}_x \text{濃度} \quad (12)$$

ここで、 α 、 β は係数であり、例えば、 $\alpha = 1.0$ であり、第 1 実施形態の式 (11) で説明したものと同様である。

[0092] ステップ S304 で、制御部 80 は、アンモニア濃度が所定濃度以下であり、余剰のアンモニアをアンモニア分解部 10 で分解するために排ガスの全量をアンモニア分解部 10 へ供給する必要がないため、バイパス弁 90 を開状態とする。

[0093] ステップ S305 で、制御部 80 は、排ガスの温度 T_a が還元剤を窒素酸化物分解部 20 へ供給可能な供給可能温度未満であるか、あるいはアンモニア濃度が所定濃度より高いため、バイパス弁 90 を閉状態とする。これは、燃焼装置 200 から排出される排ガスの温度が十分に高まっていないか、あるいは排ガスに含まれるアンモニア濃度が所定濃度より高いため、排ガスの全量をアンモニア分解部 10 へ供給する必要があるからである。

[0094] ステップ S306 で、制御部 80 は、燃焼装置 200 が停止しているかどうかを判定し、YES と判定した場合はステップ S307 に処理を進め、NO と判定した場合はステップ S301 を再び実行する。燃焼装置 200 は、燃焼動作を停止する状態を含む動作状態を制御部 80 に伝達する。

[0095] ステップS307で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているため、バイパス弁90を閉状態とし、本フローチャートの処理を終了する。制御部80は、燃焼装置200が燃焼動作を開始すると、本フローチャートの処理を再開する。

[0096] 以上説明した本実施形態の排ガス処理装置100Bが奏する作用および効果について説明する。

本実施形態の排ガス処理装置100Aによれば、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が窒素酸化物分解部20で亜酸化窒素およびNO_xを分解する際に還元剤として必要な濃度よりも高い場合には、バイパス弁90を閉状態とすることで余剰のアンモニアをアンモニア分解部10で分解することができる。また、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が窒素酸化物分解部20で亜酸化窒素およびNO_xを分解する際に還元剤として必要な濃度と同じかそれよりも低い場合には、バイパス弁90を開状態とすることで、アンモニア分解部10でアンモニアを分解せずに窒素酸化物分解部20にアンモニアを導くことができる。

[0097] [第3実施形態]

以下、本開示の第2実施形態の排ガス処理装置100Bについて図面を参照して説明する。本実施形態の排ガス処理装置100Bは、第1実施形態の排ガス処理装置100の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第1実施形態と同様であるものとし、以下での説明を省略する。

[0098] 第1実施形態の排ガス処理装置100は、窒素酸化物分解部20の上流側にアンモニア分解部10を配置したものであった。それに対して、本実施形態の排ガス処理装置100Bは、窒素酸化物分解部20の上流側にアンモニア分解部10を配置しないものである。

[0099] 図10は、本開示の第3実施形態に係る排ガス処理装置100Bを示す概略構成図である。図10に示すように、本実施形態の排ガス処理装置100Bは、窒素酸化物分解部20の上流側にアンモニア分解部10を配置してお

らず、燃焼装置 200 から排出される排ガスは、配管 L1 を介して窒素酸化物分解部 20 に供給される。

[0100] 本実施形態において、窒素酸化物分解部 20 の上流側にアンモニア分解部 10 を設置していないのは、燃焼装置 200 から排出される排ガスに含まれる未燃のアンモニアの供給量が、窒素酸化物分解部 20 で亜酸化窒素および NO_x を分解するのに必要なアンモニアの量と同じかそれを下回ることを想定しているためである。本実施形態の排ガス処理装置 100B は、排ガスに含まれる亜酸化窒素および NO_x を分解する還元剤として必要なアンモニアの不足分を第 1 供給部 50 から供給することにより補う。

[0101] 本実施形態の排ガス処理装置 100B は、燃焼装置 200 から排出される排ガスに含まれるアンモニアと亜酸化窒素と NO_x の濃度がそれぞれ以下の式 (13) を満たすことを想定している。

$$\text{アンモニア濃度} \leq \alpha \cdot \text{亜酸化窒素濃度} + \beta \cdot \text{NO}_x \text{濃度} \quad (13)$$

ここで、 α 、 β は係数であり、第 1 実施形態の式 (11) で説明したものと同様である。

[0102] 本実施形態の排ガス処理装置 100B における還元剤の供給処理は、第 1 実施形態の図 6 に示す処理と同様である。また、本実施形態の排ガス処理装置 100A におけるバイパス弁 70 の切替処理は、第 1 実施形態の図 7 に示す処理と同様である。

[0103] 以上説明した本実施形態の排ガス処理装置 100B が奏する作用および効果について説明する。

本実施形態の排ガス処理装置 100B によれば、燃焼装置 200 から排出される排ガスに含まれるアンモニアは、窒素酸化物分解部 20 を通過する際に窒素酸化物分解触媒により還元剤として亜酸化窒素および NO_x と反応して分解される。また、燃焼装置 200 でアンモニアを燃焼する際に生成される亜酸化窒素および NO_x は、窒素酸化物分解部 20 を通過する際に窒素酸化物分解触媒により適切に分解される。このように、本実施形態の排ガス処

理装置 100B によれば、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置 200 から排出される排ガスに含まれるアンモニア、亜酸化窒素および NO_x を適切に分解することができる。

[0104] [第 4 実施形態]

以下、本開示の第 4 実施形態に係る排ガス処理装置の設計方法について説明する。本実施形態の設計方法は、第 1 実施形態および第 2 実施形態で説明した排ガス処理装置 100、100A のように窒素酸化物分解部 20 の上流側にアンモニア分解部 10 を配置する設計と、第 3 実施形態で説明した排ガス処理装置 100B のように窒素酸化物分解部 20 の上流側にアンモニア分解部 10 を配置しない設計とのいずれの設計を行うかを決定する方法である。

[0105] 図 11 は、本実施形態に係る排ガス処理装置の設計方法を示すフローチャートである。

ステップ S401 で、燃焼装置 200 から排出される排ガス中のアンモニア、亜酸化窒素、および NO_x の各成分の濃度を算出する。各成分の濃度は、燃焼装置 200 が予め定めた一定の負荷で動作するものと仮定し、その負荷における排ガス中のアンモニア、亜酸化窒素、および NO_x の各成分の濃度を特定する。

[0106] ステップ S402 で、ステップ S401 で算出したアンモニア濃度が、所定濃度以下であるかどうかを判定し、YES であればステップ S403 へ処理を進め、NO であればステップ S404 に処理を進める。ここで、所定濃度とは、第 2 実施形態の式 (12) で示される濃度であり、 $\alpha \cdot \text{亜酸化窒素濃度} + \beta \cdot \text{NO}_x \text{濃度}$ となる。

[0107] ステップ S403 で、燃焼装置 200 から排出される排ガス中のアンモニア濃度が所定濃度以下であるため、窒素酸化物分解部 20 の上流側にアンモニア分解部 10 を配置しない第 3 実施形態の排ガス処理装置 100B の設計とする。このような設計とするのは、窒素酸化物分解部 20 の上流側にアンモニア分解部 10 を配置して、余剰のアンモニアを分解する必要がないため

である。

[0108] ステップS404で、燃焼装置200から排出される排ガス中のアンモニア濃度が所定濃度より高いため、窒素酸化物分解部20の上流側にアンモニア分解部10を配置する第1実施形態の排ガス処理装置100または第2実施形態の排ガス処理装置100Aの設計とする。このような設計とするのは、排ガスに含まれるアンモニア濃度が所定濃度より高いため、排ガスの全量をアンモニア分解部10へ供給して余剰のアンモニアを分解する必要があるからである。

[0109] 本実施形態の排ガス処理装置の設計方法によれば、排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に α （第1係数）を乗算した第1濃度と排ガスに含まれる NO_x の濃度に β （第2係数）を乗算した第2濃度との合計濃度よりも高い場合には、アンモニア分解部10から窒素酸化物分解部20へ供給されるアンモニアの濃度が過剰となることを防止するため、燃焼装置200の下流側にアンモニア分解部10を配置し、かつアンモニア分解部10の下流側に窒素酸化物分解部20を配置するよう排ガス処理装置を設計する。

[0110] 一方、排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に α （第1係数）を乗算した第1濃度と排ガスに含まれる NO_x の濃度に β （第2係数）を乗算した第2濃度との合計濃度以下である場合には、アンモニア分解部10から窒素酸化物分解部20へ供給されるアンモニアの濃度が過剰とならないため、燃焼装置200の下流側にアンモニア分解部10を配置せずに窒素酸化物分解部20を配置するよう排ガス処理装置を設計する。これにより、燃焼装置200から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度に応じた適切な構成の排ガス処理装置を設計することができる。

[0111] [第5実施形態]

次に、本開示の第5実施形態の排ガス処理装置100Cについて図面を参照して説明する。本実施形態の排ガス処理装置100Cは、第1実施形態の

排ガス処理装置 100 の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第 1 実施形態と同様であるものとし、以下での説明を省略する。

[0112] 本実施形態の排ガス処理装置 100C は、燃焼装置 200 からアンモニア分解部 10 へ供給される排ガスにアンモニア分解部 10 のアンモニア分解触媒（第 1 処理部）を加熱するための燃料としてのアンモニアまたは尿素水を供給する第 2 供給部 55 を備える点で、第 1 実施形態の排ガス処理装置 100 と異なる。また、本実施形態の排ガス処理装置 100C は、アンモニア分解部 30 を備えない点で、第 1 実施形態の排ガス処理装置 100 と異なる。

[0113] 図 12 は、本実施形態に係る排ガス処理装置 100C を示す概略構成図である。図 12 に示すように、本実施形態の排ガス処理装置 100C は、アンモニア分解部（第 1 処理部）10 と、窒素酸化物分解部（第 2 処理部）20 と、検出部 40 と、第 1 供給部 50 と、第 2 供給部 55 と、温度センサ 60 と、制御部 80 と、を備える。第 2 供給部 55 を除く他の構成については、第 1 実施形態と同様であるため、以下での説明を省略する。

[0114] 第 2 供給部 55 は、温度センサ 60 が検出する温度が所定温度以下である場合に、燃焼装置 200 からアンモニア分解部 10 へ供給される排ガスにアンモニア分解触媒を加熱するための燃料としてのアンモニアまたは尿素水を供給する装置である。第 2 供給部 55 は、配管 L8 を介して配管 L1 へ尿素水を供給し、尿素水の加水分解反応によりアンモニアを生成する。

[0115] アンモニア分解部 10 へ導かれたアンモニアは、第 1 実施形態の式 (1) , (2) の反応によりアンモニア分解触媒の作用で分解される。アンモニアが分解される際の発熱反応により、アンモニア分解部 10 を通過する排ガスが加熱される。また、第 2 供給部 55 から尿素水を供給するのに替えて、第 2 供給部 55 からアンモニアを配管 L2 に供給するようにしてもよい。

[0116] 発明者らは、燃焼装置 200 から排出される排ガスの性状と亜酸化窒素の分解率との関係性を実験で確認したところ、排ガスに含まれる NO の濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じる温度帯が存在するとの知見を得た。排ガスに含まれる NO の濃度によって亜酸化窒素の分解率が変化してしま

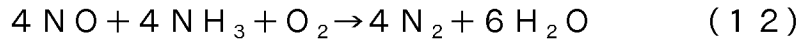
うと、第1実施形態の排ガス処理装置100では所望の亜酸化窒素の分解率が得られない可能性がある。そこで、本実施形態の排ガス処理装置100Cは、排ガスに含まれるNOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じない温度範囲で窒素酸化物分解部20を動作させるようにしている。

[0117] 図13は、窒素酸化物分解部20における排ガスの温度に対する亜酸化窒素の分解率を示し、NO濃度が0ppmである場合と450ppmである場合を比較したグラフである。図13は、窒素酸化物分解部20の窒素酸化物分解触媒として、触媒Aを用いた例である。図13に実線で示す例と点線で示す例とは、排ガス中のNO濃度が450ppmと0ppmである点で異なる。一方、図13に実線で示す例と点線で示す例とは、排ガス中の亜酸化窒素濃度が180ppmであり、排ガス中のアンモニア濃度が570ppmであり、排ガス中の酸素濃度が13%であり、排ガス中の二酸化硫黄濃度が15ppmであり、排ガス中の水分濃度が15%であり、残りが窒素である点で共通している。

[0118] 図13に示すように、排ガスの温度が450℃の近傍であれば、排ガス中のNO濃度が450ppmと0ppmで異なっても、亜酸化窒素の分解率の差が殆ど無い。一方、排ガスの温度が450℃を下回るにつれて、亜酸化窒素の分解率の差が大きくなる。具体的には、同じ排ガス温度においては、排ガス中のNO濃度が450ppmである場合の亜酸化窒素の分解率よりも、排ガス中のNO濃度が0ppmである場合の亜酸化窒素の分解率が低くなる。

