

(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12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/257438 A1

- (51) 国際特許分類:
F23K 5/00 (2006.01) *F23C 13/08* (2006.01)
C01B 3/04 (2006.01) *F23D 14/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/013083
- (22) 国際出願日: 2024年3月29日(29.03.2024)
- (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 2023-097818 2023年6月14日(14.06.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 尾崎 直樹 (OZAKI, Naoki); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 渡邊 和宏 (WATANABE, Kazuhiro); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 亀岡 祐之 (KAMEOKA, Yushi); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 山田 敏彦 (YAMADA, Toshihiko); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 青海国際特許事務所 (AOMI PATENT); 〒1010052 東京都千代田区神田小川町1-8-8 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) Title: FUEL PREHEATER

(54) 発明の名称: 燃料予熱器

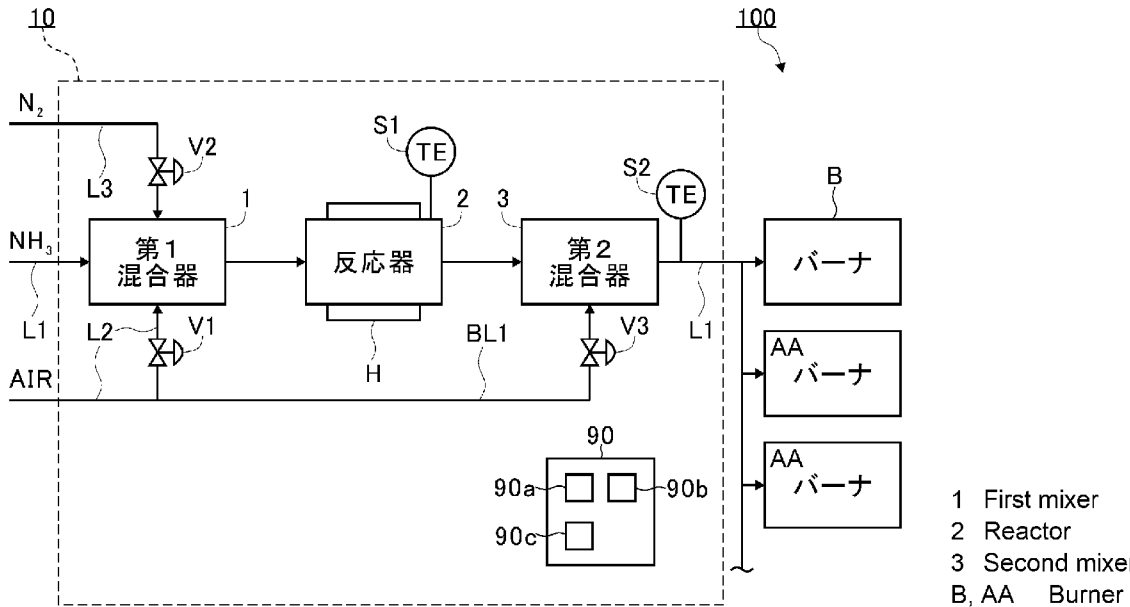


FIG. 1

(57) Abstract: A fuel preheater (10) includes: a first mixer (1) which is provided to a fuel supply line (L1) connected to combustion facilities (100) for burning a fuel including ammonia, the fuel supply line (L1) supplying ammonia to the first mixer (1), the first mixer (1) being connected to an oxidizing-agent supply line (L2) for oxidizing-agent supply and mixing the ammonia flowing through the fuel supply line (L1) with the oxidizing agent from the oxidizing-agent supply line (L2), thereby forming a mixture gas; and a reactor (2) provided downstream from the first mixer (1) in the fuel supply

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))

line (L1) and containing a catalyst which accelerates an ammonia reaction to cause an exothermic reaction, the catalyst causing the exothermic reaction due to at least some of the ammonia contained in the mixture gas supplied from the first mixer (1), thereby heating the mixture gas.

(57) 要約: 燃料予熱器 (10) は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備 (100) に接続された燃料供給ライン (L1) に設けられる第1混合器 (1) であって、燃料供給ライン (L1) は、当該第1混合器 (1) にアンモニアを供給し、当該第1混合器 (1) は、酸化剤を供給する酸化剤供給ライン (L2) に接続され、燃料供給ライン (L1) を流れるアンモニアと、酸化剤供給ライン (L2) からの酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する、第1混合器 (1) と、燃料供給ライン (L1) において第1混合器 (1) の下流に設けられる反応器 (2) であって、当該反応器 (2) は、アンモニアの反応を促進して発熱反応を引き起こす触媒を含み、触媒は、第1混合器 (1) から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって発熱反応を引き起こし、混合ガスを加熱する、反応器と、を含む。

明 細 書

発明の名称：燃料予熱器

技術分野

[0001] 本開示は、燃料予熱器に関する。本出願は2023年6月14日に提出された日本特許出願第2023-097818号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その内容は本出願に援用される。

背景技術

[0002] 燃焼設備では、燃焼を促進するために触媒が使用される場合がある。例えば、特許文献1は、触媒式無炎燃焼装置を開示する。この装置では、空気および天然ガスの混合ガスが、燃焼室に充填された触媒上で燃焼される。

[0003] また、特許文献2は、触媒燃焼バーナを開示する。このバーナでは、天然ガスまたは都市ガス等の気体燃料および空気の混合ガスが、触媒上で燃焼される。

[0004] また、特許文献3は、ガスタービンのバーナ部分を開示する。このガスタービンでは、天然ガスおよび空気の混合ガスが、触媒によって酸化され、さらに、パイロット火炎および主火炎で燃焼される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-511696号公報

特許文献2：特開2019-529847号公報

特許文献3：特開平11-509307号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] アンモニアは、 CO_2 を放出しない燃料として知られている。しかしながら、アンモニアの燃焼速度は、天然ガス等の他の燃焼速度よりも遅い。したがって、燃焼設備においてアンモニアを使用する場合、アンモニアの燃焼速度を高めることが望ましい。

[0007] 本開示は、燃焼設備においてアンモニアが燃料として使用される場合に、燃焼速度を高めた状態で燃料を燃焼設備に供給することができる、燃料予熱器を提供することを目的とする。また、本開示は、このような燃料予熱器を燃焼設備へ設置するための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] 本開示の一態様に係る燃料予熱器は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備に接続された燃料供給ラインに設けられる第1混合器であって、燃料供給ラインは、当該第1混合器にアンモニアを供給し、当該第1混合器は、酸化剤を供給する酸化剤供給ラインに接続され、燃料供給ラインを流れるアンモニアと、酸化剤供給ラインからの酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する、第1混合器と、燃料供給ラインにおいて第1混合器の下流に設けられる反応器であって、当該反応器は、アンモニアの反応を促進して発熱反応を引き起こす触媒を含み、触媒は、第1混合器から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって発熱反応を引き起こし、混合ガスを加熱する、反応器と、を含む。

[0009] 燃料予熱器は、燃料供給ラインにおいて反応器の下流に設けられる第2混合器であって、当該第2混合器は、第1バイパスラインによって酸化剤供給ラインに接続され、反応器から供給される混合ガスと、第1バイパスラインから供給される酸化剤とを混合する、第2混合器を備えてもよい。

[0010] 燃料予熱器は、酸化剤供給ラインに設けられ、第1混合器に供給される酸化剤の流量を調整する第1バルブと、燃料供給ラインにおいて反応器の下流に設けられ、混合ガスの温度を測定する温度センサと、第1バルブおよび温度センサと通信可能に接続される制御装置であって、当該制御装置は、燃料供給ラインを形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶し、当該制御装置は、温度センサによって測定される混合ガスの温度が閾値未満になるように、第1バルブを制御して第1混合器に供給される酸化剤の流量を調整する、制御装置と、を備えてもよい。

