

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))

(57) 要約: アンモニアが燃料として使用される場合に未燃アンモニアを低減する。燃烧器 (10) は、燃烧空間 (S) にアンモニアを含む燃料を噴射するバーナ (11) と、燃烧空間 (S) の少なくとも一部を画定する耐火材 (12) であって、当該耐火材 (12) は、燃烧ガスの通過を遮断し、当該耐火材 (12) は、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒 (C) を、燃烧空間 (S) の少なくとも一部を画定する表面 (1b) に含む、耐火材 (12) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 燃焼器

技術分野

[0001] 本開示は、燃焼器に関する。本出願は2023年6月14日に提出された日本特許出願第2023-97817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] 燃焼器では、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、バーナノズルに対して使用される触媒筒を開示する。このバーナノズルでは、灯油等の燃料が使用される。バーナノズルからの一次側燃焼炎は、触媒筒内に吹き込む。触媒筒は、多数の出口孔を含む。一次側燃焼炎は、触媒筒を通過する際に触媒により完全燃焼し、多数の出口孔から二次側燃焼炎として噴射される。

[0003] また、特許文献2は、パイプバーナに対して使用される円筒状の触媒層を開示する。触媒層は、パイプバーナを取り囲むように配置される。パイプバーナは、多数の小孔を含む。また、触媒層は、ガス透過性を有する。パイプバーナには、燃料および空気の混合ガスが供給される。混合ガスは着火され、パイプバーナの多数の小孔から火炎が形成される。また、燃焼ガスは、触媒層を通過する際に触媒燃焼される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-281006号公報

特許文献2：実開平1-144617号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] アンモニアは、CO₂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、上記のような燃焼器においてアンモニアを使用する場合、未燃アンモニアが問題になり得る。

[0006] 本開示は、アンモニアが燃料として使用される場合に未燃アンモニアを低減することができる、燃焼器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

[0007] 本開示の一態様に係る燃焼器は、燃焼空間にアンモニアを含む燃料を噴射するバーナと、燃焼空間の少なくとも一部を画定する耐火材であって、当該耐火材は、ガスの通過を遮断し、当該耐火材は、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒を、燃焼空間の少なくとも一部を画定する表面に含む、耐火材と、を備える。

[0008] 触媒は、遷移金属を含んでもよい。

[0009] 燃焼器は、ラジアントバーナであってもよく、耐火材は、バーナタイルであってもよい。

[0010] ラジアントバーナは、ラジアントカップバーナであってもよく、バーナタイルは、燃焼空間の少なくとも一部としての窪みを含んでもよい。

[0011] 窪みは、平滑な球面によって画定されてもよい。

[0012] バーナタイルの触媒を含む表面は、突起および溝の少なくとも一方を含んでもよい。

[0013] 耐火材は、バーナが配置される炉の壁の一部であってもよい。

発明の効果

[0014] 本開示によれば、アンモニアが燃料として使用される場合に未燃アンモニアを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、第1実施形態に係る燃焼器を備えるボイラの概略的な断面図である。

[図2]図2は、図1中のA部の概略的な拡大図である。

[図3]図3は、第2実施形態に係る燃焼器を示す概略的な断面図である。

[図4]図4は、第3実施形態に係る燃焼器を示す概略的な断面図である。

[図5]図5は、第4実施形態に係る燃焼器を示す概略的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 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。

[0017] 図1は、第1実施形態に係る燃焼器10を備えるボイラ100の概略的な断面図である。本実施形態では、燃焼器10は、ボイラ100に適用される。他の実施形態では、燃焼器10は、工業炉または燃焼炉等の他の燃焼設備に適用されてもよい。例えば、ボイラ100は、炉1と、煙道2と、複数の燃焼器10と、を備える。ボイラ100は、他の構成要素をさらに備えてもよい。

[0018] 炉1は、アンモニアを含む燃料を燃焼させて、燃焼ガスを生成する。例えば、炉1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、炉1は、アンモニアのみを燃焼させてもよい。また、炉1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。

[0019] 炉1は、鉛直方向に延在する。炉1の下部は、燃焼空間Sを画定する。本開示において、燃焼空間とは、燃料が燃焼される空間を意味する。炉1の底部には、排出口E_xが設けられる。排出口E_xは、燃焼によって発生する灰分を外部に排出する。

[0020] 煙道2は、炉1で発生した燃焼ガスを外部に案内する通路である。煙道2は、炉1の上部と接続される。例えば、煙道2は、第1煙道2aと、第2煙道2bとを含む。第1煙道2aは、炉1の上部から水平方向に延在する。第2煙道2bは、第1煙道2aの端部から下方に延在する。

[0021] 例えば、ボイラ100は、炉1の上部に設置される不図示の過熱器を備える。過熱器は、炉1で発生した燃焼ガスと、水との間で熱交換する。これに

より、水蒸気が生成される。また、例えば、ボイラ１００は、再熱器、節炭器または空気予熱器等の不図示の構成要素をさらに備えてもよい。

[0022] 燃焼器１０は、炉１の下部の壁に設けられる。複数の燃焼器１０は、水平方向において、炉１の壁に沿って互いに離間して配置される。図１は、鉛直方向に単一系列のみの燃焼器１０を示すが、複数列の燃焼器１０が、鉛直方向に互いに離間して配置されてもよい。

[0023] 燃焼器１０は、燃料を燃焼空間Ｓに噴射する。燃焼器１０から噴射された燃料を着火することにより、燃焼空間Ｓに火炎Ｆが形成される。炉１には、燃焼器１０から噴射された燃料を着火する不図示の着火装置が設けられる。

[0024] 図２は、図１中のＡ部の概略的な拡大図である。例えば、本実施形態では、燃焼器１０は、バーナ１１と、耐火材１２と、酸化剤流路１３と、制御装置９０と、を含む。燃焼器１０は、他の構成要素をさらに含んでもよい。

[0025] 例えば、バーナ１１は、炉１の外部において、炉１の壁に取り付けられる。バーナ１１は、燃焼空間Ｓに対向する。バーナ１１は、燃焼空間Ｓにアンモニアを含む燃料を噴射する。バーナ１１は、アンモニアを噴射する不図示のノズルを含む。また、例えば、バーナ１１は、微粉炭等の他の燃料を噴射する不図示のノズルをさらに含んでもよい。また、例えば、バーナ１１は、酸化剤（例えば、空気）を噴射する不図示のノズルをさらに含んでもよい。