[0119] 図13が以上のような傾向を示すのは、以下の式(11)において窒素酸化物分解触媒に結合した酸素が、450℃よりも低い温度範囲において、式(12)にて結合した酸素が取り除かれたおよび/または式(13)の反応で亜酸化窒素が還元されたためと推測される。すなわち、排ガス中のNOが亜酸化窒素とともに存在する方が、亜酸化窒素の分解率が高くなるためであると推測される。





[0120] 発明者らは、以上の図13に示す実験結果を考慮し、排ガスに含まれるNOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じないように、アンモニア分解部10から排出される排ガスの温度が450℃以上となるように温度範囲を設定した。また、発明者らは、触媒反応器への熱応力低減及び触媒の熱劣化抑制のため、アンモニア分解部10から排出される排ガスの温度が530℃以下となるように温度範囲を設定した。

[0121] 次に、図14から図16を参照して、本実施形態に係る排ガス処理装置100Cにおける燃料および還元剤の供給処理について説明する。図14から図16は、本実施形態に係る排ガス処理装置100Cにおける燃料および還元剤の供給処理を示すフローチャートである。図14から図16の各ステップの処理は、制御部80が排ガス処理装置100Cの各部を制御することにより実行される。燃焼装置200による燃焼動作が開始したことに応じて、本フローチャートの処理が開始される。

[0122] ステップS401で、制御部80は、温度センサ60から伝達される配管L2を流通する排ガスの温度 T_a が、第2供給部55からアンモニア分解触媒（第1処理部）を加熱するための燃料をアンモニア分解部10へ供給可能な燃料供給可能温度（例えば、300℃）以上であるかどうかを判定し、YESであればステップS402に処理を進め、NOであればステップS403に処理を進める。

[0123] ステップS402で、制御部80は、第2供給部55から配管L1への燃料の供給量を増加させるよう第2供給部55を制御する。ステップS401の後に初めてステップS402を実行する際に、第2供給部55による燃料の供給量を0から所定の供給量に増加させる。

[0124] ステップS403で、制御部80は、配管L1を流通する排ガスの温度 T_a が燃料をアンモニア分解部10へ供給可能な燃料供給可能温度よりも低い場合、第2供給部55による燃料の供給を停止させるよう制御する。

- [0125] ステップS404で、制御部80は、排ガスの温度 T_a が還元剤を窒素酸化物分解部20へ供給可能な還元剤供給可能温度（例えば、450℃）以上であるかどうかを判定し、YESであればステップS405に処理を進め、NOであればステップS402に処理を進めて第2供給部55からの燃料の供給量を増加させる。
- [0126] ステップS405で、制御部80は、第1供給部50から配管L2への還元剤の供給量を増加させるよう第1供給部50を制御する。ステップS404の後に初めてステップS405を実行する際に、第1供給部50による還元剤の供給量を0から所定の供給量に増加させる。
- [0127] ステップS406で、制御部80は、検出部40が検出する NO_x 濃度が第1所定濃度（例えば、200ppm）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS407に処理を進め、NOであればステップS414に処理を進める。
- [0128] ステップS407で、制御部80は、検出部40が検出する亜酸化窒素濃度が第2所定濃度（例えば、10ppm）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS408に処理を進め、NOであればステップS414に処理を進める。
- [0129] ステップS408で、制御部80は、燃焼装置200の負荷制限を解除するよう燃焼装置200を制御する。制御部80は、本ステップで負荷制限を解除するまでは、燃焼装置200を所定の負荷以下となるように制御する。これは、燃焼装置200の負荷に制限を設けずに動作させる際に、 NO_x 濃度および亜酸化窒素濃度を低下させるために第1供給部50から窒素酸化物分解部20へ供給される還元剤の供給量が過剰となってしまうと、未反応のアンモニアが窒素酸化物分解部20から配管L3を介して外部へ排出される可能性があるからである。
- [0130] 本ステップで負荷制限を解除するまでは、燃焼装置200を所定の負荷以下となるように制御することで、未反応のアンモニアが窒素酸化物分解部20から配管L3を介して外部へ排出されることを防止すると共に、 NO_x 濃

度および亜酸化窒素濃度を閾値以下にすることができ、環境負荷を低減できる。

- [0131] ステップS409で、制御部80は、温度T_aが第1上限温度（例えば、480℃）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS410へ処理を進め、NOであればステップS411に処理を進める。
- [0132] ステップS410で、制御部80は、温度T_aが第1上限温度を下回るように、第2供給部55から配管L1への燃料の供給量を減少させる。制御部80は、ステップS410を実行した後はステップS404に処理を進める。
- [0133] ステップS411で、制御部80は、温度T_aが第1上限温度より低いことから、第1供給部50から配管L2への還元剤の供給量を減少させステップS412に処理を進める。
- [0134] ステップS412で、制御部80は、燃烧装置200が停止しているかどうかを判定し、YESと判定した場合はステップS413に処理を進め、NOと判定した場合はステップS404を再び実行する。燃烧装置200は、燃烧動作を停止する状態を含む動作状態を制御部80に伝達する。
- [0135] ステップS413で、制御部80は、燃烧装置200が停止しているため、第1供給部50による還元剤の供給、および第2供給部55による燃料の供給を停止させ、本フローチャートの処理を終了する。制御部80は、燃烧装置200が燃烧動作を開始すると、本フローチャートの処理を再開する。
- [0136] ステップS414で、制御部80は、図9のステップS302にて算出されたNO_x濃度と亜酸化窒素濃度に対して、NO_xおよび亜酸化窒素を還元処理するのに必要な還元剤量を算出し、必要な還元剤量に所定の係数 γ を乗算した量より、供給している還元剤量が多いかを判定し、YESであればステップS415に処理を進め、NOであればステップS405に処理を進める。ここで、所定還元剤供給量とは、窒素酸化物合計濃度に含まれるNO_xと亜酸化窒素を還元処理するのに必要な還元剤量に所定の係数 γ を乗算した供給量である。係数 γ は、例えば、0.8以上かつ1.2以下の値に設定さ

れる。

- [0137] ステップS415で、制御部80は、温度T_aが第2上限温度（例えば、530℃）以下であるかどうかを判定し、YESであればステップS416へ処理を進め、NOであればステップS417に処理を進める。
- [0138] ステップS416で、制御部80は、第2供給部55から配管L1への燃料の供給量を増加させる。制御部80は、ステップS416を実行した後はステップS419に処理を進める。
- [0139] ステップS417で、制御部80は、温度T_aが第2上限温度を下回るように、第2供給部55から配管L1への燃料の供給量を減少させる。
- ステップS418で、制御部80は、燃焼装置200の出力を減少させ（例えば、10%の負荷低減）、ステップS404に処理を進める。
- [0140] ステップS419で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているかどうかを判定し、YESと判定した場合はステップS420に処理を進め、NOと判定した場合はステップS405を再び実行する。燃焼装置200は、燃焼動作を停止する状態を含む動作状態を制御部80に伝達する。
- [0141] ステップS420で、制御部80は、燃焼装置200が停止しているため、第1供給部50による還元剤の供給、および第2供給部55による燃料の供給を停止させ、本フローチャートの処理を終了する。制御部80は、燃焼装置200が燃焼動作を開始すると、本フローチャートの処理を再開する。
- [0142] なお、以上の説明において、第2供給部55から燃料を供給してアンモニア分解部10のアンモニア分解触媒で発熱反応させるアンモニアを生成するものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、第1供給部50からアンモニアまたは尿素水を配管L1に供給するようにしてもよい。
- [0143] 本実施形態の排ガス処理装置100Cによれば、燃焼装置200からアンモニア分解部10へ供給される排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給することにより、アンモニア分解部10でのアンモニアの酸化による発熱反応を促進させることができる。これにより、アンモニア分解部10から窒素酸化物分解部20へ導かれる排ガスの温度を適切に上昇させ、排ガスに含まれる

NOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じない温度範囲で窒素酸化物分解部20を動作させることができる。

[0144] また、本実施形態の排ガス処理装置100Cによれば、所定温度を450℃以上かつ530℃以下のとすることにより、排ガスに含まれるNOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じない適切な温度範囲で窒素酸化物分解部20を動作させることができる。

[0145] なお、本実施形態の排ガス処理装置100Cは、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスを、配管L3を介して外部へ排出するものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、図17に示す変形例の排ガス処理装置100Dのように、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスをアンモニア分解部30に導入し、アンモニア分解部30を通過した排ガスを、配管L4を介して外部へ排出するようにしてもよい。

[0146] 図17は、本開示の第5実施形態の変形例に係る排ガス処理装置100Dを示す概略構成図である。図17に示すアンモニア分解部30は、第1実施形態のアンモニア分解部30と同様の構成である。図17に示す排ガス処理装置100Dによれば、窒素酸化物分解部20を通過した排ガスにアンモニアが含まれていたとしても、アンモニア分解部30でアンモニアを適切に分解して外部へアンモニアが排出されないようにすることができる。

[0147] また、図17に示す排ガス処理装置100Dでは、アンモニア分解部30でアンモニアが適切に分解されるため、図15のステップS408より前での燃焼装置200の負荷制限が不要となるか、負荷制限が行われる頻度を低減することができる。負荷制限が不要となるか、負荷制限が行われる頻度を低減するためには、ステップS414において、図9のステップS302にて算出されたNOx濃度と亜酸化窒素濃度に対して、NOxおよび亜酸化窒素を還元処理するのに必要な還元剤量を算出し、必要な還元剤量に乗算する係数 γ を第5実施形態よりも大きな値（例えば、1.5）に設定する。

[0148] 以上説明した各実施形態に記載の排ガス処理装置および排ガス処理装置の設計方法は例えば以下のように把握される。

本開示に係る排ガス処理装置（100）は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置（200）から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置（100, 100A）であって、前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部（10）と、前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する第2処理部（20）と、を備える。

[0149] 本開示に係る排ガス処理装置によれば、燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニアは、第1処理部を通過する際に第1触媒により適切に分解される。また、燃焼装置でアンモニアを燃焼する際に生成される亜酸化窒素およびNO_xは、第2処理部を通過する際に第2触媒により適切に分解される。このように、本開示に係る排ガス処理装置によれば、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニア、亜酸化窒素およびNO_xを適切に分解することができる。

[0150] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第1処理部は、前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する際に生成されるNO_xを前記第1触媒により除去する構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、第1処理部でアンモニアを分解する際に生成されるNO_xが第1触媒により除去されるため、燃焼装置から排出される排ガスに含まれるNO_xが第1処理部を通過する際に増加することを適切に防止することができる。

[0151] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第1処理部を通過させずに前記燃焼装置から排出される前記排ガスを前記第2処理部へ導くバイパス配管（L7）と、前記バイパス配管に配置されるバイパス弁（90）と、を備える構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が第2処理部で亜酸化窒素およびNO_xを分解する際に還元剤として必要な濃度よりも高い場合には、バイパス弁を閉状態とすることで余剰のアンモニアを第1処理部で分解することができる。また、燃焼

装置から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度が第2処理部で亜酸化窒素およびNO_xを分解する際に還元剤として必要な濃度と同じかそれよりも低い場合には、バイパス弁を開状態とすることで、第1処理部でアンモニアを分解せずに第2処理部にアンモニアを導くことができる。

[0152] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第3処理部(30)を備える構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、第2処理部を通過した排ガスにアンモニアが残存している場合であっても、第3処理部でアンモニアを分解することにより、アンモニアが外部に排出されることを防止することができる。

[0153] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれる亜酸化窒素および/またはNO_xの濃度を検出する検出部(40)と、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度が第1所定濃度より高い、または前記排ガスに含まれるNO_xの濃度が第2所定濃度より高い場合に、前記第1処理部から前記第2処理部へ供給される前記排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給する第1供給部(50)と、を備え、前記第2触媒は、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xをアンモニアにより還元して分解する触媒である構成としてもよい。

[0154] 本構成の排ガス処理装置によれば、第2処理部を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度が第1所定濃度より高い、または第2処理部を通過した排ガスに含まれるNO_xの濃度が第2所定濃度より高いと検出部が検出する場合には、亜酸化窒素およびNO_xを還元するためのアンモニアの不足を補うため、第2処理部へ供給される排ガスに第1供給部から還元剤としてアンモニアまたは尿素水を供給する。そのため、第1処理部から第2処理部へ供給されるアンモニアの不足が補われ、第2処理部を通過した排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度およびNO_xの濃度を低下させることができる。

[0155] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第1処理部から排出される前記排ガスの温度を検出する温度検出部と、前記温度検出部が検出する温度が