[0011] 反応器は、触媒を加熱するための加熱手段を含んでもよく、加熱手段は、

ヒータを含んでもよい。

[0012] 代替的にまたは追加的に、加熱手段は、燃焼設備からの排ガスによって触媒を加熱する第1熱交換器を含んでもよい。

[0013] 代替的にまたは追加的に、加熱手段は、燃焼設備から抽気された蒸気によって触媒を加熱する第2熱交換器を含んでもよい。

[0014] 燃料予熱器は、燃料供給ラインにおいて反応器の下流に設けられる第3混合器であって、当該第3混合器は、第2バイパスラインによって、燃料供給ラインにおいて第1混合器よりも上流の位置に接続され、反応器から供給される混合ガスと、第2バイパスラインから供給されるアンモニアとを混合する、第3混合器を備えてもよい。

[0015] 燃料予熱器は、燃料供給ラインにおいて第1混合器の上流に設けられ、第1混合器に供給されるアンモニアの流量を調整する第2バルブと、燃料供給ラインにおいて反応器の下流に設けられ、混合ガスの温度を測定する温度センサと、第2バルブおよび温度センサと通信可能に接続される制御装置であって、当該制御装置は、燃料供給ラインを形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶し、当該制御装置は、温度センサによって測定される混合ガスの温度が閾値未満になるように、第2バルブを制御して第1混合器に供給されるアンモニアの流量を調整する、制御装置と、を備えてもよい。

[0016] 燃料予熱器は、燃焼設備の複数のバーナに混合ガスを供給してもよい。

[0017] 反応器の触媒における発熱反応は、触媒燃焼であってもよい。

[0018] 本開示の他の態様は、燃焼設備への燃料予熱器の取り付け方法であり、この方法は、アンモニアおよび酸化剤を混合するように構成された第1混合器を準備することと、アンモニアによる発熱反応を引き起こす触媒を含む反応器を準備することと、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備に接続された燃料供給ラインに第1混合器を設置することであって、燃料供給ラインは、第1混合器にアンモニアを供給することと、酸化剤を供給する酸化剤供給ラインを第1混合器に接続することであって、第1混合器は、燃料供給ラ

インを流れるアンモニアと、酸化剤供給ラインからの酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する、ことと、燃料供給ラインにおいて第１混合器の下流に反応器を設置することであって、触媒は、第１混合器から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって発熱反応を引き起こし、混合ガスを加熱する、ことと、を含む。

発明の効果

[0019] 本開示によれば、燃焼設備においてアンモニアが燃料として使用される場合に、燃焼速度を高めた状態で燃料を燃焼設備に供給することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図１は、第１実施形態に係る燃料予熱器を備える燃焼設備の概略図である。

[図2]図２は、第２実施形態に係る燃料予熱器を備える燃焼設備の概略図である。

[図3]図３は、第３実施形態に係る燃料予熱器を備える燃焼設備の概略図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す具体的な寸法、材料および数値等は、理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本開示を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0022] 図１は、第１実施形態に係る燃料予熱器１０を備える燃焼設備１００の概略図である。燃料予熱器１０は、燃焼設備１００に接続された燃料供給ラインＬ１に設けられる。燃料供給ラインＬ１には、アンモニアを含むガスが流れる。例えば、燃焼設備１００は、ボイラ、工業炉または燃焼炉等であることができる。燃焼設備１００はこれらに限定されず、アンモニアを燃料として使用する様々な設備であることができる。また、燃焼設備１００は、既存

の設備であってもよい。他の実施形態では、燃焼設備 100 は、新設の設備であってもよい。例えば、燃焼設備 100 は、1 つまたは複数のバーナ B を含む。

[0023] バーナ B は、アンモニアを含む燃料を燃焼させる。例えば、バーナ B は、アンモニアおよび微粉炭等の他の燃料の混合燃料を燃焼させてもよい。また、バーナ B は、アンモニアのみを燃焼させてもよい。また、バーナ B は、必要に応じて、アンモニアを含まない燃料を燃焼させてもよい。

[0024] 例えば、燃料予熱器 10 は、第 1 混合器 1 と、反応器 2 と、第 2 混合器 3 と、制御装置 90 と、を含む。燃料予熱器 10 は、不図示の他の構成要素をさらに含んでもよい。

[0025] 第 1 混合器 1 は、燃料供給ライン L 1 に設けられる。例えば、第 1 混合器 1 は、既存の燃焼設備 100 に接続された、既存の燃料供給ライン L 1 に対して設置されてもよい。例えば、第 1 混合器 1 は、ガス混合器である。燃料供給ライン L 1 は、第 1 混合器 1 にアンモニアを供給する。例えば、燃料供給ライン L 1 は、第 1 混合器 1 に気体アンモニアを供給する。

[0026] 第 1 混合器 1 には、酸化剤供給ライン L 2 が接続される。酸化剤供給ライン L 2 は、第 1 混合器 1 に酸化剤（例えば、空気）を供給する。

[0027] 酸化剤供給ライン L 2 には、バルブ（第 1 バルブ）V 1 が設けられる。バルブ V 1 は、制御装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置 90 によって制御される。制御装置 90 は、バルブ V 1 の開度を制御することによって、第 1 混合器 1 に供給される酸化剤の流量を調整する。

[0028] 第 1 混合器 1 は、燃料供給ライン L 1 を流れるアンモニアと、酸化剤供給ライン L 2 から供給される酸化剤とを混合して、アンモニアおよび酸化剤を含む混合ガスを生成する。混合ガスは、燃料供給ライン L 1 を流れて、反応器 2 に供給される。

[0029] 第 1 混合器 1 には、窒素供給ライン L 3 が接続される。窒素供給ライン L 3 は、第 1 混合器 1 に窒素を供給する。

[0030] 窒素供給ライン L 3 には、バルブ V 2 が設けられる。バルブ V 2 は、制御

装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置 90 によって制御される。制御装置 90 は、バルブ V 2 の開度を制御することによって、第 1 混合器 1 に供給される窒素の流量を調整する。

[0031] 反応器 2 は、燃料供給ライン L 1 において第 1 混合器 1 の下流に設けられる。第 1 混合器 1 と同様に、反応器 2 は、既存の燃焼設備 100 に接続された、既存の燃料供給ライン L 1 に対して設置されてもよい。反応器 2 は、第 1 混合器 1 から混合ガスを受け取る。反応器 2 は、アンモニアの反応を促進して発熱反応を引き起こす触媒を含む。具体的には、触媒は、第 1 混合器 1 から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部の反応を促進し、触媒燃焼を引き起こす。混合ガスは、触媒燃焼によって加熱される。加熱された混合ガスは、燃料供給ライン L 1 を流れて、第 2 混合器 3 に供給される。

[0032] 例えば、触媒は、遷移元素（遷移金属とも称され得る）を含む。例えば、触媒は、Ru 等の貴金属を含んでもよい。また、例えば、触媒は、遷移元素のうち、Fe、Co、Ni 等の非貴金属を含んでもよい。非貴金属は、特定の担体と組み合わされる場合に、高い活性を示す場合がある。担体としては、例えば、 Al_2O_3 または SiO_2 等の酸化物が使用されてもよい。また、必要に応じて、 CeO_2 等のシンタリングを抑制することができる担体が使用されてもよい。

[0033] 反応器 2 には、温度センサ S 1 が設けられる。温度センサ S 1 は、触媒の温度を測定するように構成される。温度センサ S 1 は、制御装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、測定データを制御装置 90 に送信する。