[0026] 例えば、バーナ１１に接続されるアンモニア用のラインＬ１には、バルブＶ１が設けられてもよい。バルブＶ１は、制御装置９０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９０によって制御されてもよい。例えば、制御装置９０は、バルブＶ１の開度を制御することによって、バーナ１１に供給されるアンモニアの流量を調整する。

[0027] バーナ１１は、概ね円筒形状を有する。本開示において、バーナ１１の軸線方向、径方向および円周方向は、他に指示が無い限り、単に「軸線方向」、「径方向」および「円周方向」と称され得る。第２実施形態に係るバーナ２２（後述）についても、同様である。軸線方向におけるバーナ１１の一方の端部は、噴射孔１１ａを含み、燃焼空間Ｓに露出される。噴射孔１１ａは

、燃焼空間 S に燃料を噴射する。

[0028] 耐火材 1 2 は、燃焼空間 S の少なくとも一部を画定する。本実施形態では、耐火材 1 2 は、バーナ 1 1 が配置される炉 1 の壁の一部である。耐火材 1 2 は、ガスの通過を遮断する。

[0029] 耐火材 1 2 の表面のうち、燃焼空間 S を画定する表面の少なくとも一部は、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒 C を含む。具体的には、本実施形態では、炉 1 は、複数の連通孔 1 a を含む。連通孔 1 a は、炉 1 の壁を水平方向に貫通する。例えば、連通孔 1 a は、円筒形状を有する。各連通孔 1 a に対して、バーナ 1 1 が取り付けられる。バーナ 1 1 は、連通孔 1 a を介して炉 1 の内部と対向する。バーナ 1 1 は、連通孔 1 a の内側の空間に向かって燃料を噴射する。したがって、連通孔 1 a の内周面 1 b は、燃焼空間 S の一部を画定する。

[0030] 内周面 1 b は、触媒 C を含む。具体的には、例えば、内周面 1 b は、触媒 C を担持する担体の層 1 c によって形成されてもよい。例えば、このような層 1 c は、炉 1 の壁に形成された貫通孔の表面に設けられてもよい。

[0031] 例えば、触媒 C は、遷移元素（遷移金属とも称され得る）を含む。例えば、触媒 C は、Ru 等の貴金属を含んでもよい。また、例えば、触媒 C は、遷移元素のうち、Fe、Co、Ni および Cu 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せられる場合に、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 等のシタリングを抑制することができ担体が使用されてもよい。

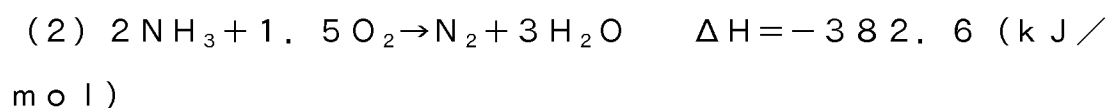
[0032] 酸化剤流路 1 3 は、燃焼空間 S に酸化剤（例えば、空気） O_x を供給する。酸化剤流路 1 3 は、燃焼空間 S と流体連通する。例えば、酸化剤流路 1 3 は、燃焼空間 S に対して噴射孔 1 1 a の径方向外側から酸化剤 O_x を供給する。例えば、酸化剤流路 1 3 は、バーナ 1 1 の径方向外側に配置される。例えば、酸化剤流路 1 3 は、円周方向に連続する。本実施形態では、酸化剤流路 1 3 は、概ね截頭円錐台形状を有する。本実施形態では、酸化剤流路 1 3

は、バーナ 11 と同心に配置される。

[0033] 例えば、酸化剤流路 13 に接続される酸化剤用のライン L2 には、バルブ V2 が設けられてもよい。バルブ V2 は、制御装置 90 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 90 によって制御されてもよい。例えば、制御装置 90 は、バルブ V2 の開度を制御することによって、酸化剤流路 13 を介して燃焼空間 S に供給される酸化剤 O_x の流量を調整する。

[0034] 制御装置 90 は、複数の燃焼器 10 の全てまたは一部を制御する。また、制御装置 90 は、ボイラ 100 の他の構成要素の少なくとも一部を制御してもよい。例えば、制御装置 90 は、ボイラ 100 の全体を制御してもよい。また、ボイラ 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 を介して燃焼器 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。

[0035] アンモニアは、触媒 C 上で反応し、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。



[0036] 例えば、本実施形態では、触媒 C 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 (1) が触媒 C における反応の大部分となるように、燃焼器 10 を制御してもよい。例えば、制御装置 90 は、バルブ V2 を制御して燃焼空間 S に供給される酸化剤 O_x の量を低減することによって、触媒 C における反応 (1) の割合を増加することができる。対照的に、燃焼空間 S が燃焼のためにより多くの酸化剤 O_x を必要とする場合には、制御装置 90 は、バルブ V2 を制御して燃焼空間 S に供給される酸化剤 O_x の量を増加してもよい。

[0037] 続いて、燃焼器 10 の動作について説明する。

[0038] バーナ 11 の噴射孔 11a から燃焼空間 S に向けて、アンモニアを含む燃料が噴射される。また、酸化剤流路 13 から燃焼空間 S に向けて、酸化剤 O_x が噴射される。燃料および酸化剤 O_x の混合ガスは、不図示の着火装置によって着火され、火炎 F が形成される。連通孔 1a の内周面 1b は、火炎 F によって、触媒 C が活性化を開始する温度以上に加熱される。したがって、燃焼空間 S 中のアンモニアの一部は、内周面 1b と接触し、触媒 C によって水素および窒素へと分解される。耐火材 12 はガスの通過を遮断するため、水素および窒素は、内周面 1b から径方向内側に流れ、混合ガスと合流する。水素は、アンモニアよりも燃焼しやすい。したがって、混合ガスの燃焼性が向上される。これによって、未燃のアンモニアを低減することができる。