所定温度以下である場合に、前記燃焼装置から前記第1処理部へ供給される前記排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給する第2供給部(55)と、を備える構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、燃焼装置から第1処理部へ供給される排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給することにより、第1処理部でのアンモニアの分解による発熱反応を促進させることができる。これにより、第1処理部から第2処理部へ導かれる排ガスの温度を適切に上昇させ、排ガスに含まれるNOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じない温度範囲で窒素酸化物分解部を動作させることができる。

[0156] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第3処理部(30)を備える構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、第2処理部を通過した排ガスにアンモニアが含まれていたとしても、第3処理部でアンモニアを適切に分解して外部へアンモニアが排出されないようにすることができる。

[0157] 本開示に係る排ガス処理装置において、前記所定温度は、450℃以上かつ530℃以下の温度である構成としてもよい。

本構成の排ガス処理装置によれば、所定温度を450℃以上かつ530℃以下のとすることにより、排ガスに含まれるNOの濃度によって亜酸化窒素の分解率に変化が生じない適切な温度範囲で窒素酸化物分解部を動作させることができる。

[0158] 本開示に係る排ガス処理装置は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置(100B)であって、前記燃焼装置から排出される前記排ガスに還元剤としてのアンモニアを供給する第1供給部(50)と、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを前記アンモニア供給部から供給されたアンモニアにより還元する分解触媒を有する窒素酸化物分解部(20)と、前記窒素酸化物分解部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解するアンモニア分解部(30)と、を

備える。

[0159] 本開示に係る排ガス処理装置によれば、燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニアは、窒素酸化物分解部を通過する際に分解触媒により還元剤として亜酸化窒素および NO_x と反応して分解される。また、燃焼装置でアンモニアを燃焼する際に生成される亜酸化窒素および NO_x は、窒素酸化物分解部を通過する際に分解触媒により適切に分解される。このように、本開示に係る排ガス処理装置によれば、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスに含まれるアンモニア、亜酸化窒素および NO_x を適切に分解することができる。

[0160] 本開示に係る排ガス処理装置の設計方法は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置の設計方法であって、前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に第1係数を乗算した第1濃度と前記排ガスに含まれる NO_x の濃度に第2係数を乗算した第2濃度との合計濃度よりも高い場合に、前記燃焼装置の下流側に前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部を配置し、かつ前記第1処理部の下流側に前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素および NO_x を分解する第2触媒を有する第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計し、前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記合計濃度以下である場合に、前記燃焼装置の下流側に前記第1処理部を配置せずに前記第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計する。

[0161] 本開示の排ガス処理装置の設計方法によれば、排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に第1係数を乗算した第1濃度と排ガスに含まれる NO_x の濃度に第2係数を乗算した第2濃度との合計濃度よりも高い場合には、第1処理部から第2処理部へ供給されるアンモニアの濃度が過剰となることを防止するため、燃焼装置の下流側に第1処理部を配置し、かつ第1処理部の下流側に第2処理部を配置するよう排ガス処理装置を設計する。

[0162] 一方、排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に第1係数を乗算した第1濃度と排ガスに含まれるNO_xの濃度に第2係数を乗算した第2濃度との合計濃度以下である場合には、第1処理部から第2処理部へ供給されるアンモニアの濃度が過剰とならないため、燃烧装置の下流側に第1処理部を配置せずに第2処理部を配置するように排ガス処理装置を設計する。これにより、燃烧装置から排出される排ガスに含まれるアンモニアの濃度に応じた適切な構成の排ガス処理装置を設計することができる。

符号の説明

- [0163] 10 アンモニア分解部（第1処理部）
20 窒素酸化物分解部（第2処理部）
30 アンモニア分解部（第3処理部）
40 検出部
50 第1供給部（還元剤供給部）
55 第2供給部（燃料供給部）
60 温度センサ
70 バイパス弁
80 制御部
90 バイパス弁
100, 100A, 100B, 100C, 100D 排ガス処理装置
200 燃烧装置
L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8 配管

請求の範囲

- [請求項1] アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置であって、
前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部と、
前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する第2処理部と、を備える排ガス処理装置。
- [請求項2] 前記第1処理部は、前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する際に生成されるNO_xを前記第1触媒により除去する請求項1に記載の排ガス処理装置。
- [請求項3] 前記第1処理部を通過させずに前記燃焼装置から排出される前記排ガスを前記第2処理部へ導くバイパス配管と、
前記バイパス配管に配置されるバイパス弁と、を備える請求項1または請求項2に記載の排ガス処理装置。
- [請求項4] 前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第3処理部を備える請求項1または請求項2に記載の排ガス処理装置。
- [請求項5] 前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれる亜酸化窒素および/またはNO_xの濃度を検出する検出部と、
前記排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度が第1所定濃度より高い、または前記排ガスに含まれるNO_xの濃度が第2所定濃度より高い場合に、前記第1処理部から前記第2処理部へ供給される前記排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給する第1供給部と、を備え、
前記第2触媒は、前記排ガスに含まれるNO_xをアンモニアにより還元して分解する触媒である請求項1または請求項2に記載の排ガス処理装置。
- [請求項6] 前記第1処理部から排出される前記排ガスの温度を検出する温度検

出部と、

前記温度検出部が検出する温度が所定温度以下である場合に、前記燃焼装置から前記第1処理部へ供給される前記排ガスにアンモニアまたは尿素水を供給する第2供給部と、を備える請求項5に記載の排ガス処理装置。

[請求項7] 前記第2処理部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第3処理部を備える請求項6に記載の排ガス処理装置。

[請求項8] 前記所定温度は、450℃以上かつ530℃以下の温度である請求項6に記載の排ガス処理装置。

[請求項9] アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置であって、

前記燃焼装置から排出される前記排ガスに還元剤としてのアンモニアを供給するアンモニア供給部と、

前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを前記アンモニア供給部から供給されたアンモニアにより還元する窒素酸化物分解触媒を有する窒素酸化物分解部と、

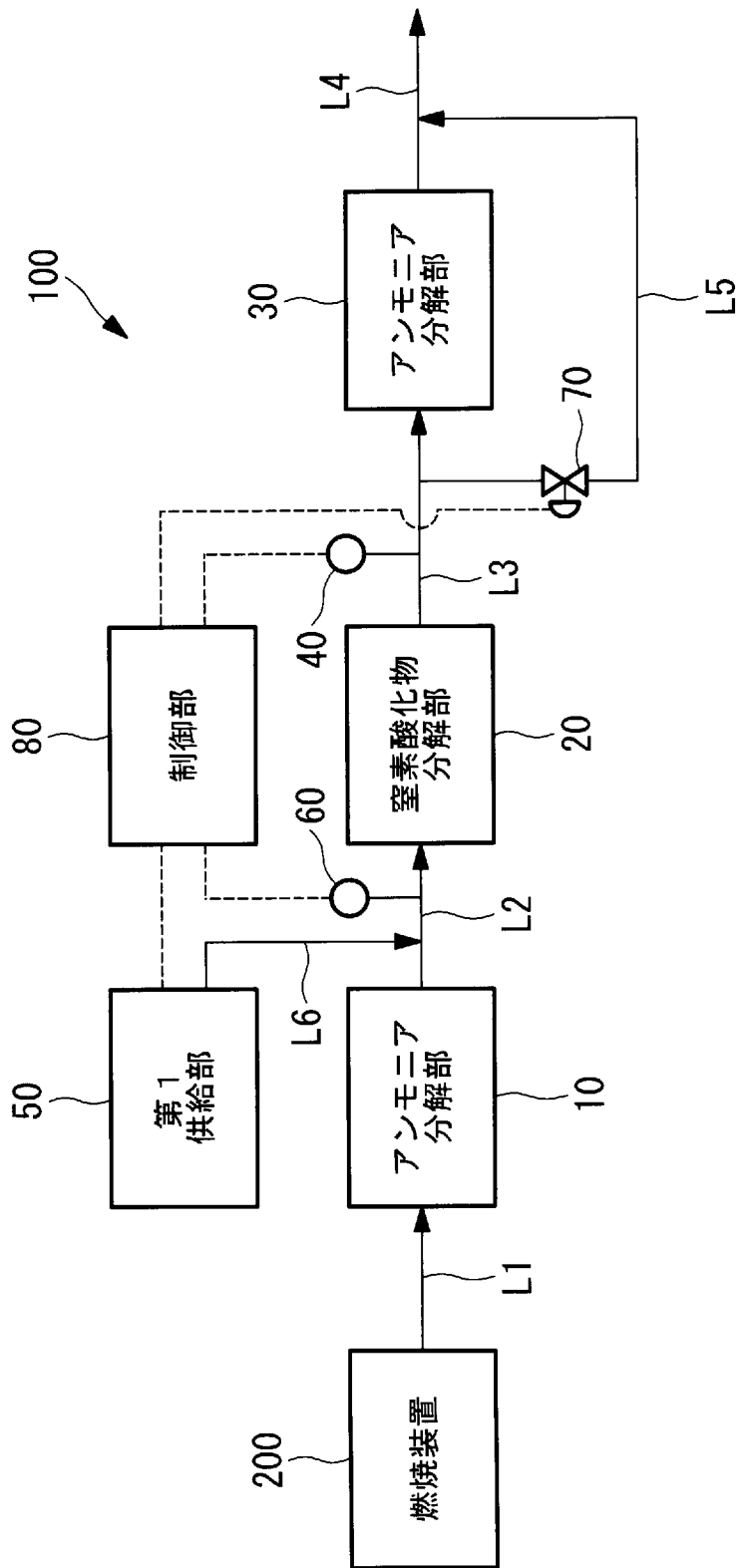
前記窒素酸化物分解部を通過した前記排ガスに含まれるアンモニアを分解するアンモニア分解部と、を備える排ガス処理装置。

[請求項10] アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼装置から排出される排ガスを処理する排ガス処理装置の設計方法であって、

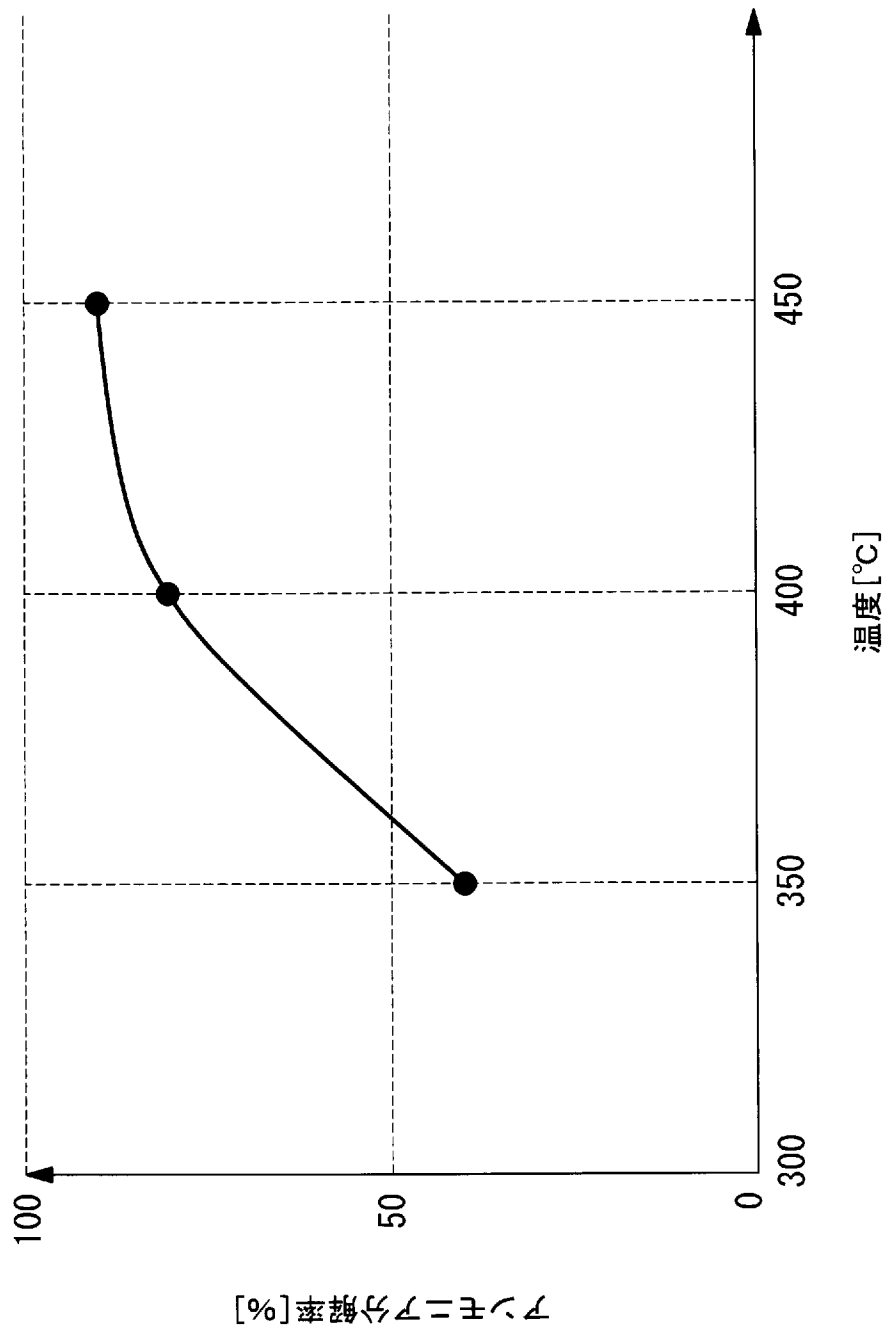
前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記排ガスに含まれる亜酸化窒素の濃度に第1係数を乗算した第1濃度と前記排ガスに含まれるNO_xの濃度に第2係数を乗算した第2濃度との合計濃度よりも高い場合に、前記燃焼装置の下流側に前記排ガスに含まれるアンモニアを分解する第1触媒を有する第1処理部を配置し、かつ前記第1処理部の下流側に前記第1処理部でアンモニアが分解された前記排ガスに含まれる亜酸化窒素およびNO_xを分解する第2触媒を有する第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計し、