[0034] 反応器 2 には、加熱手段 H が設けられる。加熱手段 H は、触媒を加熱する。例えば、加熱手段 H は、電気ヒータを含んでもよい。代替的にまたは追加的に、加熱手段 H は、燃焼設備 100 からの排ガスによって触媒を加熱する第 1 熱交換器を含んでもよい。さらに代替的にまたは追加的に、燃焼設備 100 がボイラを含む場合には、加熱手段 H は、燃焼設備 100 から抽気された蒸気によって触媒を加熱する第 2 熱交換器を含んでもよい。加熱手段 H は

、制御装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置 90 によって制御される。

[0035] 例えば、燃料予熱器 10 が運転を開始するときに、制御装置 90 は、加熱手段 H の動作を開始し、温度センサ S1 によって測定される温度が、触媒が活性を開始する温度（例えば、400℃）に達するまで、触媒を加熱する。温度センサ S1 によって測定される温度が、触媒が活性を開始する温度に達すると、制御装置 90 は、加熱手段 H の動作を停止にする。これ以降は、触媒は、触媒燃焼によって十分な温度に維持される。

[0036] 第 2 混合器 3 は、燃料供給ライン L1 において反応器 2 の下流に設けられる。第 1 混合器 1 および反応器 2 と同様に、第 2 混合器 3 は、既存の燃焼設備 100 に接続された、既存の燃料供給ライン L1 に対して設置されてもよい。例えば、第 2 混合器 3 は、ガス混合器である。第 2 混合器 3 は、反応器 2 から加熱された混合ガスを受け取る。

[0037] 第 2 混合器 3 は、バイパスライン（第 1 バイパスライン）BL1 によって、酸化剤供給ライン L2 に接続される。バイパスライン BL1 は、酸化剤供給ライン L2 を、第 1 混合器 1 および反応器 2 を通すこと無く、直接的に第 2 混合器 3 に接続する。したがって、酸化剤供給ライン L2 を流れる酸化剤の少なくとも一部は第 1 混合器 1 に供給され、酸化剤の残りは第 2 混合器 3 に供給される。

[0038] バイパスライン BL1 には、バルブ V3 が設けられる。バルブ V3 は、制御装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置 90 によって制御される。制御装置 90 は、バルブ V3 の開度を制御することによって、第 2 混合器 3 に供給される酸化剤の流量を調整する。

[0039] 第 2 混合器 3 は、燃料供給ライン L1 を流れる混合ガスと、バイパスライン BL1 から供給される酸化剤とをさらに混合する。混合ガスは、燃料供給ライン L1 を流れて、燃料としてバーナ B に供給される（予混合燃焼方式）。他の実施形態では、バーナ B は、拡散燃焼方式であってもよい。

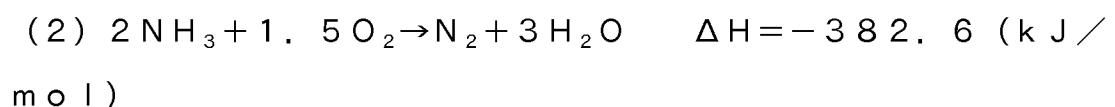
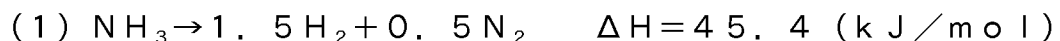
[0040] 燃料供給ライン L1 において反応器 2 の下流の位置、具体的には、本実施

形態では第2混合器3の下流の位置には、温度センサS2が設けられる。温度センサS2は、燃料供給ラインL1を流れる混合ガスの温度を測定するように構成される。温度センサS2は、制御装置90と有線または無線で通信可能に接続され、測定データを制御装置90に送信する。

[0041] 燃料供給ラインL1は、温度センサS2の下流の位置で複数のラインに分岐され、複数のバーナBの各々に接続される。

[0042] 制御装置90は、燃料予熱器10を制御する。また、制御装置90は、燃焼設備100の構成要素の少なくとも一部を制御してもよい。また、例えば、燃焼設備100は、不図示のメイン制御装置を備えてもよく、制御装置90は、メイン制御装置と通信してもよい。制御装置90は、例えば、プロセッサ90a、記憶装置90bおよびコネクタ90c等の構成要素を含み、これらの構成要素はバスを介して互いに接続される。例えば、プロセッサ90aは、CPU (Central Processing Unit) 等を含む。例えば、記憶装置90bは、ハードディスク、プログラム等が格納されるROM、および、ワークエリアとしてのRAM等を含む。制御装置90は、コネクタ90cを介して燃料予熱器10の各構成要素と有線でまたは無線で通信可能に接続される。例えば、制御装置90は、液晶ディスプレイまたはタッチパネル等の表示装置、および、キーボード、ボタンまたはタッチパネル等の入力装置等、他の構成要素を更に含んでもよい。例えば、制御装置90の動作は、記憶装置90bに記憶されるプログラムをプロセッサ90aに実行することによって、実現されてもよい。

[0043] 反応器2中の触媒は、アンモニアの反応を促進し、以下の反応(1)、(2)またはそれらの組み合わせを引き起こす。



[0044] 例えば、本実施形態では、触媒は、反応(1)および(2)の双方を引き起こし得る。例えば、制御装置90は、反応器2に供給される混合ガス中の

大部分の酸化剤が、発熱反応である反応（２）によって使用されるように、バルブＶ１を制御して、酸化剤供給ラインＬ２から第１混合器１に割り当てられる酸化剤の量、すなわち、反応器２に供給される酸化剤の量を調整してもよい。また、制御装置９０は、必要に応じて、バルブＶ３を制御してもよい。

[0045] 例えば、反応器２が触媒燃焼のためにより多くの酸化剤を必要とする場合には、制御装置９０は、酸化剤供給ラインＬ２から反応器２に供給される酸化剤の流量を増加させる。対照的に、例えば、反応器２に供給される酸化剤の量が過剰である場合には、制御装置９０は、酸化剤供給ラインＬ２から反応器２に供給される酸化剤の流量を低減させる。

[0046] バーナＢでの燃焼に必要な酸化剤は、酸化剤供給ラインＬ２からバイパスラインＢＬ１を介して第２混合器３に供給され、第２混合器３において、加熱後の混合ガスと混合される。制御装置９０は、バルブＶ３を制御して、酸化剤供給ラインＬ２からバイパスラインＢＬ１に割り当てられる酸化剤の量、すなわち、第２混合器３に供給される酸化剤の量を調整する。また、制御装置９０は、必要に応じて、バルブＶ１を制御してもよい。

[0047] 例えば、バーナＢが燃焼のためにより多くの酸化剤を必要とする場合には、制御装置９０は、酸化剤供給ラインＬ２から第２混合器３に供給される酸化剤の流量を増加させてもよい。対照的に、例えば、バーナＢに供給される酸化剤の量が過剰である場合には、制御装置９０は、酸化剤供給ラインＬ２から第２混合器３に供給される酸化剤の流量を低減させてもよい。

[0048] また、制御装置９０は、所定の閾値を記憶装置９０ｂに記憶する。この閾値は、燃料供給ラインＬ１を形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる。例えば、燃料供給ラインＬ１は、ステンレス鋼等の鋼鉄によって形成されてもよい。多くの鋼鉄は、概ね４００℃～６００℃のアンモニアを含む環境に晒されると、窒化することが知られている。したがって、多くの鋼鉄は、上記の範囲未満の温度であれば、アンモニアを含む環境に晒された場合でも窒化しない。具体的には、例えば、閾値は、４００℃であってもよい。