[0039] 以上のような燃焼器 10 は、燃焼空間 S にアンモニアを含む燃料を噴射するバーナ 11 と、燃焼空間 S の少なくとも一部を画定する耐火材 12 と、を備える。耐火材 12 は、ガスの通過を遮断し、かつ、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒 C を、燃焼空間 S の少なくとも一部を画定する内周面 1b に含む。このような構成によれば、燃焼空間 S 中のアンモニアの一部を、触媒 C によって水素および窒素へと分解し、分解された水素を混合ガス中に戻すことができる。したがって、アンモニアを含む燃料の燃焼性が向上される。これによって、未燃のアンモニアを低減することができる。

[0040] また、本実施形態では、触媒 C は、遷移金属を含む。このような構成によれば、アンモニアが遷移金属と容易に相互作用し、アンモニアを効率よく分

解することができる。

[0041] また、本実施形態では、耐火材 12 は、バーナ 11 が配置される炉 1 の壁の一部である。このような構成よれば、例えば、既存の燃焼器からのわずかな設計変更によって、アンモニアを含む燃料の燃焼性を向上することができる。

[0042] 続いて、他の実施形態について説明する。

[0043] 図 3 は、第 2 実施形態に係る燃焼器 20 を示す概略的な断面図である。本実施形態では、燃焼器は、ラジアントバーナ 20 である。ラジアントバーナ 20 は、アンモニアおよび酸化剤（例えば、空気）を含む混合ガスの燃焼によってバーナタイル 21 の表面 21 d を加熱し、加熱された表面 21 d からの輻射熱によって、ラジアントバーナ 20 から離間する位置に配置される不図示の対象物を加熱する。

[0044] 例えば、ラジアントバーナ 20 は、バーナタイル（耐火材）21 と、バーナ 22 と、を備える。ラジアントバーナ 20 は、他の構成要素をさらに備えてもよい。

[0045] バーナタイル 21 は、例えば、セラミックを含む成型品等の耐火材によって形成される。バーナタイル 21 は、燃焼ガスの通過を遮断する。本実施形態では、バーナタイル 21 は、概ね直方体形状を有する。バーナタイル 21 はこれに限定されず、他の形状を有してもよい。バーナタイル 21 は、対象物に対向するように配置される前面 21 a と、前面 21 a と反対側の裏面 21 b と、を含む。

[0046] 本実施形態では、バーナタイル 21 は、前面 21 a に窪み 21 c を含む。窪み 21 c は、前面 21 a から裏面 21 b に向かって形成される。窪み 21 c は、燃焼空間 S として使用される。窪み 21 c は、表面 21 d によって画定される。つまり、表面 21 d は、燃焼空間 S を画定する。本実施形態では、表面 21 d は、平滑な球面である。他の実施形態では、表面 21 d は、例えば、円柱形状または多角柱形状等の他の形状を有してもよい。他の実施形態では、バーナタイル 21 は、窪み 21 c を含まなくてもよい。

- [0047] バーナタイル21の表面のうち、燃焼空間Sを画定する表面21dは、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒Cを含む。第1実施形態と同様に、例えば、表面21dは、触媒Cを担持する担体の層によって形成されてもよい。触媒Cは、第1実施形態で使用されるものと同じであってもよい。
- [0048] 本開示において、窪み21cを含むバーナタイル21は、「ラジアントカップ」とも称される。また、本開示において、ラジアントカップを含むラジアントバーナ20は、「ラジアントカップバーナ」とも称される。
- [0049] バーナ22は、バーナタイル21から燃焼空間Sに向かって突出する。バーナ22は、燃焼空間Sにアンモニアを含む燃料を噴射する。本実施形態では、バーナ22は、アンモニアおよび酸化剤（例えば、空気）を含む混合ガスを燃焼空間Sに噴射する（予混合方式）。ラジアントバーナ20は予混合方式に限定されず、拡散方式であってもよい。
- [0050] バーナ22は、概ね円筒形状またはチューブ形状を有する。バーナ22は、表面21dの中心に位置する。バーナ22は、裏面21bからバーナタイル21の壁を貫通し、窪み21c内に突出する。
- [0051] バーナ22は、複数の噴射孔22aを含む。噴射孔22aは、燃焼空間Sに混合ガスを噴射する。噴射孔22aは、軸線方向において、バーナ22の突端22bと、窪み21cの底部と、の間に位置する。噴射孔22aの数は、2つ、3つ、4つ、5つ、または、それより多くてもよい。例えば、複数の噴射孔22aは、円周方向に沿って均等に配置される。
- [0052] 本実施形態では、噴射孔22aは、概ね径方向に向かって開口する。噴射孔22aは、円形状、楕円形状または多角形状等、様々な形状であってもよい。
- [0053] バーナ22の内壁は、混合ガスの流路22cを画定する。流路22cは、噴射孔22aと流体連通する。流路22cは、概ね円筒形状を有する。
- [0054] バーナ22に接続されるアンモニア用のラインL3には、バルブV3が設けられてもよい。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てもよく、制御装置90によって制御されてもよい。例えば、制

御装置 90 は、バルブ V 3 の開度を制御することによって、バーナ 22 に供給されるアンモニアの流量を調整する。

[0055] バーナ 22 に接続される酸化剤用のライン L 4 には、バルブ V 4 が設けられてもよい。バルブ V 4 は、制御装置 90 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 90 によって制御されてもよい。例えば、制御装置 90 は、バルブ V 4 の開度を制御することによって、バーナ 22 に供給される酸化剤の流量を調整する。

[0056] 第 1 実施形態と同様に、制御装置 90 は、上記の反応 (1) が触媒 C における反応の大部分となるように、ラジアントバーナ 20 を制御してもよい。

[0057] 続いて、ラジアントバーナ 20 の動作について説明する。

[0058] バーナ 22 の噴射孔 22 a から燃焼空間 S に向けて、アンモニアおよび酸化剤を含む混合ガスが噴射される。混合ガスは、噴射孔 22 a から概ね径方向外側に噴射される。混合ガスは、窪み 21 c の表面 21 d に沿う流れを形成する。燃焼空間 S の中心領域の圧力、より具体的には突端 22 b 周りの圧力は、周囲の領域の圧力よりも低い。したがって、混合ガスは、その流れの向きを径方向外側から径方向内側に変え、さらに、中心軸に沿って突端 22 b に向かって流れる。混合ガスは、突端 22 b を起点に着火し、流れの向きを変える前に十分に加熱され、燃焼する。高温の燃焼ガスは、突端 22 b に向かって流れる。