前記排ガスに含まれるアンモニアの濃度が、前記合計濃度以下である場合に、前記燃焼装置の下流側に前記第1処理部を配置せずに前記第2処理部を配置するように前記排ガス処理装置を設計する排ガス処理装置の設計方法。

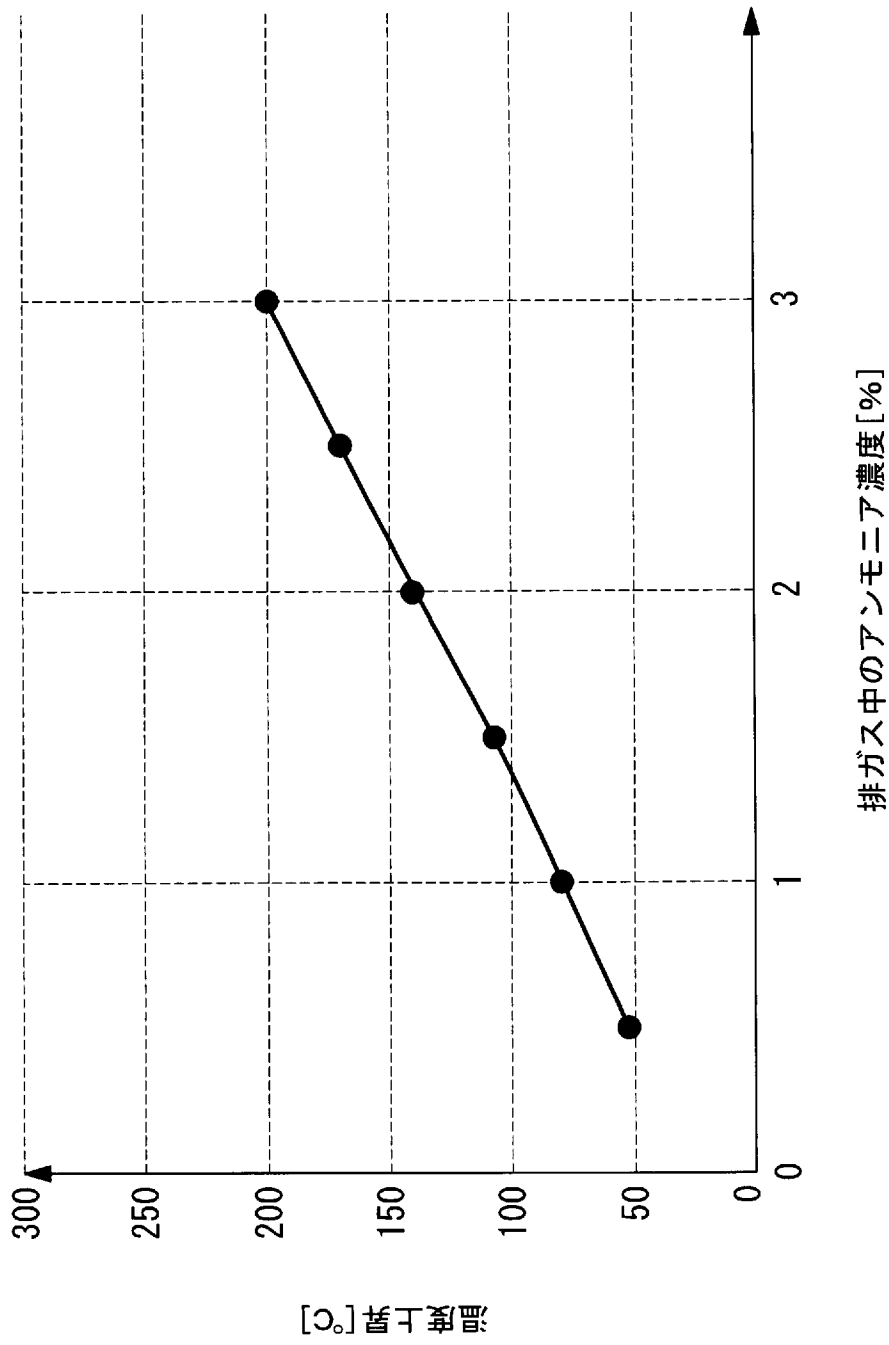
[図1]



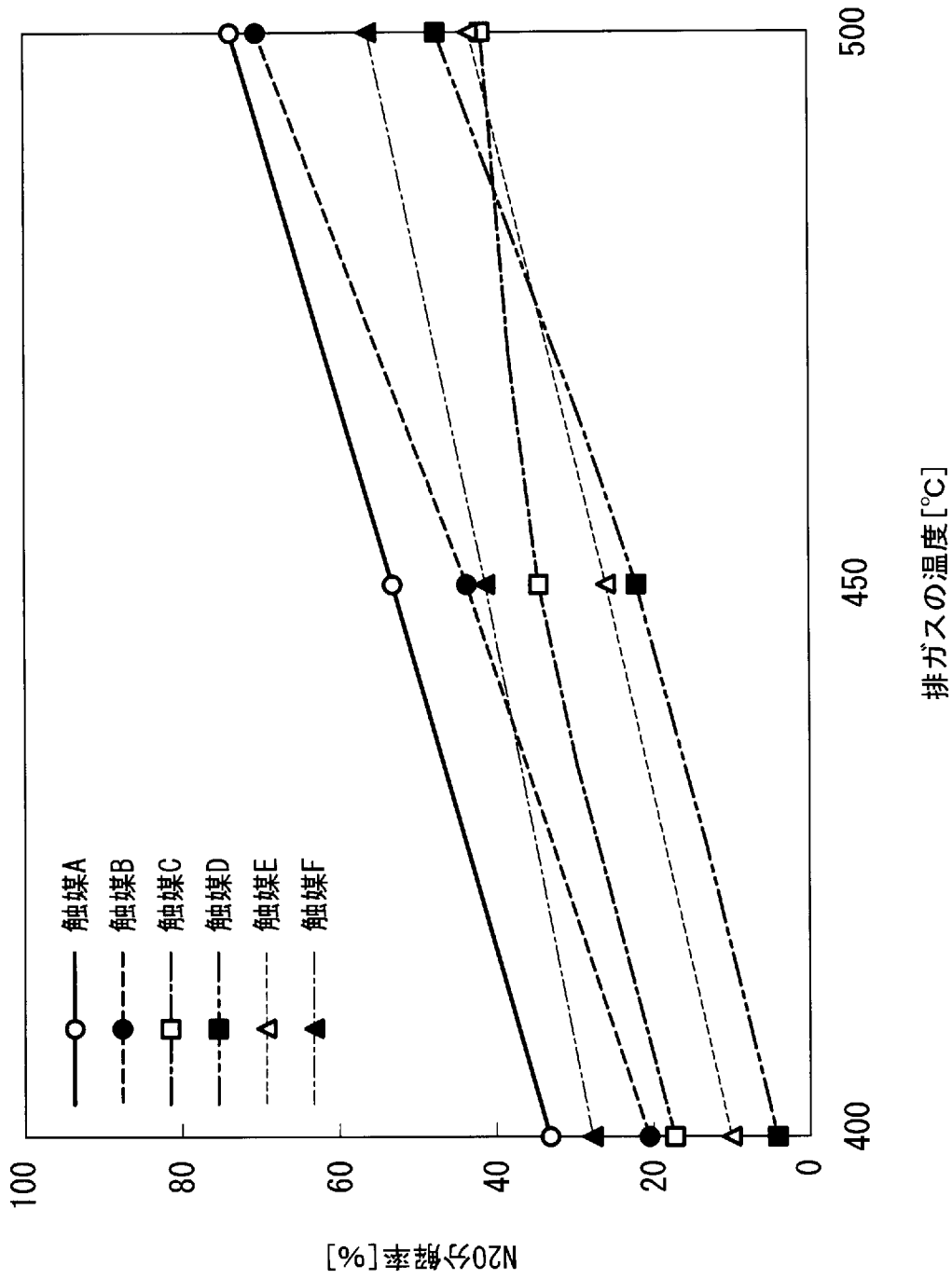
[図2]



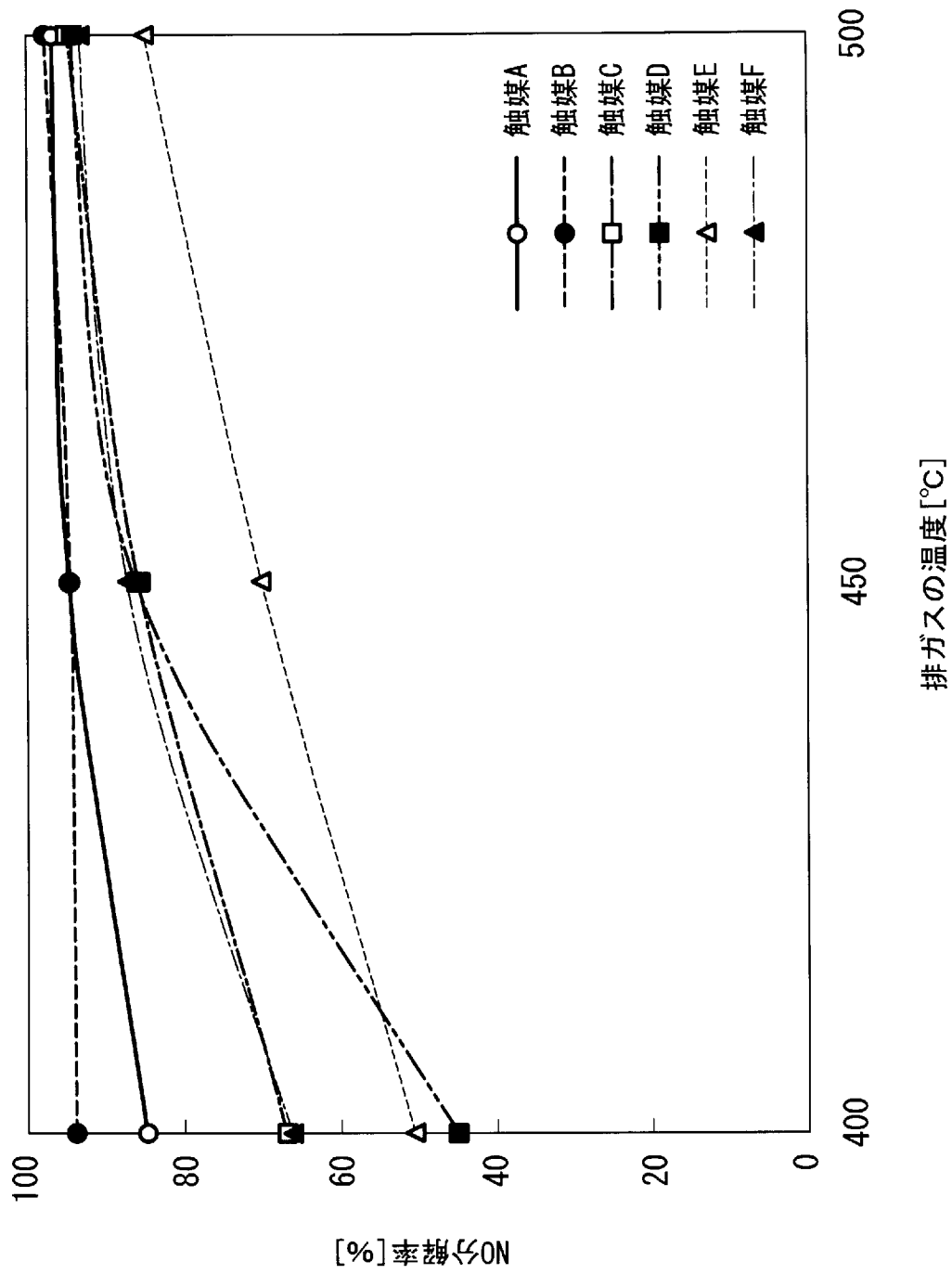
[図3]