。

[0049] また、閾値は、試験によって決定されてもよい。例えば、燃料供給ライン L 1 を形成する材料と同じ材料で形成された試験片を、燃料供給ライン L 1 の内部を模擬した環境に配置する。環境を所定の期間（例えば、1 月、複数月、1 年または複数年）維持する。その後、試験片の窒化層深さを測定し、1 年あたりの窒化速度（mm／年）を算出する。この試験を、複数の温度で実施する。例えば、窒化速度が所定値未満である温度を、閾値として決定してもよい（例えば、1 mm／年未満）。例えば、窒化層深さは、J I S G 0 5 6 2 で定められる「鉄鋼の窒化層深さ測定方法」の「硬さ試験による測定方法」または「金属組織試験による測定方法」によって測定されてもよい。

[0050] 制御装置 9 0 は、温度センサ S 2 によって測定される混合ガスの温度が閾値未満になるように、バルブ V 1 およびバルブ V 3 の少なくとも一方を制御して、反応器 2 に供給される酸化剤の流量、および、第 2 混合器 3 に供給される酸化剤の流量を調整してもよい。

[0051] また、制御装置 9 0 は、温度センサ S 2 によって測定される混合ガスの温度が過度に高い場合、すなわち、発熱反応によって触媒が過度に加熱される場合には、バルブ V 2 を開き、緊急の冷却剤として窒素を混合ガスに添加してもよい。

[0052] なお、燃料供給ライン L 1 には、第 1 混合器 1 に供給されるアンモニアの流量を調整するための不図示のバルブが設けられてもよい。また、ライン L 1, L 2, L 3 の各々には、流体を送るための不図示のポンプが設けられてもよい。これらのバルブおよびポンプは、制御装置 9 0 と有線または無線で通信可能に接続されてもよく、制御装置 9 0 によって制御されてもよい。

[0053] 続いて、燃料予熱器 1 0 の動作について説明する。

[0054] 燃料予熱器 1 0 が運転を開始するとき、制御装置 9 0 は、加熱手段 H の動作を開始する。温度センサ S 1 によって測定される温度が、触媒が活性を開始する温度に達するまで、触媒が加熱される。

- [0055] 温度センサによって測定される温度が、触媒が活性を開始する温度に達すると、制御装置 90 は、バルブ V 1 を制御し、第 1 混合器 1 への酸化剤の供給を開始する。また、第 1 混合器 1 は、燃料供給ライン L 1 からアンモニアを受け取る。第 1 混合器 1 は、アンモニアと酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する。混合ガスは、燃料供給ライン L 1 によって反応器 2 に供給される。
- [0056] また、制御装置 90 は、加熱手段 H の動作を停止する。これ以降は、触媒は、触媒燃焼によって十分な温度に維持される。
- [0057] 混合ガス中の少なくとも一部の酸化剤、例えば、混合ガス中の大部分の酸化剤は、反応器 2 中の触媒上でアンモニアと反応し、触媒燃焼を引き起こす。これによって、混合ガスが加熱される。加熱された混合ガスは、燃料供給ライン L 1 によって第 2 混合器 3 に供給される。
- [0058] 制御装置 90 は、バルブ V 3 を制御し、バーナ B での燃焼に必要な酸化剤の第 2 混合器 3 への供給を開始する。また、第 2 混合器 3 は、燃料供給ライン L 1 から加熱された混合ガスを受け取る。第 2 混合器 3 は、アンモニアと酸化剤とをさらに混合する。加熱された混合ガスは、予混合燃料として、燃料供給ライン L 1 によって複数のバーナ B に供給される。
- [0059] 以上のような燃料予熱器 10 は、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備 100 に接続された燃料供給ライン L 1 に設けられる第 1 混合器 1 と、燃料供給ライン L 1 において第 1 混合器 1 の下流に設けられる反応器 2 と、を備える。燃料供給ライン L 1 は、第 1 混合器 1 にアンモニアを供給する。第 1 混合器 1 は、酸化剤を供給する酸化剤供給ライン L 2 に接続され、燃料供給ライン L 1 を流れるアンモニアと、酸化剤供給ライン L 2 からの酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する。反応器 2 は、アンモニアの反応を促進して発熱反応を引き起こす触媒を含む。触媒は、第 1 混合器 1 から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって発熱反応を引き起こし、混合ガスを加熱する。このような構成によれば、アンモニアを含みかつ反応器 2 における発熱反応によって加熱された混合ガスを、燃焼設備 100 へと

供給することができる。混合ガスが発熱反応によって加熱されるため、混合ガス中のアンモニアも加熱され、アンモニアの燃焼速度が高められる。したがって、燃焼速度を高めた状態で燃料を燃焼設備 100 に供給することができる。

[0060] また、燃料予熱器 10 は、燃料供給ライン L 1 において反応器 2 の下流に設けられる第 2 混合器 3 を備える。第 2 混合器 3 は、バイパスライン B L 1 によって酸化剤供給ライン L 2 に接続され、反応器 2 から供給される混合ガスと、バイパスライン B L 1 から供給される酸化剤とを混合する。このような構成によれば、酸化剤供給ライン L 2 から反応器 2 へ供給される酸化剤の量をより細かく調整することができる。

[0061] また、燃料予熱器 10 は、酸化剤供給ライン L 2 に設けられ、酸化剤の流量を調整するバルブ V 1 と、燃料供給ライン L 1 において反応器 2 の下流に設けられ、混合ガスの温度を測定する温度センサ S 2 と、バルブ V 1 および温度センサ S 2 と通信可能に接続される制御装置 90 と、を備える。制御装置 90 は、燃料供給ライン L 1 を形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶する。制御装置 90 は、温度センサ S 2 によって測定される混合ガスの温度が閾値未満になるように、バルブ V 1 を制御して第 1 混合器 1 に供給される酸化剤の流量を調整する。このような構成によれば、窒化による燃料供給ライン L 1 の脆化を抑制することができる。

[0062] また、反応器 2 は、触媒を加熱するための加熱手段 H を含み、加熱手段 H は、ヒータを含んでもよい。このような構成によれば、触媒が活性を開始する温度まで、触媒を素早く加熱することができる。

[0063] 代替的にまたは追加的に、加熱手段 H は、燃焼設備 100 からの排ガスによって触媒を加熱する第 1 熱交換器を含んでもよい。このような構成によれば、触媒が活性を開始する温度まで、触媒を素早く加熱することができ、かつ、排ガスを再利用することができる。

[0064] 代替的にまたは追加的に、加熱手段 H は、燃焼設備 100 から抽気された蒸気によって触媒を加熱する第 2 熱交換器を含んでもよい。このような構成

によれば、触媒が活性を開始する温度まで、触媒を素早く加熱することができる。

[0065] また、燃料予熱器 10 は、燃焼設備 100 の複数のバーナ B に混合ガスを供給する。このような構成によれば、バーナ B 毎に燃料予熱器を設ける必要が無い。

[0066] また、反応器 2 の触媒における発熱反応は、触媒燃焼である。このような構成によれば、反応器 2 では表面反応主体の無炎燃焼でおこなうことから、安全性が高い。また酸化剤の流量を変更することで、反応器 2 における空気比を変更し、混合ガスの温度を制御することができる。混合ガスの温度を上昇させ、バーナ B での難燃性のアンモニアの着火性、燃焼安定性を向上させることができる。

[0067] また、上記のような燃料予熱器 10 は、既存の燃焼設備 100 に対して設置することができる。本実施形態に係る燃焼設備 100 への燃料予熱器 10 の取り付け方法は、アンモニアおよび酸化剤を混合するように構成された第 1 混合器 1 を準備することと、アンモニアによる発熱反応を引き起こす触媒を含む反応器 2 を準備することと、アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備 100 に接続された燃料供給ライン L1 に第 1 混合器 1 を設置することと、を含む。これによって、燃料供給ライン L1 は、第 1 混合器 1 にアンモニアを供給する。また、本実施形態に係る方法は、酸化剤を供給する酸化剤供給ライン L2 を第 1 混合器 1 に接続することを含む。これによって、第 1 混合器 1 は、燃料供給ライン L1 を流れるアンモニアと、酸化剤供給ライン L2 からの酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する。また、本実施形態に係る方法は、燃料供給ライン L1 において第 1 混合器 1 の下流に反応器 2 を設置することを含む。これによって、触媒は、第 1 混合器 1 から供給される混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって発熱反応を引き起こし、混合ガスを加熱する。このような構成によれば、既存の燃焼設備 100 に対して、大きな工事無しに、燃焼速度を高めた状態で燃料を供給することができる。