[0059] また、表面 21 d は、火炎によって加熱される。表面 21 d の触媒 C は、反応 (2) のアンモニアと酸化剤との反応における活性化エネルギーを低減させることで、燃焼反応を促進させる。より低い温度場でも着火させ、アンモニアを燃焼させることができる。酸化剤が反応した後、残りのアンモニアは触媒 C によって反応 (1) により水素と窒素とに分解される。発生した水素および窒素は、上記に示すように、再循環流により突端 22 b に向かって流れ、混合ガスと合流する。水素は、アンモニアよりも燃焼しやすい。したがって、混合ガスの燃焼性が向上される。触媒 C によって低温場でも着火でき、より早期の着火を実現し、分解した水素により燃焼性を向上させる。その

結果、バーナタイル 21 の温度を上昇させることができ、放射伝熱量を高めることができる。

[0060] このようなラジアントバーナ 20 は、第 1 実施形態に係る燃焼器 10 と概ね同様な効果を奏する。また、本実施形態では、燃焼器は、ラジアントバーナ 20 であり、耐火材は、バーナタイル 21 である。ラジアントバーナ 20 では、バーナタイル 21 の表面 21 d に沿う混合ガスの流れが形成される。したがって、混合ガス中のアンモニアは触媒 C と接し易い。このため、アンモニアを水素および窒素へとより分解することができる。したがって、アンモニアを含む燃料の燃焼性が向上される。これによって、未燃のアンモニアを低減することができる。

[0061] また、本実施形態では、ラジアントバーナ 20 は、ラジアントカップバーナであり、バーナタイル 21 は、燃焼空間 S の少なくとも一部としての窪み 21 c を含む。このような構成によれば、混合ガスは、窪み 21 c 内に長く留まることができる。これによって、より多くのアンモニアが、触媒 C 上で反応することができ、より多くの水素が発生する。したがって、アンモニアを含む燃料の燃焼性がより向上される。

[0062] また、本実施形態では、窪み 21 c は、平滑な球面である表面 21 d によって画定される。このような構成によれば、バーナタイル前で循環流が形成され、滞留時間を長くし効率よく燃料ガスを燃焼できる。

[0063] 図 4 は、第 3 実施形態に係るラジアントバーナ 20 A を示す概略的な断面図である。本実施形態においても、燃焼器は、ラジアントバーナ 20 A である。ラジアントバーナ 20 A は、燃焼空間 S を画定する表面 21 d の形状において、第 2 実施形態に係るラジアントバーナ 20 と異なる。他の構成については、ラジアントバーナ 20 A は、ラジアントバーナ 20 と同じであってもよい。

[0064] 本実施形態では、表面 21 d は、複数の段部（突起）21 e を含む。段部 21 e は、軸線方向にかつ径方向内側に突出する。例えば、段部 21 e は、円周方向に連続であってもよい。この場合、段部 21 e は、円環形状を有す

る。他の実施形態では、段部 21 e は、円周方向に分割されていてもよい。また、他の実施形態では、表面 21 d は、段部 21 e に代えてまたは加えて、複数の溝を含んでもよい。

[0065] このようなラジアントバーナ 20 A は、第 2 実施形態に係るラジアントバーナ 20 と概ね同様な効果を奏する。また、本実施形態では、バーナタイル 21 の表面 21 d は、段部 21 e を含む。このような構成によれば、表面 21 d 上に、混合ガスの乱流が発生される。したがって、混合ガスは、表面 21 d 上により長く留まる。また、段部 21 e によって、表面 21 d において燃焼空間 S と接する表面積が増大する。これによって、より多くのアンモニアが、触媒 C 上で反応することができ、より多くの水素が発生する。したがって、アンモニアを含む燃料の燃焼性がより向上される。

[0066] 図 5 は、第 4 実施形態に係る燃焼器 20 B を示す概略的な断面図である。本実施形態においても、燃焼器は、ラジアントバーナ 20 B である。ラジアントバーナ 20 B は、バーナタイル 21 がカップ形状を有さない点において、第 3 実施形態に係るラジアントバーナ 20 A と異なる。他の構成については、ラジアントバーナ 20 B は、ラジアントバーナ 20、20 A と同じであってもよい。

[0067] 本実施形態では、バーナタイル 21 は、概ねフラット形状を有し、窪みを含まない。本実施形態では、バーナタイル 21 の前面 21 a が燃焼空間 S に面し、燃焼空間 S の少なくとも一部を画定する。また、バーナタイル 21 は、複数の突起 21 f を含む。突起 21 f は、前面 21 a から燃焼空間 S に向かって軸線方向に突出する。例えば、突起 21 f は、円周方向に連続であってもよい。この場合、突起 21 f は、円環形状を有する。他の実施形態では、突起 21 f は、円周方向に分割されてもよい。また、他の実施形態では、前面 21 a は、突起 21 f に代えてまたは加えて、複数の溝を含んでもよい。

[0068] このようなラジアントバーナ 20 B は、第 3 実施形態に係るラジアントバーナ 20 A と概ね同様な効果を奏する。

[0069] 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。

[0070] 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

[0071]	1	炉
	1 b	内周面（燃焼空間の少なくとも一部を画定する表面）
	1 0	燃焼器
	1 1	バーナ
	1 2	耐火材
	2 0	ラジアントバーナ（燃焼器）
	2 0 A	ラジアントバーナ（燃焼器）
	2 0 B	ラジアントバーナ（燃焼器）
	2 1	バーナタイル（耐火材）
	2 1 a	前面（燃焼空間の少なくとも一部を画定する表面）
	2 1 c	窪み
	2 1 d	表面（燃焼空間の少なくとも一部を画定する表面）
	2 1 e	段部（突起）
	2 1 f	突起
	2 2	バーナ
	C	触媒
	S	燃焼空間