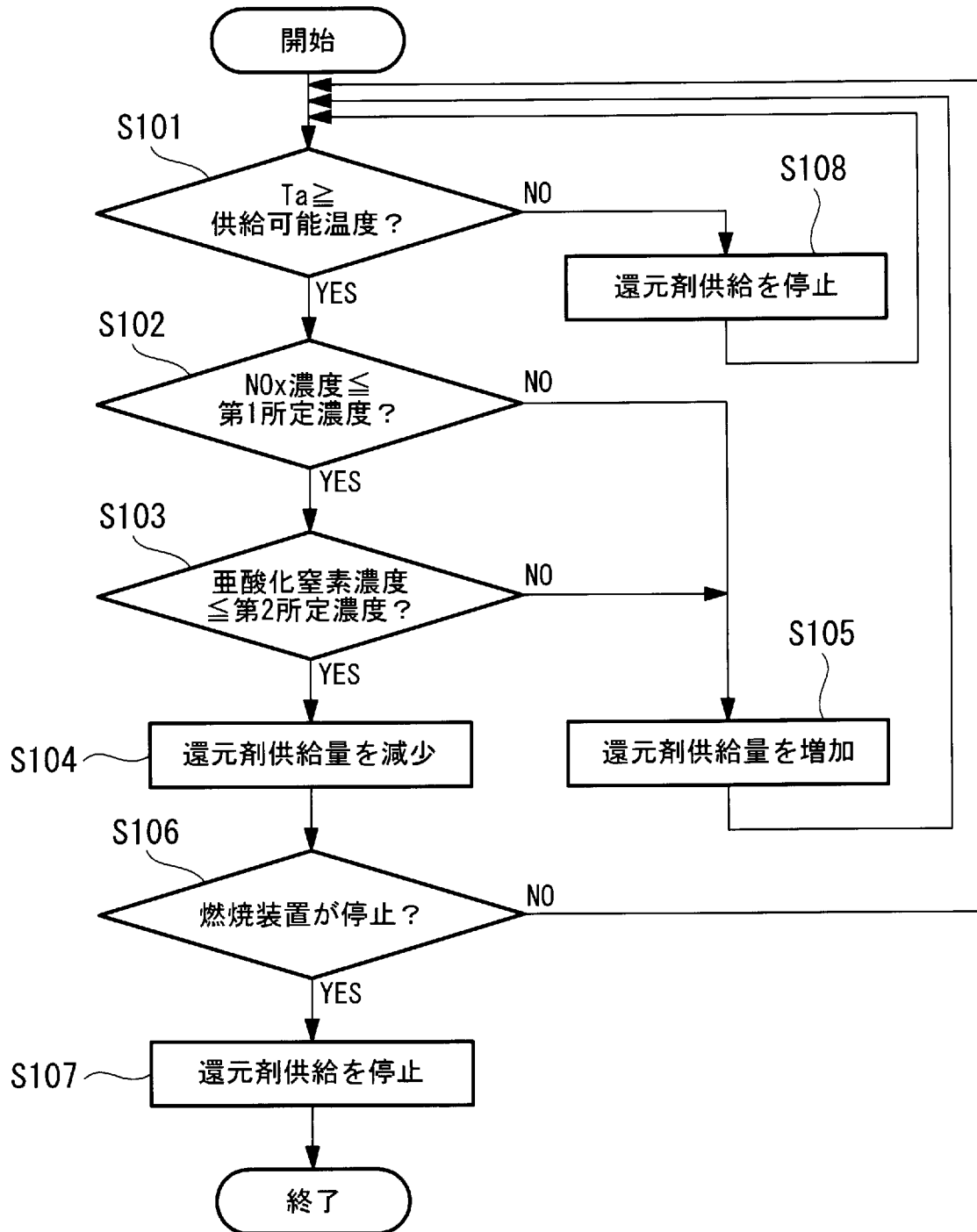
[図4]



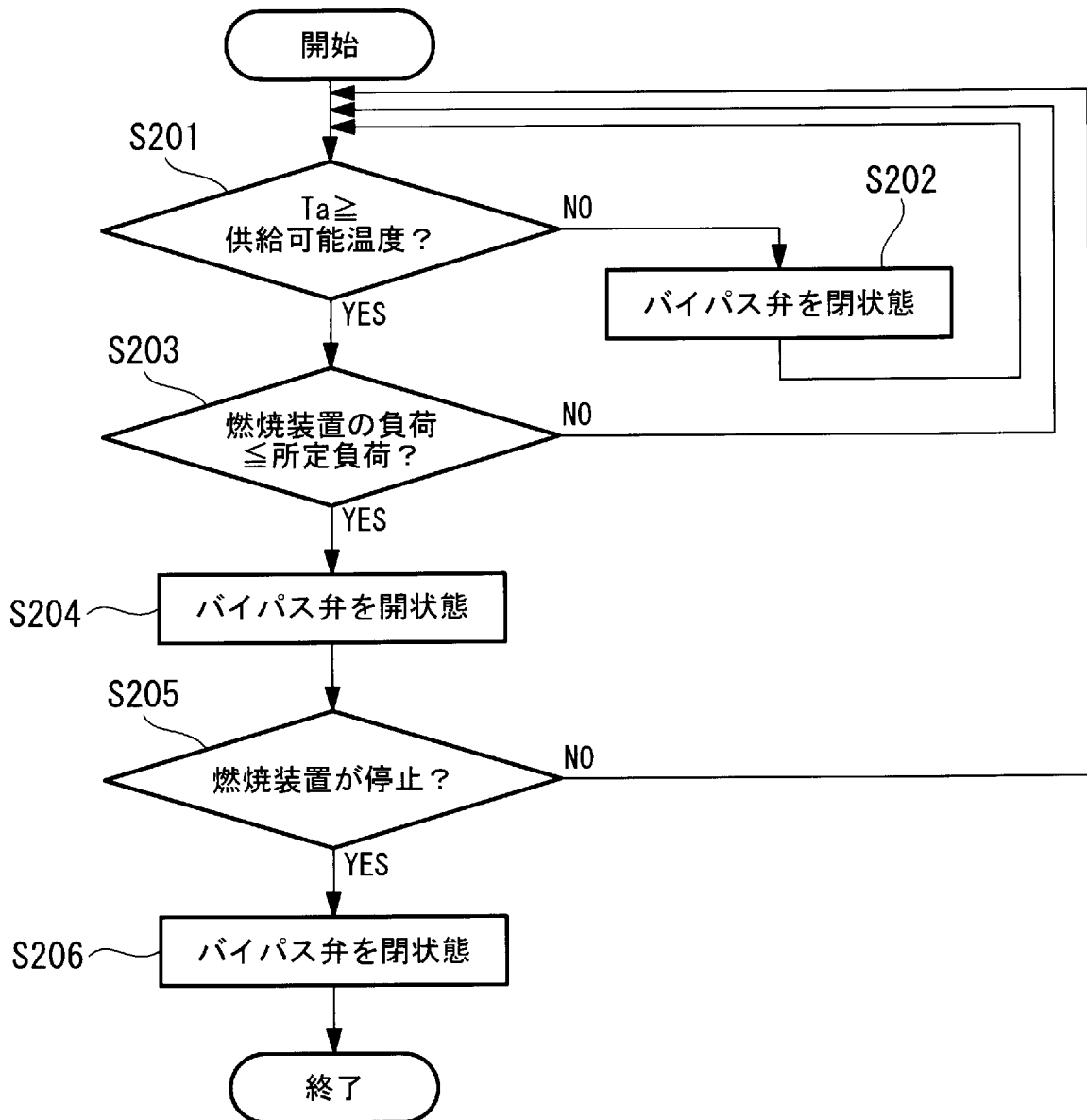
[図5]



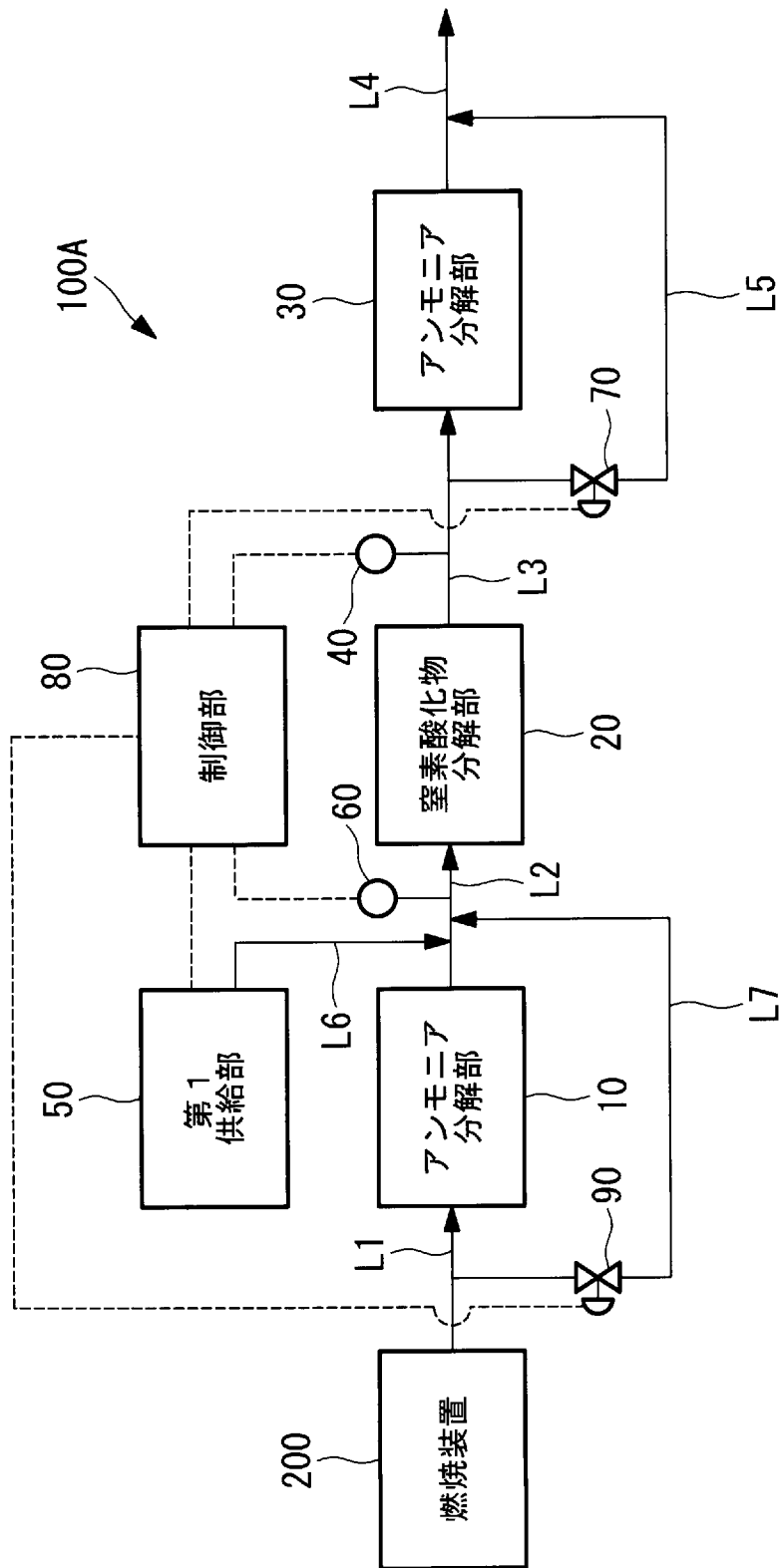
[図6]