[0068] なお、図 1 ならびに以下の図 2 および図 3 において、燃料予熱器 10、10A および 10B は、破線で囲まれる構成要素を備える。したがって、本開示に係る燃焼設備 100 への燃料予熱器 10、10A または 10B の取り付け方法は、破線内の第 1 混合器 1 および反応器 2 以外の構成要素を、既存の燃料供給ライン L1 に対して設置することをさらに含んでもよい。

[0069] 続いて、他の実施形態について説明する。

[0070] 図 2 は、第 2 実施形態に係る燃料予熱器 10A を備える燃焼設備 100 の概略図である。燃料予熱器 10A は、酸化剤のバイパスライン BL1 および第 2 混合器 3 に代えて、アンモニアのバイパスライン（第 2 バイパスライン）BL2 および第 3 混合器 4 を備える点において、第 1 実施形態に係る燃料予熱器 10 と異なる。その他の構成については、燃料予熱器 10A は、燃料予熱器 10 と同じであってもよい。

[0071] 第 3 混合器 4 は、燃料供給ライン L1 において反応器 2 の下流に設けられる。第 3 混合器 4 は、既存の燃焼設備 100 に接続された、既存の燃料供給ライン L1 に対して設置されてもよい。例えば、第 3 混合器 4 は、ガス混合器である。第 3 混合器 4 は、反応器 2 から加熱された混合ガスを受け取る。

[0072] 第 3 混合器 4 は、バイパスライン BL2 によって、燃料供給ライン L1 において、第 1 混合器 1 よりも上流の位置に接続される。バイパスライン BL2 は、燃料供給ライン L1 を、第 1 混合器 1 および反応器 2 を通すこと無く、直接的に第 3 混合器 4 に接続する。したがって、燃料供給ライン L1 を流れるアンモニアの少なくとも一部は第 1 混合器 1 に供給され、アンモニアの残りは第 3 混合器 4 に供給される。

[0073] 本実施形態では、燃料供給ライン L1 において、バイパスライン BL2 への接続部と第 1 混合器 1 との間に、バルブ（第 2 バルブ）V4 が設けられる。バルブ V4 は、制御装置 90 と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置 90 によって制御される。制御装置 90 は、バルブ V4 の開度を制御することによって、第 1 混合器 1 に供給されるアンモニアの流量を調整する。

- [0074] バイパスラインB L 2には、バルブV 5が設けられる。バルブV 5は、制御装置9 0と有線または無線で通信可能に接続され、制御装置9 0によって制御される。制御装置9 0は、バルブV 5の開度を制御することによって、第3混合器4に供給されるアンモニアの流量を調整する。
- [0075] 第3混合器4は、燃料供給ラインL 1を流れる混合ガスと、バイパスラインB L 2から供給されるアンモニアとをさらに混合する。混合ガスは、燃料供給ラインL 1を流れて、燃料としてバーナBに供給される。
- [0076] 例えば、制御装置9 0は、反応器2に供給される混合ガス中の大部分のアンモニアが、発熱反応である反応(2)によって使用されるように、バルブV 4を制御して、燃料供給ラインL 1から第1混合器1に割り当てられるアンモニアの流量、すなわち、反応器2に供給されるアンモニアの流量を調整してもよい。また、制御装置9 0は、必要に応じて、バルブV 5を制御してもよい。
- [0077] 例えば、反応器2が混合ガスをより加熱する必要がある場合には、制御装置9 0は、燃料供給ラインL 1から反応器2に供給されるアンモニアの流量を増加させてもよい。対照的に、例えば、反応器2が混合ガスを過剰に加熱している場合には、制御装置9 0は、燃料供給ラインL 1から反応器2に供給される酸化剤の流量を低減させてもよい。
- [0078] バーナBでの燃焼に必要なアンモニアは、燃料供給ラインL 1からバイパスラインB L 2を介して第3混合器4に供給され、第3混合器4において加熱後の混合ガスと混合される。制御装置9 0は、バルブV 5を制御して、燃料供給ラインL 1からバイパスラインB L 2に割り当てられるアンモニアの量、すなわち、第3混合器4に供給されるアンモニアの量を調整する。また、制御装置9 0は、必要に応じて、バルブV 4を制御してもよい。
- [0079] 例えば、バーナBが燃焼のためにより多くのアンモニアを必要とする場合には、制御装置9 0は、燃料供給ラインL 1から第3混合器4に供給されるアンモニアの流量を増加させてもよい。対照的に、例えば、バーナBに供給されるアンモニアの量が過剰である場合には、制御装置9 0は、燃料供給ラ

インＬ１から第３混合器４に供給されるアンモニアの流量を低減させてもよい。

[0080] また、制御装置９０は、第１実施形態と同様に、温度センサＳ２によって測定される混合ガスの温度が閾値（例えば、４００℃）未満になるように、バルブＶ４およびバルブＶ５の少なくとも一方を制御して、反応器２に供給されるアンモニアの流量、および、第３混合器４に供給されるアンモニアの流量を調整してもよい。

[0081] 以上のような燃料予熱器１０Ａは、第１実施形態に係る燃料予熱器１０と概ね同様な効果を奏する。また、燃料予熱器１０Ａは、燃料供給ラインＬ１において反応器２の下流に設けられる第３混合器４を備える。第３混合器４は、バイパスラインＢＬ２によって、燃料供給ラインＬ１において第１混合器１よりも上流の位置に接続され、反応器２から供給される混合ガスと、バイパスラインＢＬ２から供給されるアンモニアとを混合する。このような構成によれば、燃料供給ラインＬ１から反応器２へ供給されるアンモニアの量をより細かく調整することができる。

[0082] また、燃料予熱器１０Ａは、燃料供給ラインＬ１において第１混合器１の上流に設けられ、第１混合器１に供給されるアンモニアの流量を調整するバルブＶ４と、燃料供給ラインＬ１において反応器２の下流に設けられ、混合ガスの温度を測定する温度センサＳ２と、バルブＶ４および温度センサＳ２と通信可能に接続される制御装置９０と、を備える。制御装置９０は、燃料供給ラインＬ１を形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶する。制御装置９０は、温度センサＳ２によって測定される混合ガスの温度が閾値未満になるように、バルブＶ４を制御して第１混合器１に供給されるアンモニアの流量を調整する。このような構成によれば、窒化による燃料供給ラインＬ１の脆化を抑制することができる。

[0083] 図３は、第３実施形態に係る燃料予熱器１０Ｂを備える燃焼設備１００の概略図である。燃料予熱器１０Ｂは、バイパスラインＢＬ１および第２混合器３を備えない点で、第１実施形態に係る燃料予熱器１０と異なる。その他

の構成については、燃料予熱器 10B は、燃料予熱器 10 と同じであってもよい。

[0084] 本実施形態では、燃焼設備 100 の各バーナ B は拡散燃焼方式である。各バーナ B には、拡散燃焼に必要な空気が供給される。燃焼設備 100 は、各バーナ B への空気の量を調整するためのエアレジスタおよびダンパ等の不図示の構成要素を含んでもよい。なお、図 3 では、一番上のバーナ B に対してのみ空気が示される。