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼空間にアンモニアを含む燃料を噴射するバーナと、
前記燃焼空間の少なくとも一部を画定する耐火材であって、
当該耐火材は、ガスの通過を遮断し、
当該耐火材は、アンモニアを水素および窒素へと分解する触媒を、
前記燃焼空間の前記少なくとも一部を画定する表面に含む、
耐火材と、
を備える、燃焼器。
- [請求項2] 前記触媒は、遷移金属を含む、請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記燃焼器は、ラジアントバーナであり、
前記耐火材は、バーナタイルである、
請求項1または2に記載の燃焼器。
- [請求項4] 前記ラジアントバーナは、ラジアントカップバーナであり、
前記バーナタイルは、前記燃焼空間の前記少なくとも一部としての
窪みを含む、
請求項3に記載の燃焼器。
- [請求項5] 前記窪みは、平滑な球面によって画定される、
請求項4に記載の燃焼器。
- [請求項6] 前記バーナタイルの前記触媒を含む表面は、突起および溝の少なくとも一方を含む、
請求項3に記載の燃焼器。
- [請求項7] 前記バーナタイルの前記触媒を含む表面は、突起および溝の少なくとも一方を含む、
請求項4に記載の燃焼器。
- [請求項8] 前記耐火材は、前記バーナが配置される炉の壁の一部である、請求項1または2に記載の燃焼器。

[図1]

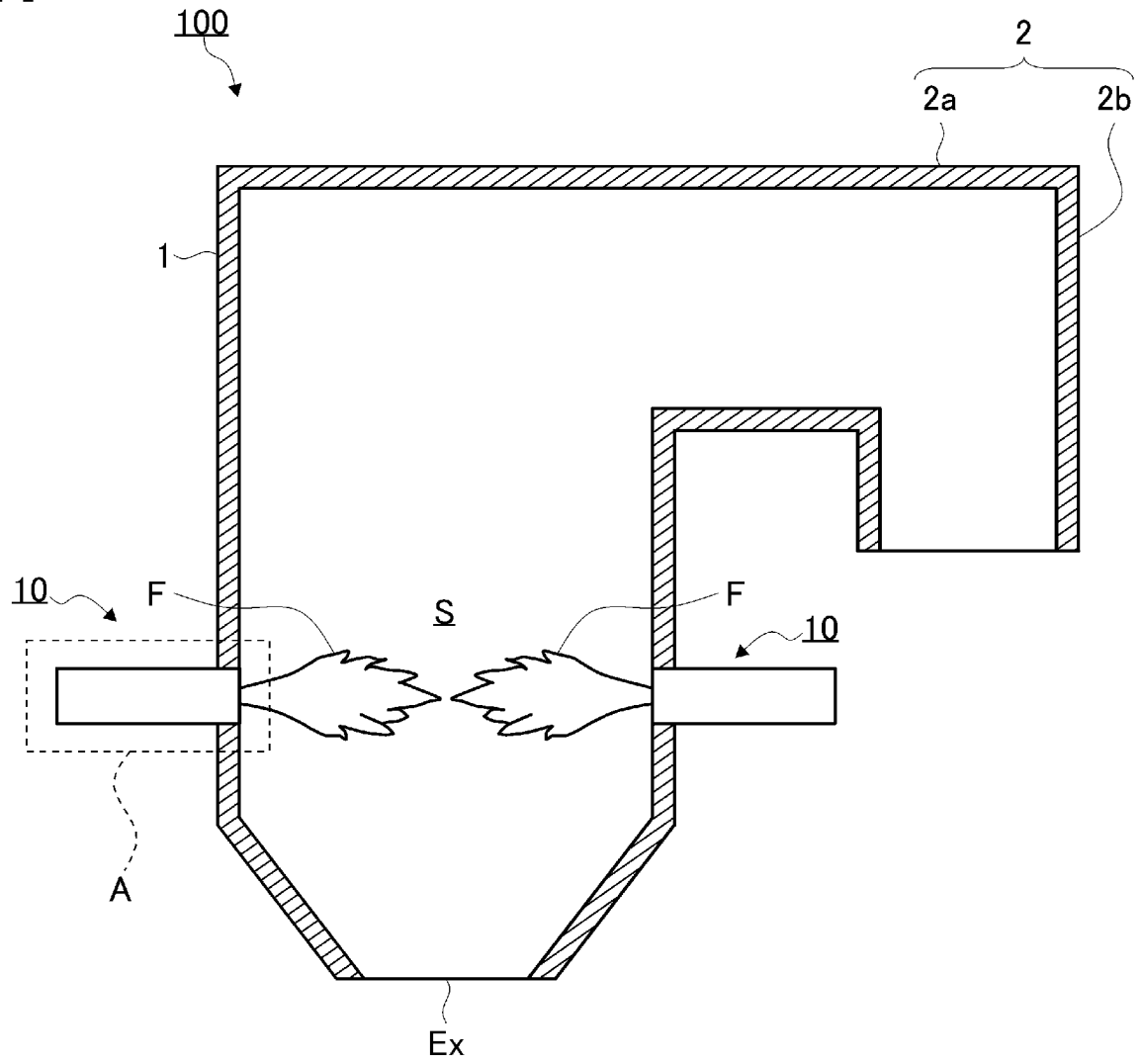


FIG. 1

[図2]