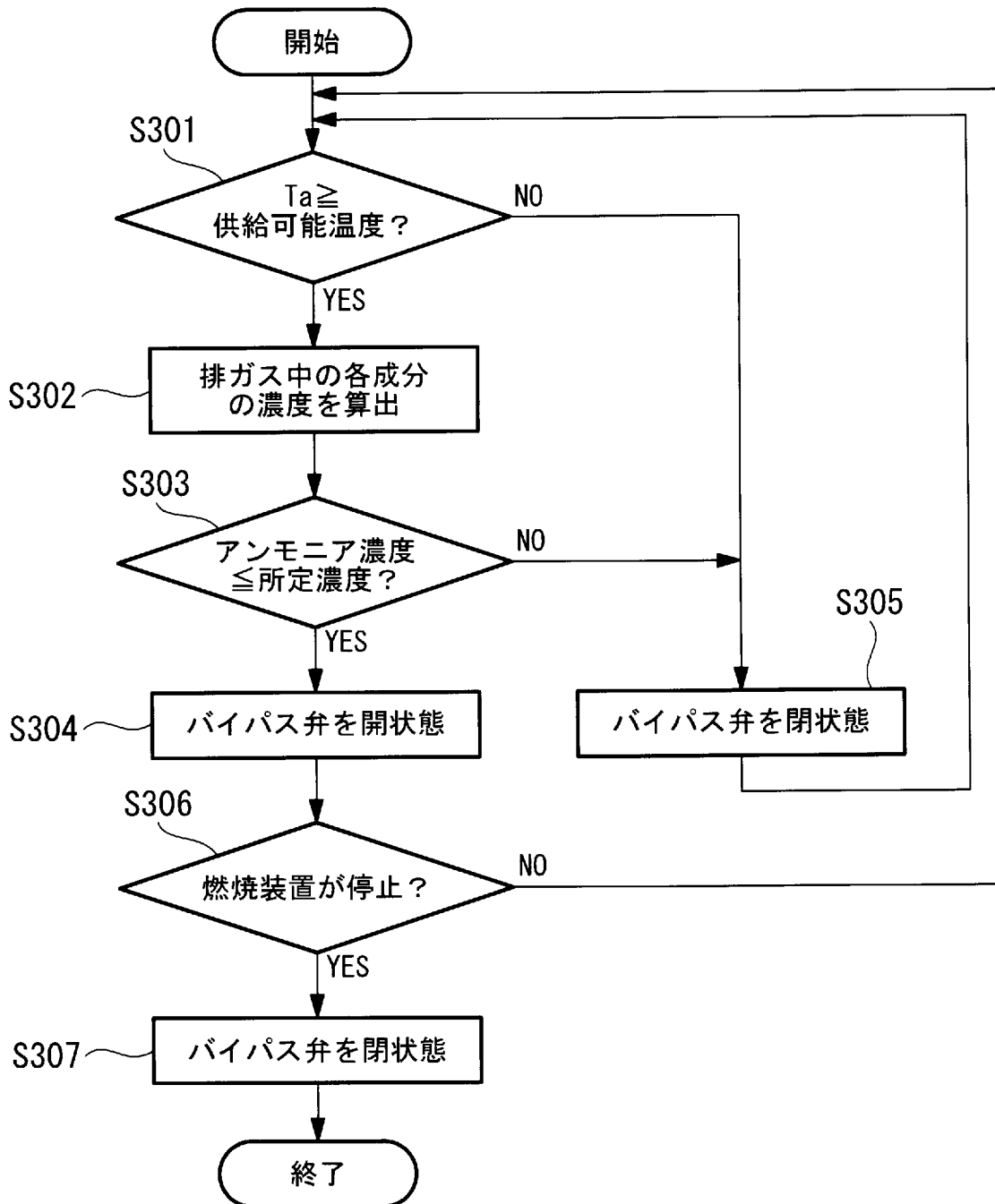
[図7]



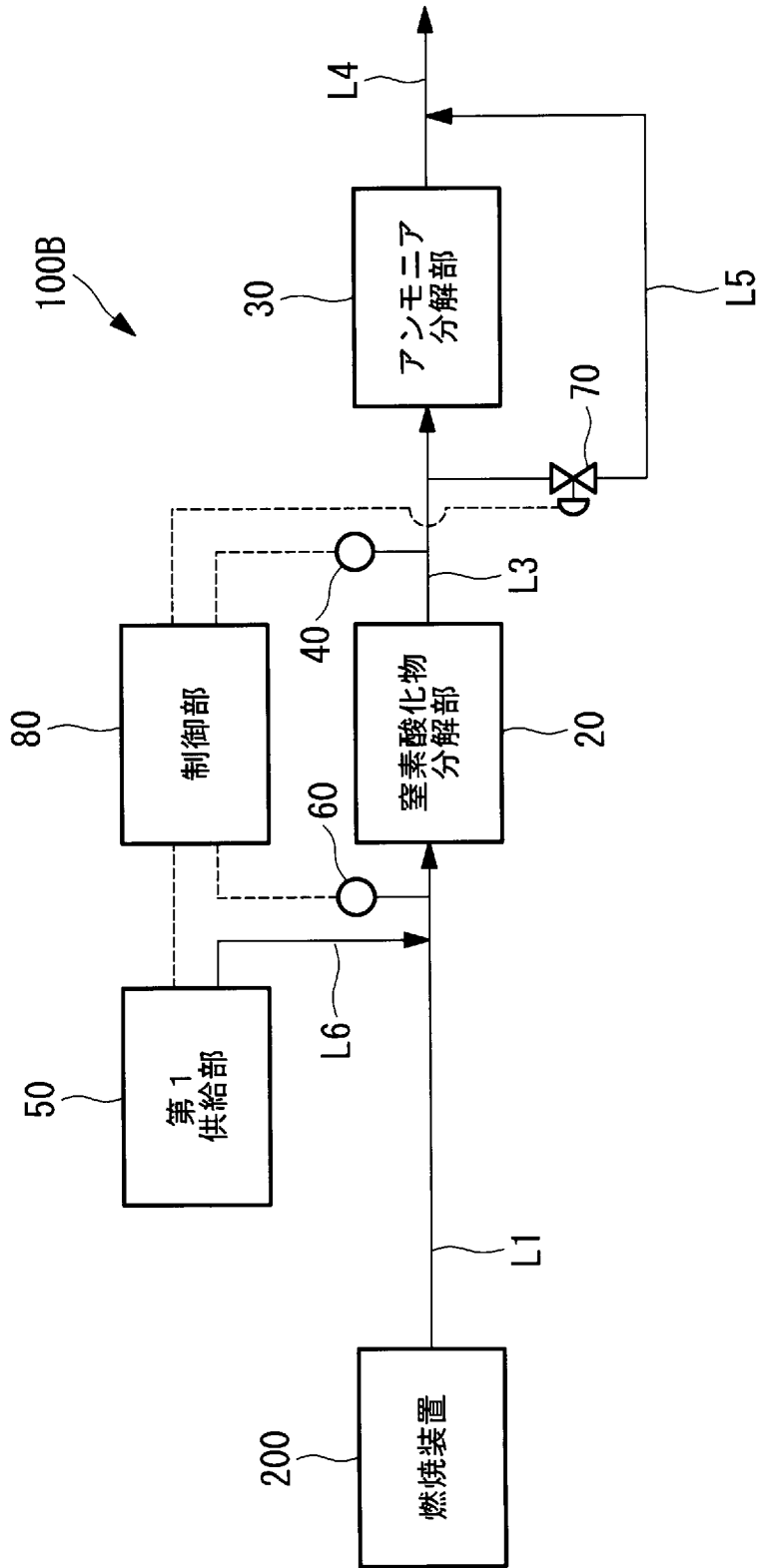
[図8]



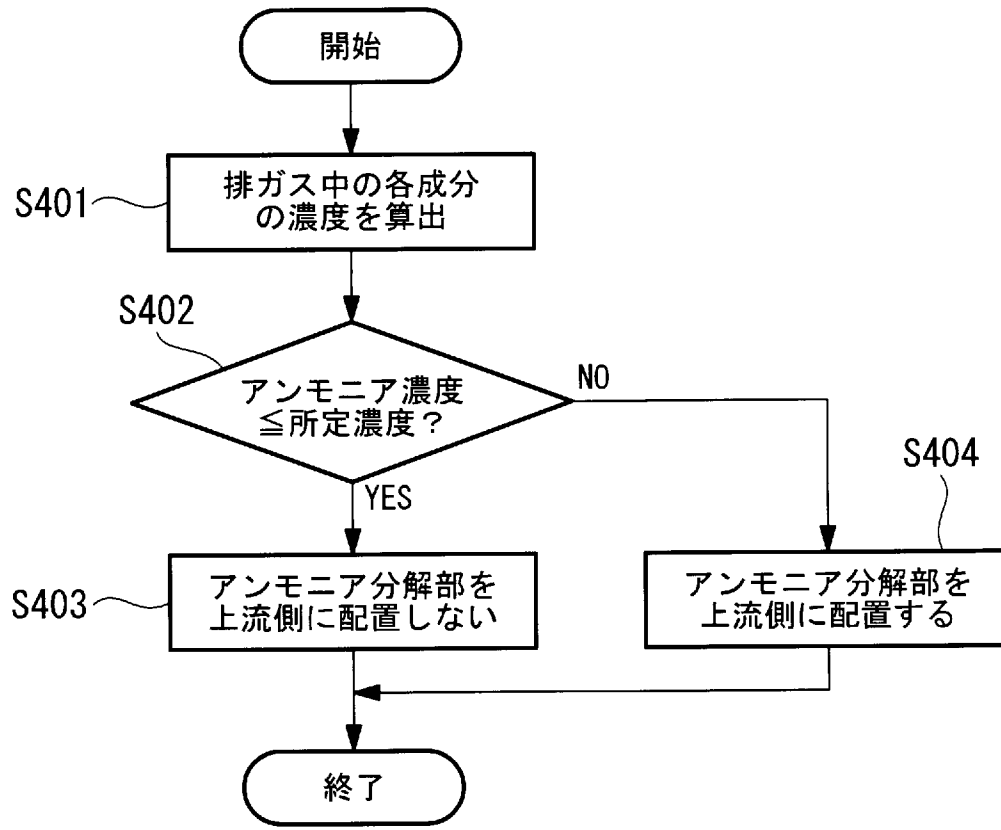
[図9]



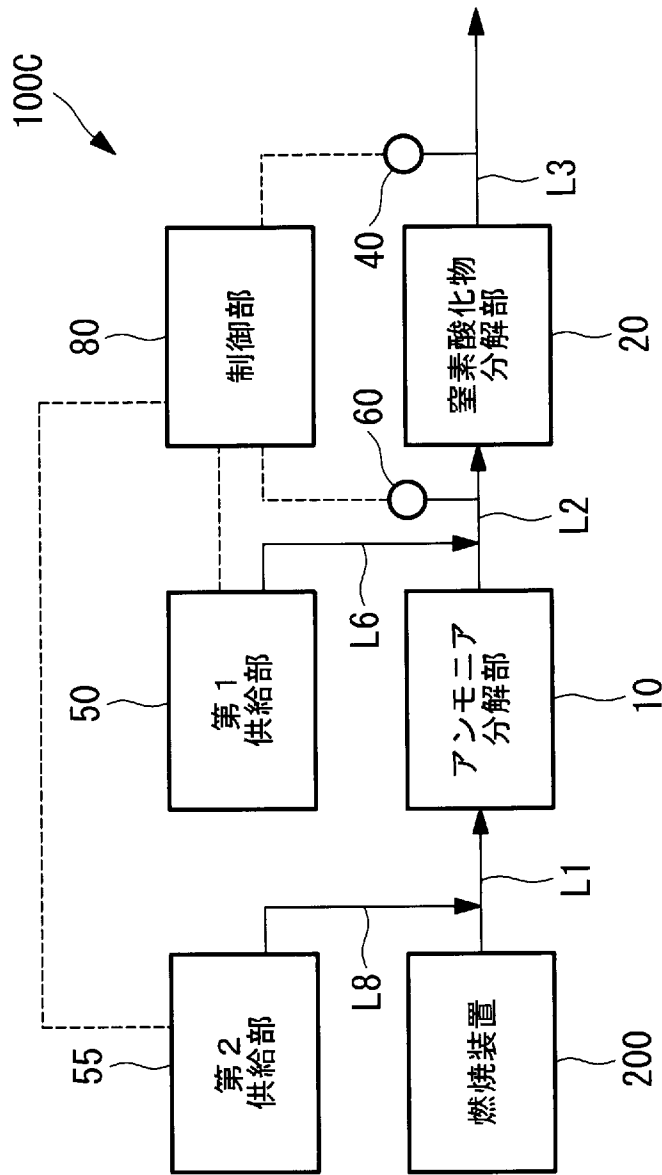
[図10]