[0085] 例えば、制御装置 90 は、反応器 2 に供給される混合ガス中の大部分の酸化剤が、発熱反応である反応 (2) によって使用されるように、バルブ V1 を制御して、酸化剤供給ライン L2 から第 1 混合器 1 を介して反応器 2 に供給される酸化剤の量を調整する。

[0086] また、制御装置 90 は、第 1 実施形態と同様に、温度センサ S2 によって測定される混合ガスの温度が閾値（例えば、400℃）未満になるように、バルブ V1 を制御して、反応器 2 に供給される酸化剤の流量を調整する。

[0087] 以上のような燃料予熱器 10B は、第 1 実施形態に係る燃料予熱器 10 と概ね同様な効果を奏する。

[0088] 以上、添付図面を参照しながら実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、上記実施形態の方法の工程は、上記の順番で実施されなくてもよく、技術的に矛盾が生じない限りにおいて、異なる順番で実施されてもよい。

[0089] 本開示は、CO₂放出の削減につながるアンモニアの使用を促進することができるので、例えば、持続可能な開発目標（SDGs）の目標 7「手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」および目標 13「気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る」に貢献することができる。

符号の説明

[0090]	1	第 1 混合器
	2	反応器
	3	第 2 混合器
	4	第 3 混合器
	1 0	燃料予熱器
	1 0 A	燃料予熱器
	1 0 B	燃料予熱器
	9 0	制御装置
	1 0 0	燃焼設備
	B	バーナ
	B L 1	バイパスライン（第 1 バイパスライン）
	B L 2	バイパスライン（第 2 バイパスライン）
	H	加熱手段
	L 1	燃料供給ライン
	L 2	酸化剤供給ライン
	L 3	窒素供給ライン
	S 1	温度センサ
	S 2	温度センサ
	V 1	バルブ（第 1 バルブ）
	V 4	バルブ（第 2 バルブ）

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設備に接続された燃料供給ラインに設けられる第１混合器であって、

前記燃料供給ラインは、当該第1混合器にアンモニアを供給し、

当該第 1 混合器は、酸化剤を供給する酸化剤供給ラインに接続され、前記燃料供給ラインを流れるアンモニアと、前記酸化剤供給ラインからの前記酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する、

第1混合器と、

前記燃料供給ラインにおいて前記第1混合器の下流に設けられる反応器であって、

当該反応器は、アンモニアの反応を促進して発熱反応を引き起こす触媒を含み、

前記触媒は、前記第 1 混合器から供給される前記混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって前記発熱反応を引き起こし、前記混合ガスを加熱する、

反応器と、

を備える、燃料予熱器。

[請求項2] 前記燃料供給ラインにおいて前記反応器の下流に設けられる第2混合器であって、当該第2混合器は、第1バイパスラインによって前記酸化剤供給ラインに接続され、前記反応器から供給される前記混合ガスと、前記第1バイパスラインから供給される前記酸化剤とを混合する、第2混合器を備える、請求項1に記載の燃料予熱器。

【請求項3】 前記酸化剤供給ラインに設けられ、前記第1混合器に供給される前記酸化剤の流量を調整する第1バルブと、

前記燃料供給ラインにおいて前記反応器の下流に設けられ、前記混合ガスの温度を測定する温度センサと、

前記第 1 バルブおよび前記温度センサと通信可能に接続される制御装置であって、

当該制御装置は、前記燃料供給ラインを形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶し、

当該制御装置は、前記温度センサによって測定される前記混合ガスの温度が前記閾値未満になるように、前記第1バルブを制御して前記第1混合器に供給される前記酸化剤の流量を調整する、

制御装置と、

を備える、請求項1または2に記載の燃料予熱器。

[請求項4] 前記反応器は、前記触媒を加熱するための加熱手段を含み、前記加熱手段は、ヒータを含む、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項5] 前記反応器は、前記触媒を加熱するための加熱手段を含み、前記加熱手段は、前記燃焼設備からの排ガスによって前記触媒を加熱する第1熱交換器を含む、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項6] 前記反応器は、前記触媒を加熱するための加熱手段を含み、前記加熱手段は、前記燃焼設備から抽気された蒸気によって前記触媒を加熱する第2熱交換器を含む、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項7] 前記燃料供給ラインにおいて前記反応器の下流に設けられる第3混合器であって、当該第3混合器は、第2バイパスラインによって、前記燃料供給ラインにおいて前記第1混合器よりも上流の位置に接続され、前記反応器から供給される前記混合ガスと、前記第2バイパスラインから供給されるアンモニアとを混合する、第3混合器を備える、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項8] 前記燃料供給ラインにおいて前記第1混合器の上流に設けられ、前記第1混合器に供給されるアンモニアの流量を調整する第2バルブと、

前記燃料供給ラインにおいて前記反応器の下流に設けられ、前記混合ガスの温度を測定する温度センサと、

前記第2バルブおよび前記温度センサと通信可能に接続される制御装置であって、

当該制御装置は、前記燃料供給ラインを形成する材料が窒化を開始する温度に関連付けられる所定の閾値を記憶し、

当該制御装置は、前記温度センサによって測定される前記混合ガスの温度が前記閾値未満になるように、前記第2バルブを制御して前記第1混合器に供給されるアンモニアの流量を調整する、

制御装置と、

を備える、請求項1または7に記載の燃料予熱器。

[請求項9] 前記燃料予熱器は、前記燃焼設備の複数のバーナに前記混合ガスを供給する、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項10] 前記反応器の前記触媒における前記発熱反応は、触媒燃焼である、請求項1に記載の燃料予熱器。

[請求項11] アンモニアおよび酸化剤を混合するように構成された第1混合器を準備することと、

アンモニアによる発熱反応を引き起こす触媒を含む反応器を準備することと、

アンモニアを含む燃料を燃焼する燃焼設備に接続された燃料供給ラインに前記第1混合器を設置することであって、前記燃料供給ラインは、前記第1混合器にアンモニアを供給する、ことと、

酸化剤を供給する酸化剤供給ラインを前記第1混合器に接続することであって、前記第1混合器は、前記燃料供給ラインを流れるアンモニアと、前記酸化剤供給ラインからの前記酸化剤とを混合して、混合ガスを生成する、ことと、

前記燃料供給ラインにおいて前記第1混合器の下流に前記反応器を設置することであって、前記触媒は、前記第1混合器から供給される前記混合ガス中のアンモニアの少なくとも一部によって前記発熱反応を引き起こし、前記混合ガスを加熱する、ことと、