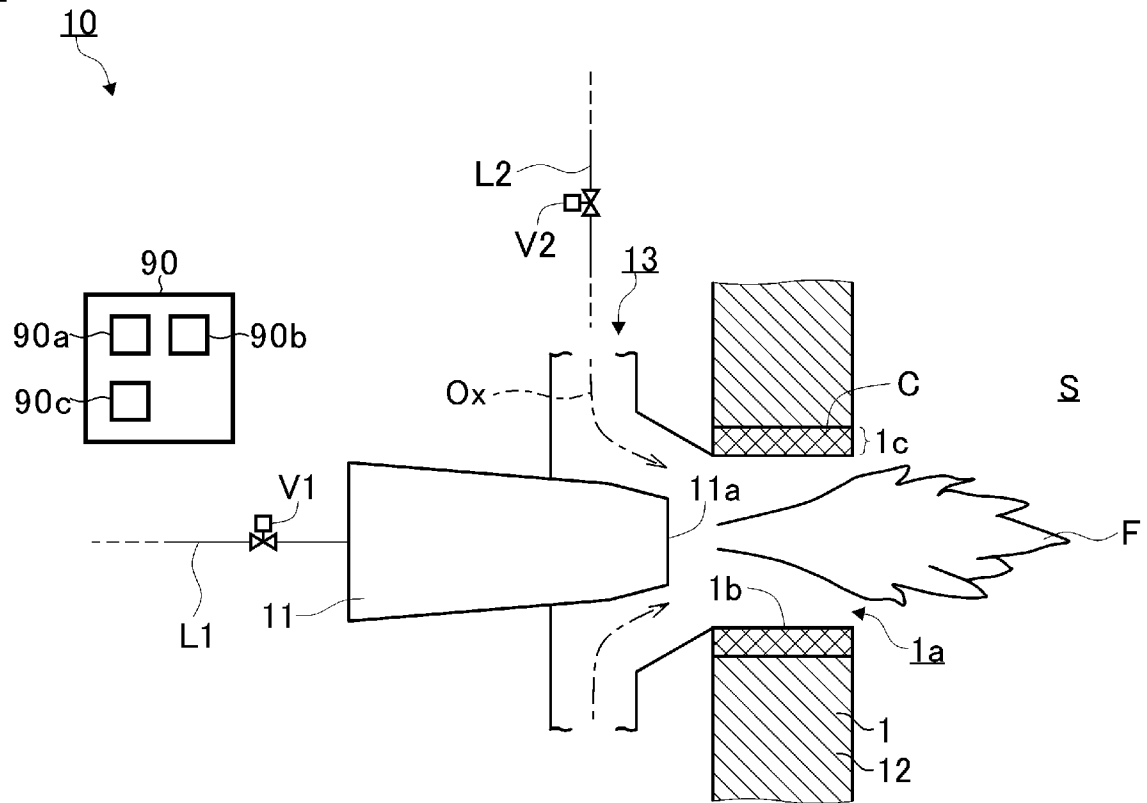


FIG. 2

[図3]

20

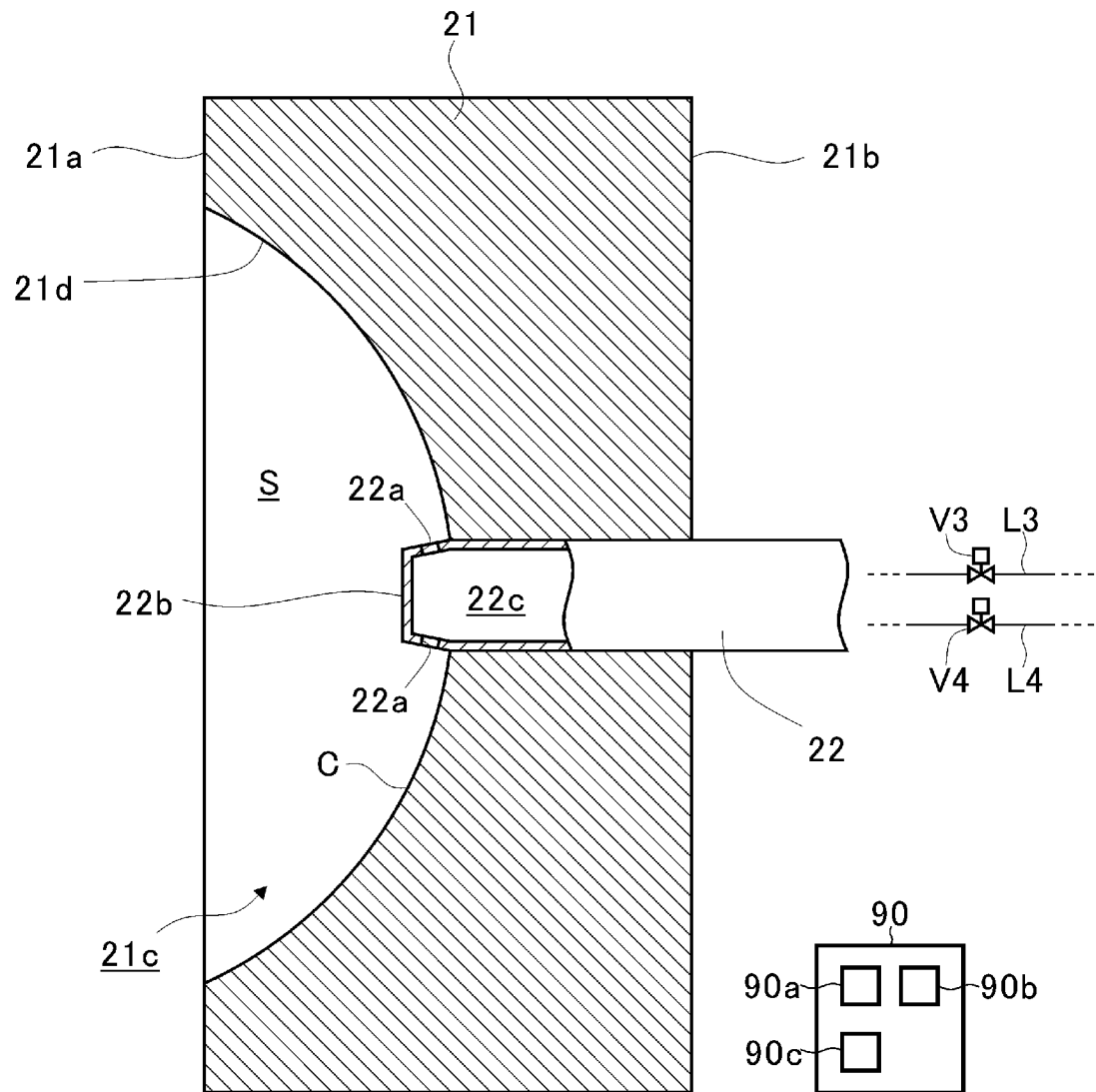


FIG. 3

[図4]