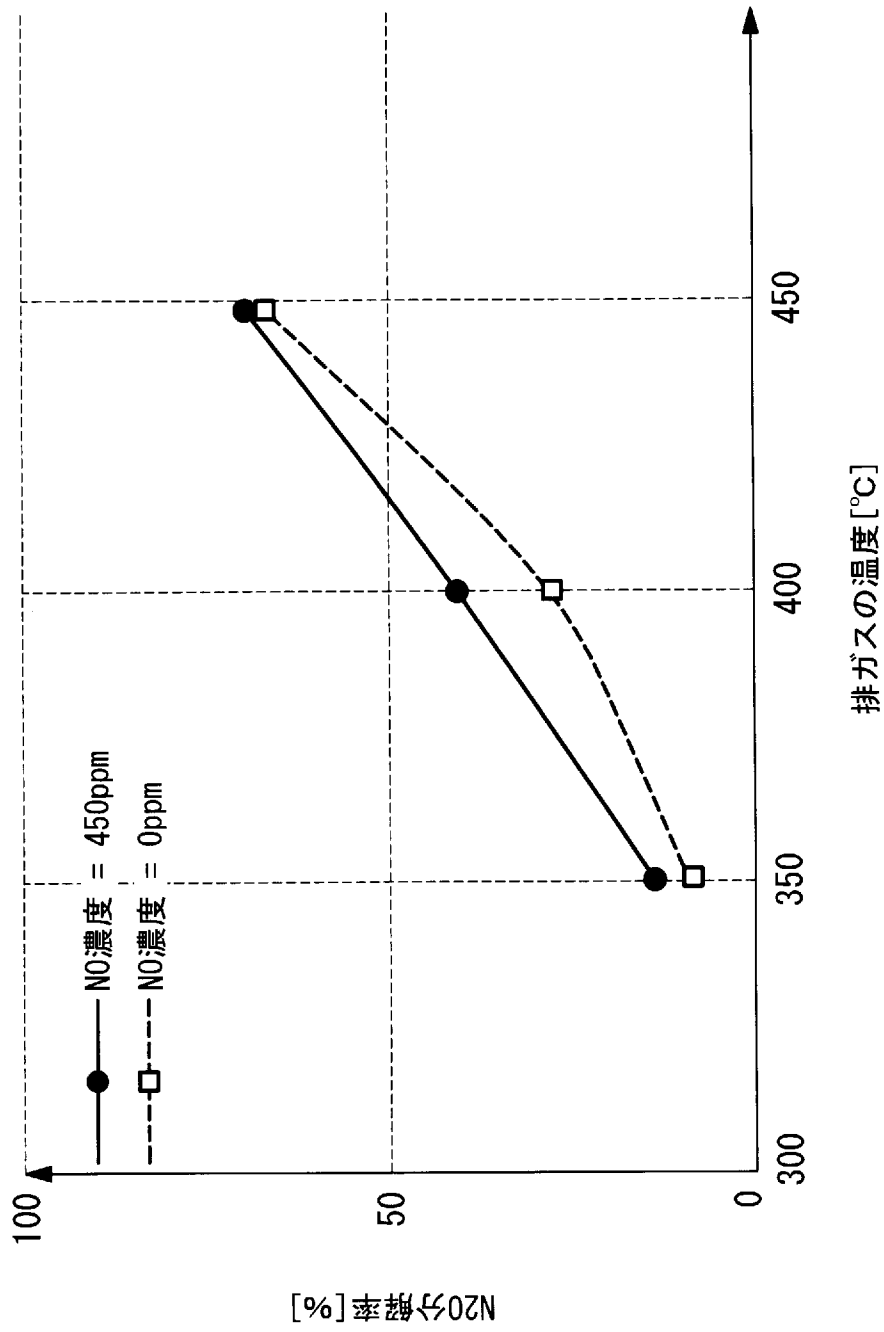
[図11]



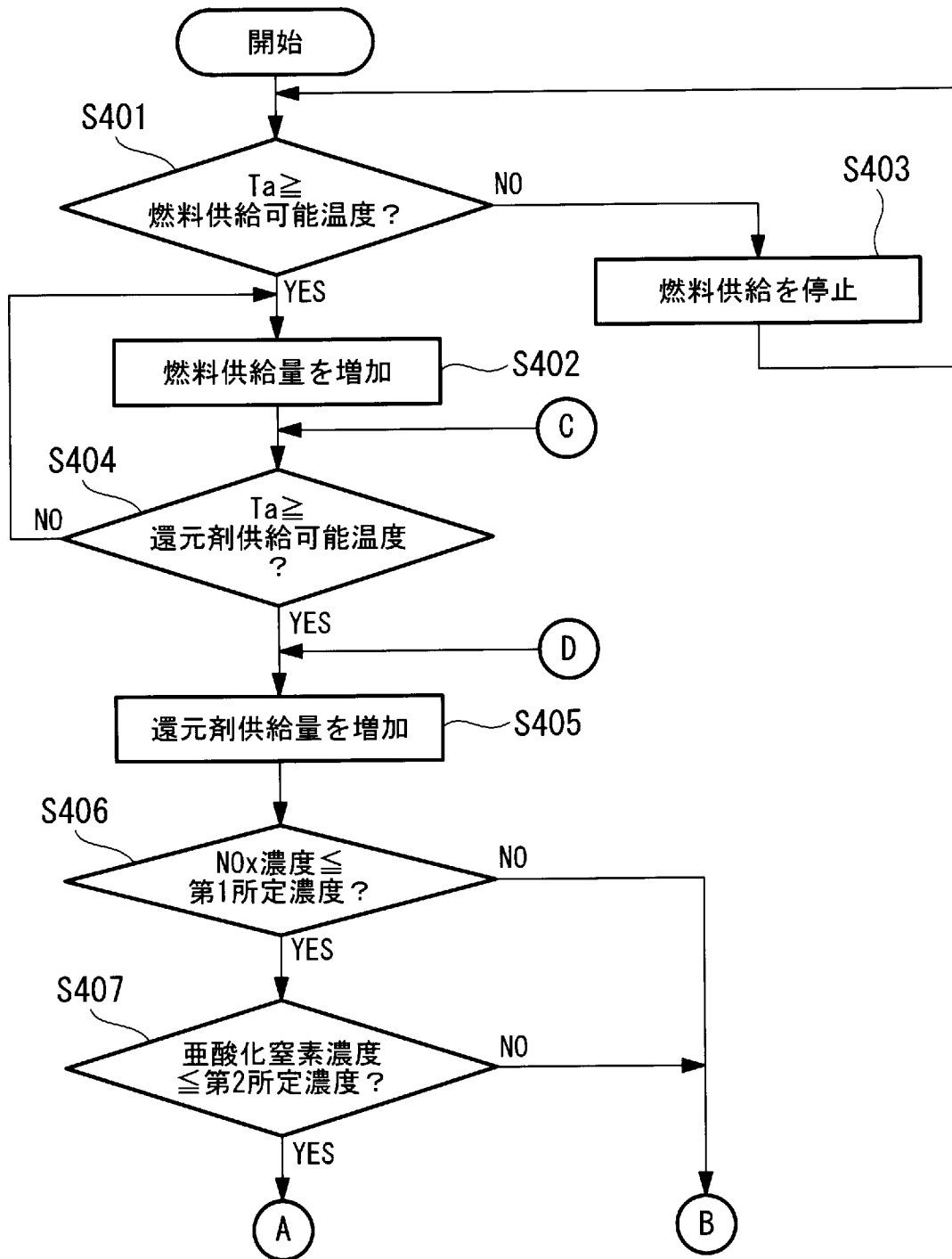
[図12]



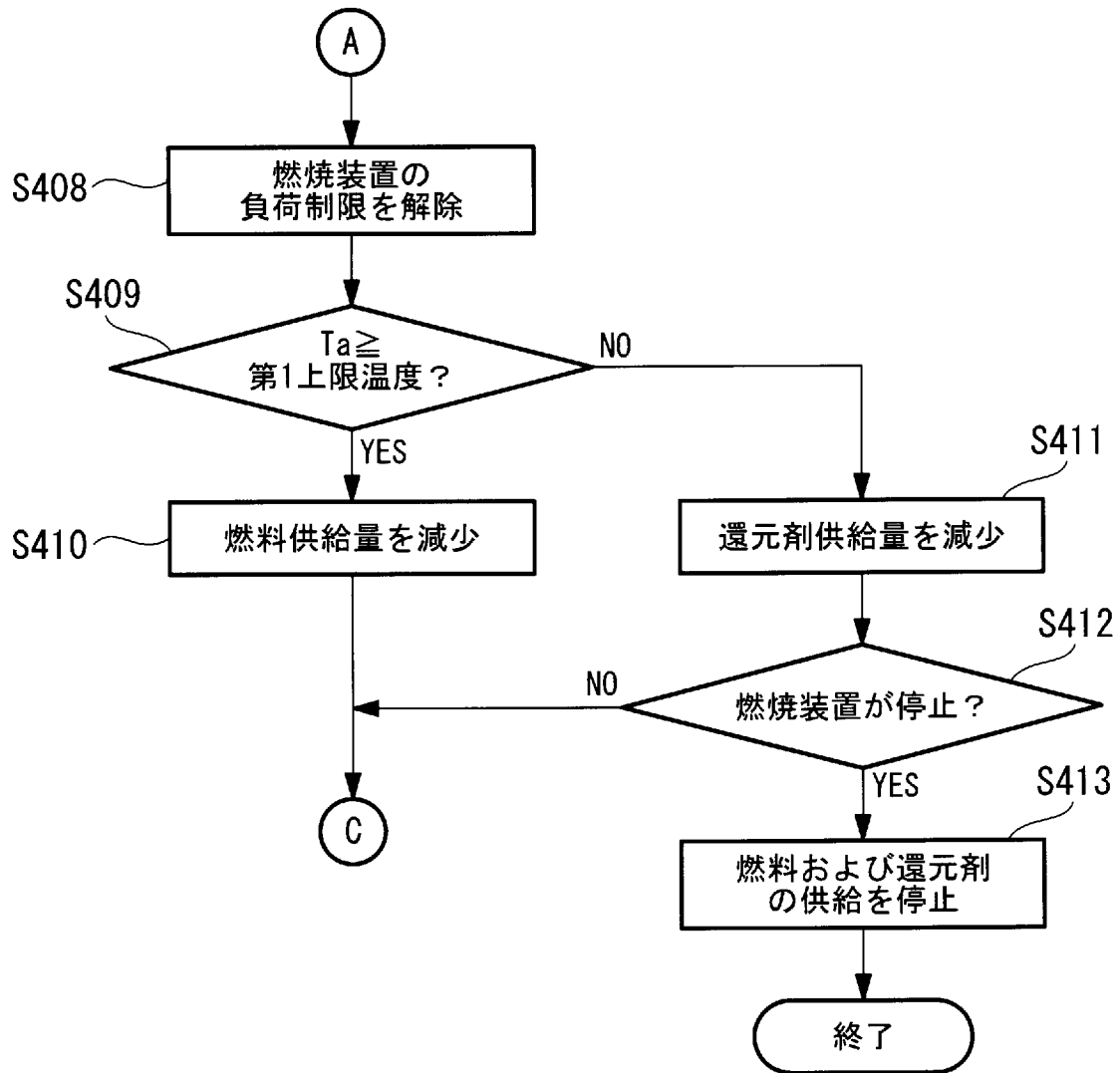
[図13]