を含む、燃焼設備への燃料予熱器の取り付け方法。

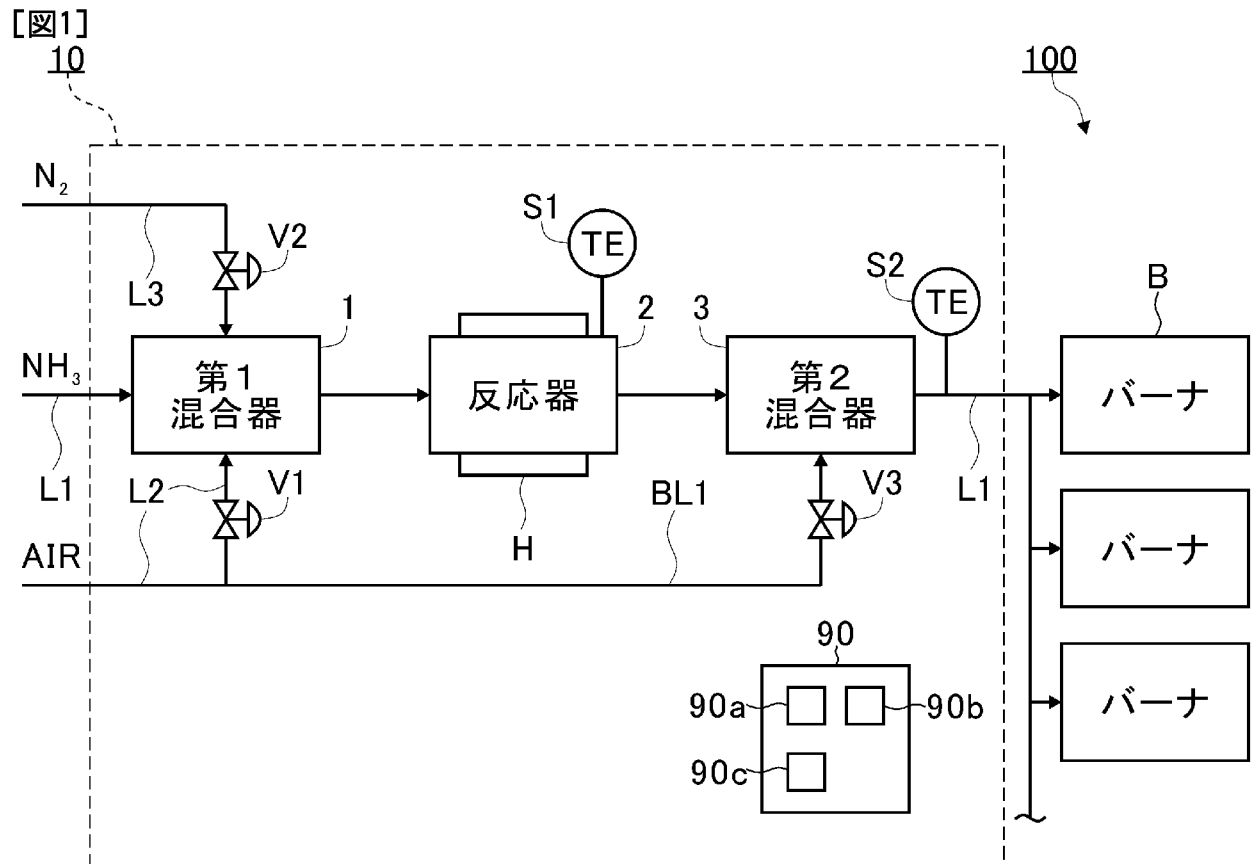


FIG. 1

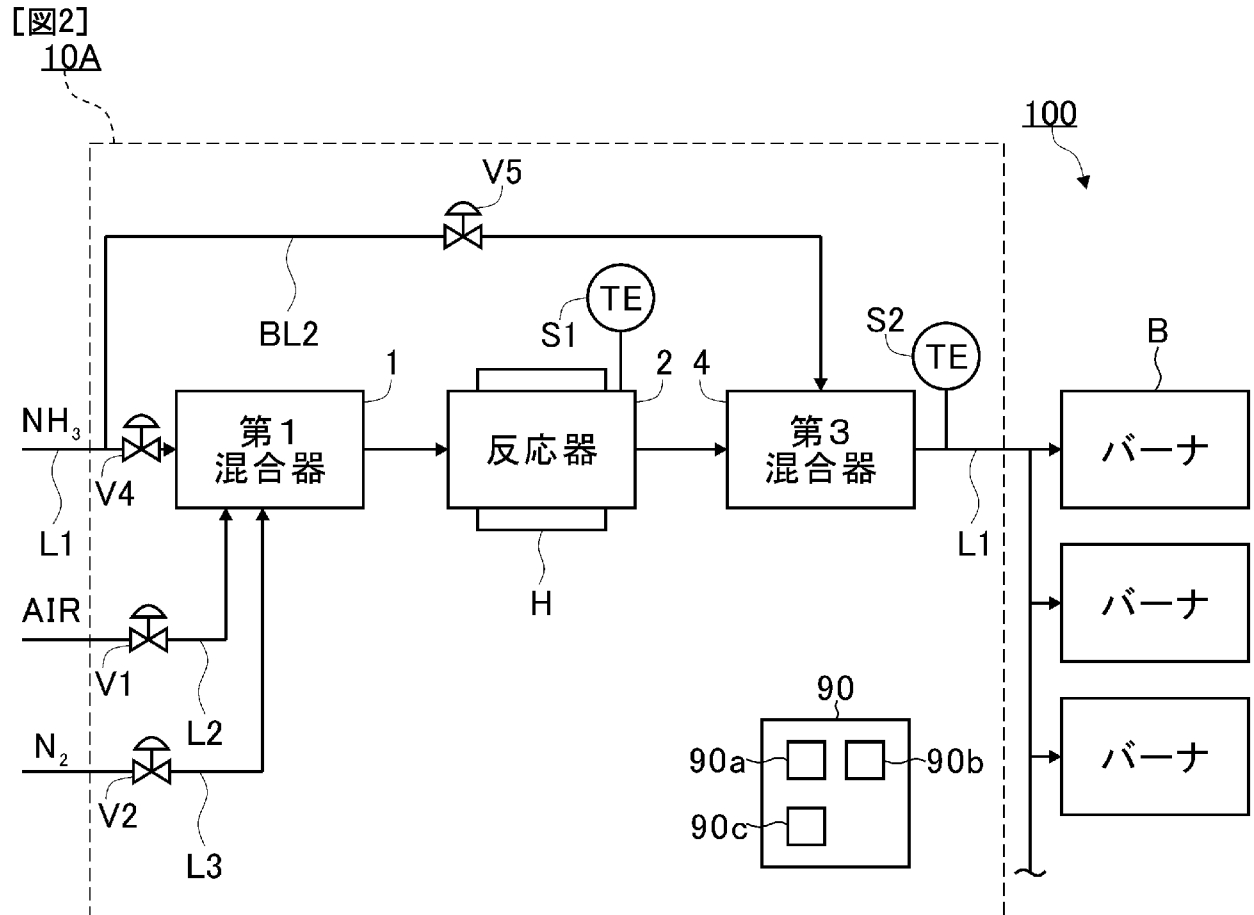


FIG. 2

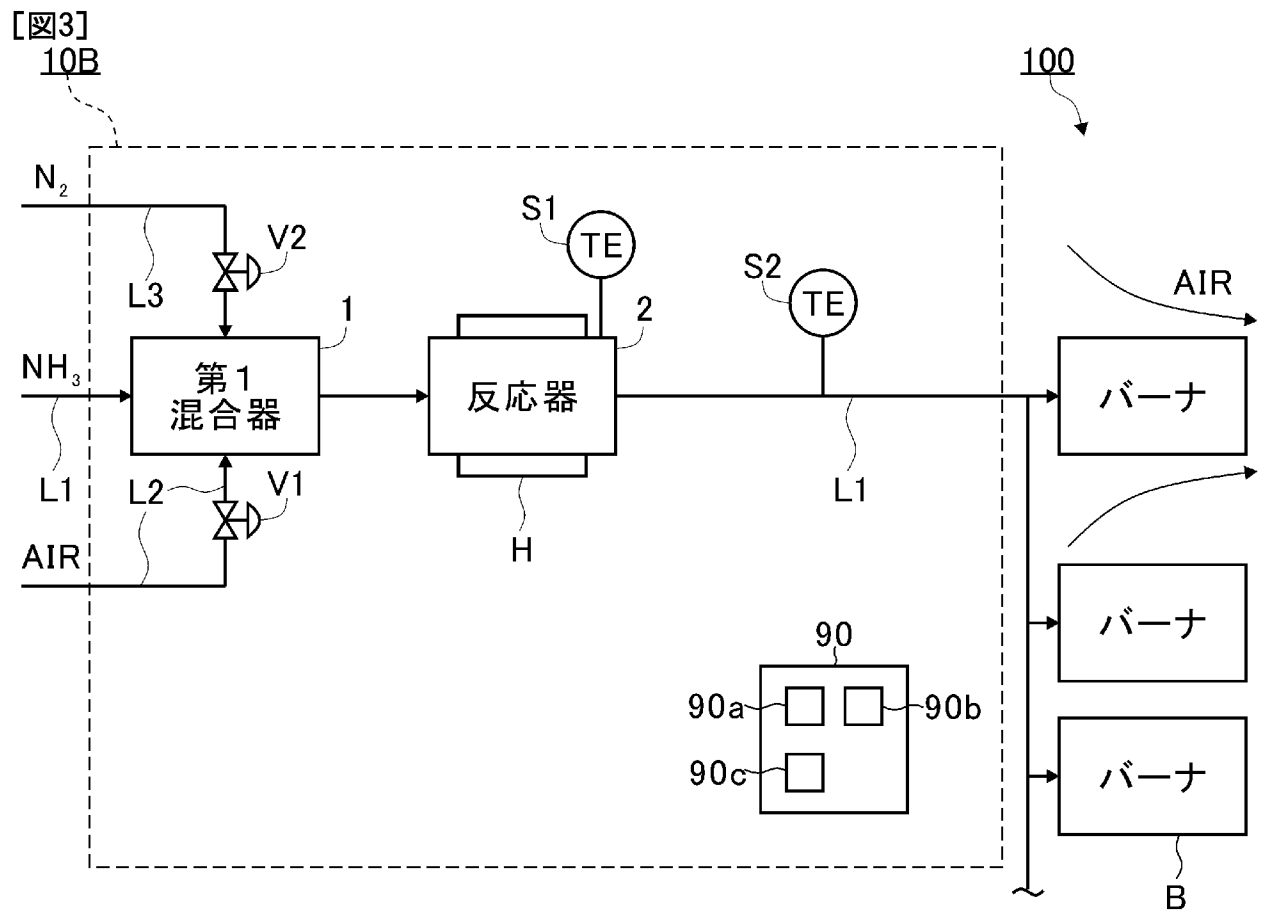


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/013083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F23K 5/00</i> (2006.01)i; <i>C01B 3/04</i> (2006.01)i; <i>F23C 13/08</i> (2006.01)i; <i>F23D 14/18</i> (2006.01)i FI: F23K5/00 303; F23D14/18 E; F23C13/08; C01B3/04 B 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) F23K5/00; C01B3/04; F23C13/08; F23D14/18 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 2012-255420 A (NIPPON SHOKUBAI CO., LTD.) 27 December 2012 (2012-12-27) paragraphs [0023]-[0039], fig. 1	1, 4-5, 7, 9-11
Y	paragraphs [0026]-[0029]	1-2, 4, 6-7, 9, 10-11
A		3, 8
Y	WO 2023/037642 A1 (CHUGAI RO CO., LTD.) 16 March 2023 (2023-03-16) paragraph [0023], fig. 1	1, 2, 4, 7, 9-11
Y	JP 2015-94248 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 18 May 2015 (2015-05-18) fig. 1	6
A	JP 2018-95512 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 21 June 2018 (2018-06-21) paragraphs [0036]-[0040], fig. 3	1-11
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 07 May 2024		Date of mailing of the international search report 21 May 2024
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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2023-12119 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) 25 January 2023 (2023-01-25) paragraphs [0041]-[0053], fig. 1-2	1-11
A	JP 2008-39254 A (GIFU UNIV) 21 February 2008 (2008-02-21) paragraphs [0012], [0024], fig. 2	1-11
A	CN 203892008 U (XIAMEN UNIVERSITY) 22 October 2014 (2014-10-22) paragraphs [0021]-[0033], fig. 1	1-11
A	JP 2021-110463 A (KRI, INC.) 02 August 2021 (2021-08-02) paragraphs [0043]-[0051], fig. 1	1-11
A	CN 112902163 A (SHANDONG UNIVERSITY) 04 June 2021 (2021-06-04) paragraph [0040], fig. 1	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/013083

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2012-255420	A	27 December 2012	(Family: none)	
WO	2023/037642	A1	16 March 2023	JP 2023-39681	A
				CN 117178145	A
JP	2015-94248	A	18 May 2015	EP 2878790	A1
				fig. 1	
				US 2015/0128559	A1
				US 2017/0175623	A1
				CN 104632408	A
JP	2018-95512	A	21 June 2018	(Family: none)	
JP	2023-12119	A	25 January 2023	AU 2022310752	A1
				paragraphs [0041]-[0053], fig.	
				1-2	
				WO 2023/286456	A1
				CN 117441079	A