20A

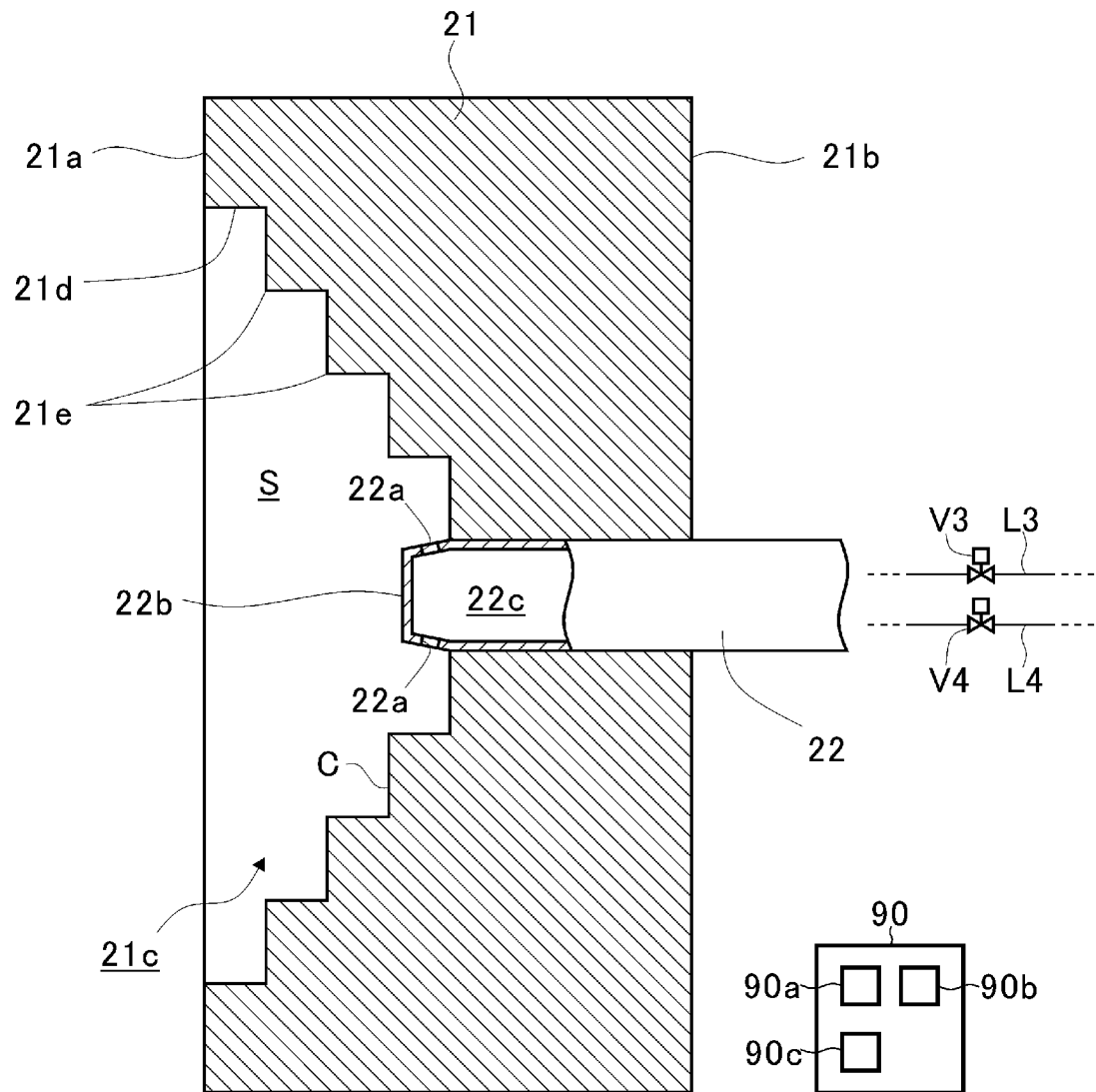


FIG. 4

[図5]