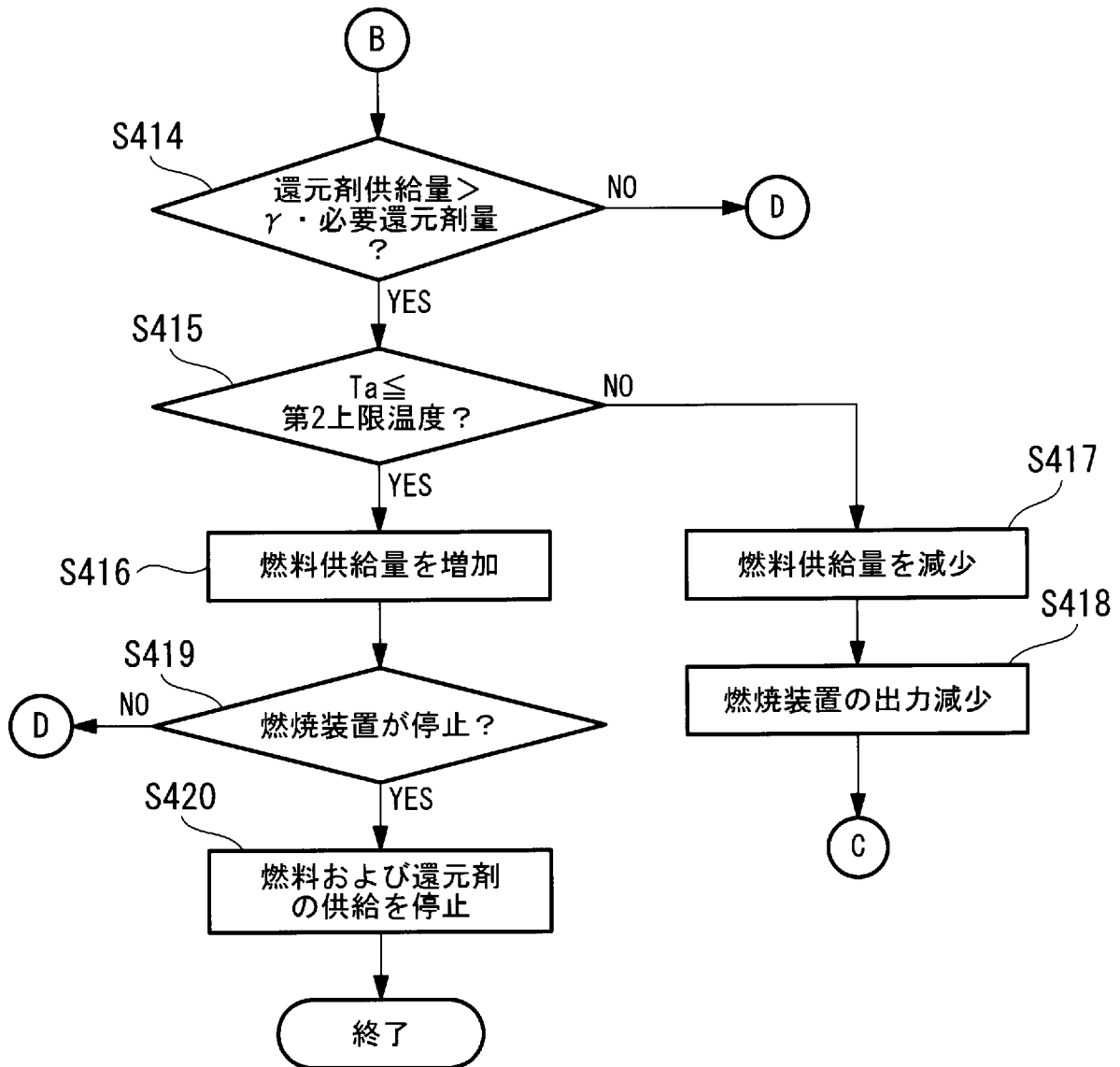
[図14]



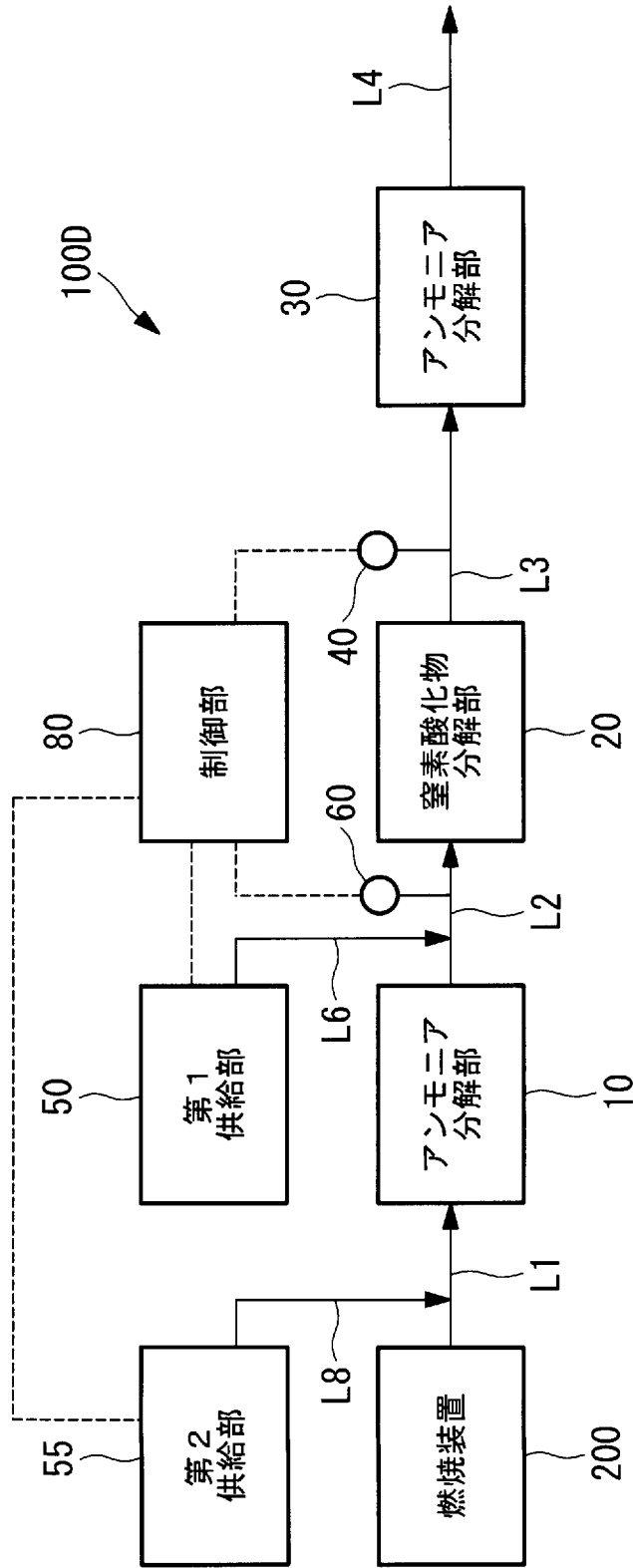
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/019759

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|---|
| <i>B01D 53/94</i> (2006.01)i; <i>F01N 3/20</i> (2006.01)i; <i>B01J 23/652</i> (2006.01)i; <i>B01J 29/46</i> (2006.01)i; <i>B01J 29/76</i> (2006.01)i FI: B01D53/94 228; B01D53/94 222; B01J23/652 A; B01J29/46 A; B01J29/76 A; B01D53/94 400; F01N3/20 M; F01N3/20 N; B01D53/94 ZAB | | |
| 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) B01D53/34-53/96; F01N3/20; B01J21/00-38/74 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | JP 2020-090895 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraphs [0018]-[0027], [0045]-[0047] | 1-2 |
| Y | | 1, 3-9 |
| X | US 2022/0162971 A1 (CATERPILLAR INC.) 26 May 2022 (2022-05-26) paragraphs [0014]-[0030], fig. 1 | 1-2, 4-5, 9 |
| Y | | 1, 3-9 |
| Y | JP 2007-154819 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC) 21 June 2007 (2007-06-21) claims, paragraphs [0018]-[0029], fig. 1 | 1, 3, 9 |
| Y | CN 203892008 U (XIAMEN UNIVERSITY) 22 October 2014 (2014-10-22) paragraph [0002] | 1, 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 24 July 2023 | | Date of mailing of the international search report 15 August 2023 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/019759

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | CN 114575971 A (DONGFENG COMMERCIAL VEHICLE LIMITED COMPANY) 03 June 2022 (2022-06-03) fig. 1 | 4-9 |
| P, X | JP 2023-26798 A (NIKKI UNIVERSAL CO LTD) 01 March 2023 (2023-03-01) paragraphs [0013]-[0078], fig. 1 | 1-2, 5-6 |

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:

Document 1: JP 2020-090895 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraphs [0018]-[0027], [0045]-[0047] (Family: none)

(Invention 1) Claims 1-9

Document 1 (paragraphs [0018]-[0027] and [0045]-[0047]) discloses an exhaust purification device that purifies the exhaust gas of internal combustion engine employing ammonia as fuel, the exhaust purification device comprising: a catalyst that has the function of reducing nitrogen oxides and oxidizing ammonia. Additionally, document 1 (paragraph [0045]) indicates that an adsorbent that reduces nitrogen oxides contained in the exhaust gas from the catalyst may be provided. Accordingly, claims 1-2 lack novelty in light of document 1, and thus do not have a special technical feature. However, claim 3 dependent on claim 1 has the special technical feature of "comprising: a bypass pipe that guides the exhaust gas discharged from the combustion device without passing through the first processing section to the second processing section, and a bypass valve disposed in the bypass pipe." Therefore, claims 1-3 are classified as invention 1.

Also, claims 4-8 are dependent on claim 1 and inventively related to claim 1, and are thus classified as invention 1.

Claim 9 is not dependent on claim 1. However, claim 9 is determined to be technically related to claim 1 and is therefore classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 10

It cannot be said that claim 10 has a special technical feature identical or corresponding to that of claim 3 classified as invention 1.

In addition, claim 10 is not dependent on claim 1. Also, claim 10 is not substantially identical or equivalent to any of the claims classified as invention 1. Therefore, claim 10 is classified as invention 2.

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.: **claims 1-9**

- 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/019759

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| JP 2020-090895 A | 11 June 2020 | (Family: none) | |
| US 2022/0162971 A1 | 26 May 2022 | CN 114526141 A | |
| JP 2007-154819 A | 21 June 2007 | (Family: none) | |
| CN 203892008 U | 22 October 2014 | (Family: none) | |
| CN 114575971 A | 03 June 2022 | (Family: none) | |
| JP 2023-26798 A | 01 March 2023 | (Family: none) | |

| | | |
|---|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01D 53/94(2006.01)i; F01N 3/20(2006.01)i; B01J 23/652(2006.01)i; B01J 29/46(2006.01)i; B01J 29/76(2006.01)i FI: B01D53/94 228; B01D53/94 222; B01J23/652 A; B01J29/46 A; B01J29/76 A; B01D53/94 400; F01N3/20 M; F01N3/20 N; B01D53/94 ZAB | | |
| 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）） B01D53/34-53/96; F01N3/20; B01J21/00-38/74 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| X | JP 2020-090895 A (株式会社豊田中央研究所) 11.06.2020 (2020-06-11) [0018]-[0027], [0045]-[0047] | 1-2 |
| Y | | 1,3-9 |
| X | US 2022/0162971 A1 (CATERPILLAR INC.) 26.05.2022 (2022-05-26) [0014]-[0030], 図1 | 1-2,4-5,9 |
| Y | | 1,3-9 |
| Y | JP 2007-154819 A (株式会社豊田中央研究所) 21.06.2007 (2007-06-21) 特許請求の範囲, [0018]-[0029], 図1 | 1,3,9 |
| Y | CN 203892008 U (XIAMEN UNIVERSITY) 22.10.2014 (2014-10-22) [0002] | 1,3 |
| Y | CN 114575971 A (DONGFENG COMMERCIAL VEHICLE LIMITED COMPANY) 03.06.2022 (2022-06-03) 図1 | 4-9 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 | 国際調査報告の発送日 | |
| 24.07.2023 | 15.08.2023 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 佐々木 典子 4Q 6117 電話番号 03-3581-1101 内線 3468 | |

| C. 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------|---|----------------|
| 引用文献の カテゴリ* | 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 |
| P, X | JP 2023-26798 A (日揮ユニバーサル株式会社) 01.03.2023 (2023 - 03 - 01) [0013]-[0078], 図1 | 1-2, 5-6 |

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の国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2020-090895 A（株式会社豊田中央研究所）11.06.2020(2020-06-11)
[0018]-[0027], [0045]-[0047]（ファミリーなし）

（発明1）請求項1-9

文献1の[0018]-[0027]、[0045]-[0047]等には、アンモニアを燃料とする内燃機関の排気ガスを浄化する排気浄化装置について、窒素酸化物を還元する機能およびアンモニアを酸化する機能を有する触媒を備えることについて記載されている。また[0045]には、上記触媒からの排ガス中に含まれる窒素酸化物を還元する吸着材を備えてもよいことについても記載されている。すると、請求項1-2は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項3は、「第1処理部を通過させずに前記燃焼装置から排出される前記排ガスを前記第2処理部へ導くバイパス配管と、前記バイパス配管に配置されるバイパス弁と、を備える」という特別な技術的特徴を有している。したがって、請求項1-3を発明1に区分する。

また、請求項4-8は請求項1の従属請求項であり、請求項1に対して発明の連関を有しているの
で、発明1に区分する。

請求項9は請求項1の従属請求項ではないが、技術的関連性が高いと判断し、発明1に区分する。

（発明2）請求項10

請求項10は発明1に区分された請求項3と、同一のまたは対応する特別な技術的特徴を有している
とはいえない。

さらに、請求項10は請求項1の従属請求項ではない。また、請求項10は、発明1に区分されたい
ずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項10を発明2に
区分する。

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。請求項1-9

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。

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/019759

| 引用文献 | 公表日 | 特許ファミリー文献 | 公表日 |
|--------------------|------------|----------------|-----|
| JP 2020-090895 A | 11.06.2020 | (ファミリーなし) | |
| US 2022/0162971 A1 | 26.05.2022 | CN 114526141 A | |
| JP 2007-154819 A | 21.06.2007 | (ファミリーなし) | |
| CN 203892008 U | 22.10.2014 | (ファミリーなし) | |
| CN 114575971 A | 03.06.2022 | (ファミリーなし) | |
| JP 2023-26798 A | 01.03.2023 | (ファミリーなし) | |