JP	2008-39254	A	21 February 2008	(Family: none)	
CN	203892008	U	22 October 2014	(Family: none)	
JP	2021-110463	A	02 August 2021	(Family: none)	
CN	112902163	A	04 June 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F23K 5/00(2006.01)i; C01B 3/04(2006.01)i; F23C 13/08(2006.01)i; F23D 14/18(2006.01)i
FI: F23K5/00 303; F23D14/18 E; F23C13/08; C01B3/04 B

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））

F23K5/00; C01B3/04; F23C13/08; F23D14/18

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1971-2024年
日本国実用新案登録公報1996-2024年
日本国登録実用新案公報1994-2024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 2012-255420 A（株式会社日本触媒）27.12.2012（2012-12-27） 段落[0023]-[0039]，図1	1, 4-5, 7, 9-11
Y	段落[0026]-[0029]	1-2, 4, 6- 7, 9, 10-11
A		3, 8
Y	WO 2023/037642 A1（中外炉工業株式会社）16.03.2023（2023-03-16） 段落[0023]，図1	1, 2, 4, 7, 9-11
Y	JP 2015-94248 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社）18.05.2015（2015-05-18） 図1	6
A	JP 2018-95512 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社）21.06.2018（2018-06-21） 段落[0036]-[0040]，図3	1-11
A	JP 2023-12119 A（株式会社豊田自動織機）25.01.2023（2023-01-25） 段落[0041]-[0053]，図1-2	1-11

☒ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
“I” 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07.05.2024

国際調査報告の発送日21.05.2024

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）

柳本 幸雄 3L 3829

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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
A	JP 2008-39254 A (国立大学法人岐阜大学) 21.02.2008 (2008 - 02 - 21) 段落[0012], [0024], 図2	1-11
A	CN 203892008 U (XIAMEN UNIVERSITY) 22.10.2014 (2014 - 10 - 22) 段落[0021]-[0033], 図1	1-11
A	JP 2021-110463 A (株式会社 K R I) 02.08.2021 (2021 - 08 - 02) 段落[0043]-[0051], 図1	1-11
A	CN 112902163 A (SHANDONG UNIVERSITY) 04.06.2021 (2021 - 06 - 04) 段落[0040], 図1	1-11

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/013083

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-255420	A	27.12.2012	(ファミリーなし)	
WO	2023/037642	A1	16.03.2023	JP	2023-39681 A
				CN	117178145 A
JP	2015-94248	A	18.05.2015	EP	2878790 A1
				図1	
				US	2015/0128559 A1
				US	2017/0175623 A1
				CN	104632408 A
JP	2018-95512	A	21.06.2018	(ファミリーなし)	
JP	2023-12119	A	25.01.2023	AU	2022310752 A1
				段落[0041]-[0053], 図1-2	
				WO	2023/286456 A1
				CN	117441079 A
JP	2008-39254	A	21.02.2008	(ファミリーなし)	
CN	203892008	U	22.10.2014	(ファミリーなし)	
JP	2021-110463	A	02.08.2021	(ファミリーなし)	
CN	112902163	A	04.06.2021	(ファミリーなし)	