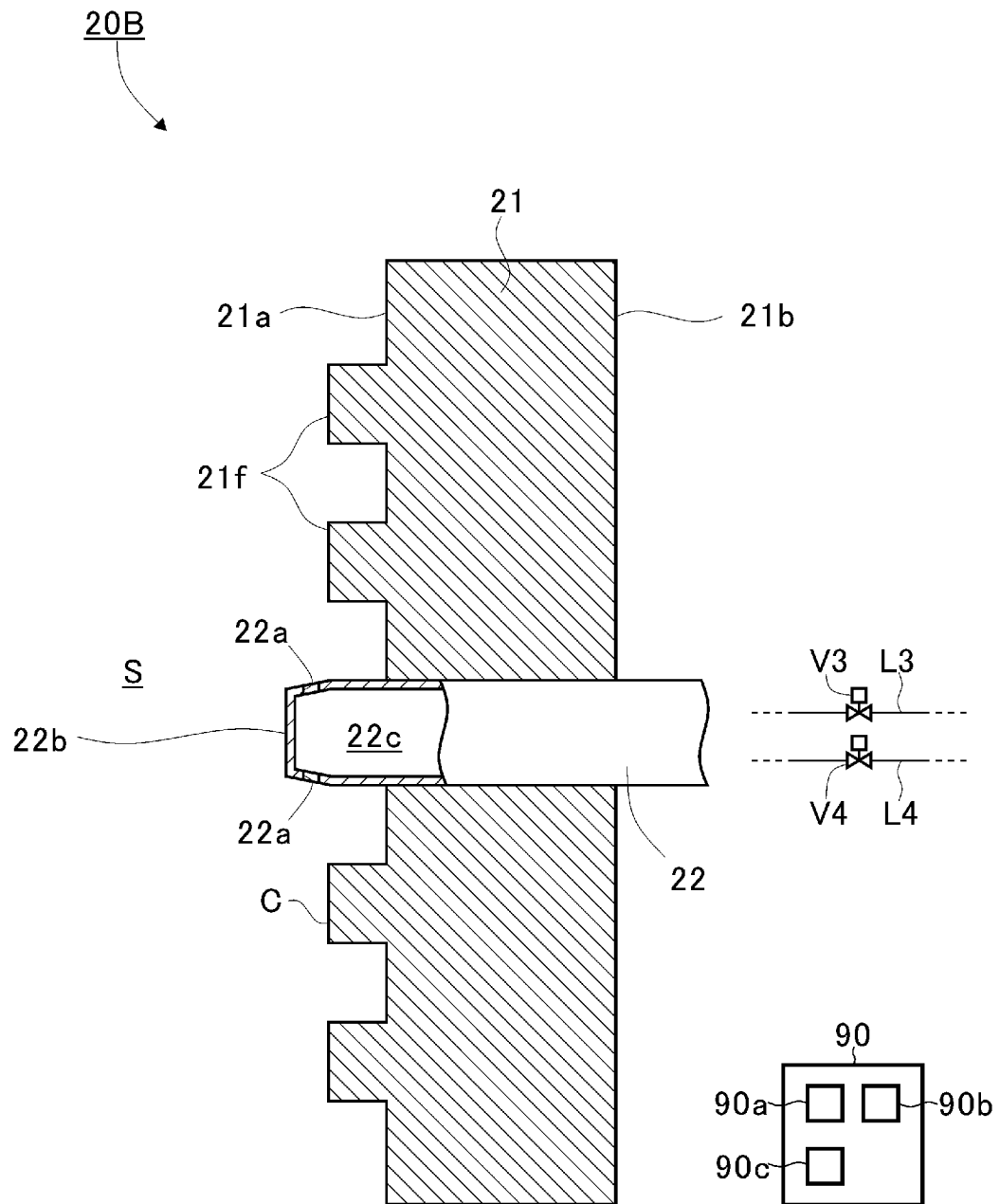


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F23C 13/06</i> (2006.01)i; <i>F23D 14/12</i> (2006.01)i; <i>F23D 14/18</i> (2006.01)i; <i>F23J 15/00</i> (2006.01)i; <i>F23M 5/00</i> (2006.01)i FI: F23C13/06; F23D14/12 A; F23D14/18 Z; F23J15/00 H; F23M5/00 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) F23C13/06; F23D14/12; F23D14/18; F23J15/00; F23M5/00 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.
A	JP 2022-154831 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 13 October 2022 (2022-10-13) paragraphs [0027], [0045], fig. 1	1-8
A	JP 2022-91407 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 21 June 2022 (2022-06-21) paragraph [0014], fig. 1	1-8
A	CN 115342334 A (STATE POWER INVESTMENT CORPORATION CARBON ASSET MANAGEMENT CO., LTD.) 15 November 2022 (2022-11-15) paragraphs [0037]-[0042], fig. 2-4b	1-8
A	JP 2018-96616 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 21 June 2018 (2018-06-21) paragraphs [0024], [0026], [0038]-[0039], fig. 1	1-8
A	JP 2013-257125 A (HATANAKA, Takeshi) 26 December 2013 (2013-12-26) paragraphs [0026], [0034]-[0037], fig. 1	1-8
☒ 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 26 April 2024		Date of mailing of the international search report 14 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	US 2007/0105060 A1 (NOVA CHEMICALS (INTERNATIONAL) S.A.) 10 May 2007 (2007-05-10) paragraphs [0015]-[0020], fig. 1	1-8
A	WO 2020/054748 A1 (IHI CORP.) 19 March 2020 (2020-03-19) abstract	1-8
A	JP 61-256110 A (SHOEI SEISAKUSHO KK) 13 November 1986 (1986-11-13) fig. 1-5	4-7
P, A	CN 116557858 A (HEFEI COMPREHENSIVE NATIONAL SCIENCE CENTER ENERGY RESEARCH INSTITUTE (ANHUI ENERGY LABORATORY)) 08 August 2023 (2023-08-08) paragraphs [0033]-[0035], fig. 1-2	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011669

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-154831	A	13 October 2022	(Family: none)	
JP	2022-91407	A	21 June 2022	(Family: none)	
CN	115342334	A	15 November 2022	(Family: none)	
JP	2018-96616	A	21 June 2018	(Family: none)	
JP	2013-257125	A	26 December 2013	JP	5315492 B1
US	2007/0105060	A1	10 May 2007	CA	2564869 A1
WO	2020/054748	A1	19 March 2020	US	2021/0140634 A1
				abstract	
				JP	2020-41748 A
				JP	2023-65706 A
JP	61-256110	A	13 November 1986	(Family: none)	
CN	116557858	A	08 August 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F23C 13/06(2006.01)i; F23D 14/12(2006.01)i; F23D 14/18(2006.01)i; F23J 15/00(2006.01)i;
F23M 5/00(2006.01)i
FI: F23C13/06; F23D14/12 A; F23D14/18 Z; F23J15/00 H; F23M5/00

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））

F23C13/06; F23D14/12; F23D14/18; F23J15/00; F23M5/00

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
A	JP 2022-154831 A（東京瓦斯株式会社）13.10.2022（2022-10-13） 段落[0027], [0045], 図1	1-8
A	JP 2022-91407 A（川崎重工業株式会社）21.06.2022（2022-06-21） 段落[0014], 図1	1-8
A	CN 115342334 A（STATE POWER INVESTMENT CORPORATION CARBON ASSET MANAGEMENT CO., LTD.）15.11.2022（2022-11-15） 段落[0037]-[0042], 図2-4b	1-8
A	JP 2018-96616 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[0024], [0026], [0038]-[0039], 図1	1-8
A	JP 2013-257125 A（畑中 武史）26.12.2013（2013-12-26） 段落[0026], [0034]-[0037], 図1	1-8

☒ 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
“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
26.04.2024

国際調査報告の発送日
14.05.2024

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 カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2007/0105060 A1 (NOVA CHEMICALS (INTERNATIONAL) S.A.) 10.05.2007 (2007 - 05 - 10) 段落[0015]-[0020], 図1	1-8
A	WO 2020/054748 A1 (株式会社 I H I) 19.03.2020 (2020 - 03 - 19) 要約	1-8
A	JP 61-256110 A (株式会社 正英製作所) 13.11.1986 (1986 - 11 - 13) 第1-5図	4-7
P, A	CN 116557858 A (HEFEI COMPREHENSIVE NATIONAL SCIENCE CENTER ENERGY RESEARCH INSTITUTE (ANHUI ENERGY LABORATORY)) 08.08.2023 (2023 - 08 - 08) 段落[0033]-[0035], 図1-2	1-8

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/JP2024/011669

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-154831	A	13.10.2022	(ファミリーなし)	
JP	2022-91407	A	21.06.2022	(ファミリーなし)	
CN	115342334	A	15.11.2022	(ファミリーなし)	
JP	2018-96616	A	21.06.2018	(ファミリーなし)	
JP	2013-257125	A	26.12.2013	JP	5315492 B1
US	2007/0105060	A1	10.05.2007	CA	2564869 A1
WO	2020/054748	A1	19.03.2020	US	2021/0140634 A1
				要約	
				JP	2020-41748 A
				JP	2023-65706 A
JP	61-256110	A	13.11.1986	(ファミリーなし)	
CN	116557858	A	08.08.2023	(ファミリーなし)	