

(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
2022年8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/176347 A1

- (51) 国際特許分類:
F23D 17/00 (2006.01) *F23C 1/12* (2006.01)
F23C 1/10 (2006.01) *F23J 7/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045795
- (22) 国際出願日: 2021年12月13日(13.12.2021)
- (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 2021-025116 2021年2月19日(19.02.2021) 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: 石井 大樹 (ISHII, Hiroki); 〒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). 小崎 貴弘 (KOZAKI, Takahiro); 〒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). 大野 恵美 (OHNO, Emi); 〒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: 特許業務法人 青海特許事務所 (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, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: COMBUSTION DEVICE AND BOILER

(54) 発明の名称: 燃烧装置およびボイラ

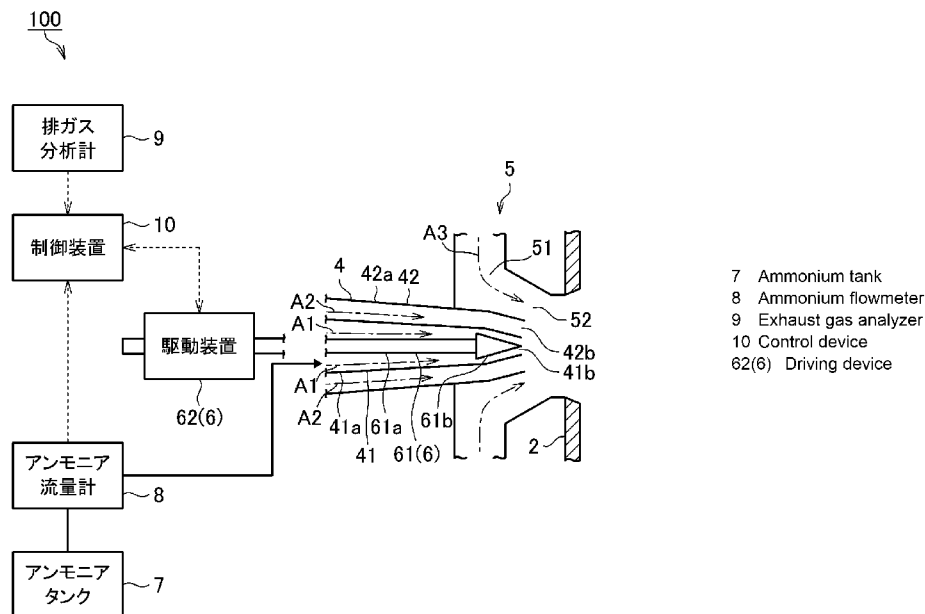


FIG. 2

(57) Abstract: This combustion device (100) comprises: a burner (4) having an ammonium injection nozzle (41) which faces an injection port (41b) in an inner space of a furnace (2); and an adjustment mechanism (6) which adjusts the opening area of the injection port (41b).

(57) 要約: 燃烧装置 (100) は、火炉 (2) の内部空間に噴射口 (41b) が臨むアンモニア噴射ノズル (41) を有するバーナ (4) と、噴射口 (41b) の開口面積を調整する調整機構 (6) と、を備える。

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (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))

明 細 書

発明の名称： 燃焼装置およびボイラ

技術分野

[0001] 本開示は、燃焼装置およびボイラに関する。本出願は2021年2月19日に提出された日本特許出願第2021-025116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] ボイラ等の火炉に設けられるバーナにおいて、アンモニアを燃料として噴射するアンモニア噴射ノズルを有するバーナがある。アンモニアを燃料として用いることによって、二酸化炭素の排出量の削減が図られる。例えば、特許文献1には、微粉炭とアンモニアとを燃料として混焼させるバーナが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-086189号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、アンモニア噴射ノズルを有するバーナでは、アンモニア噴射ノズルから噴射されたアンモニアが火炎の還元領域（つまり、還元対象である窒素酸化物（以下、 NO_x とも呼ぶ）が還元される領域）に到達することによって NO_x が還元される。ここで、作動条件によっては、噴射されたアンモニアが火炎の還元領域に十分には供給されなくなり、排気される燃焼ガス中の NO_x が増加するおそれがある。そこで、 NO_x を低減するための新たな提案が望まれている。

[0005] 本開示の目的は、窒素酸化物（ NO_x ）を低減することが可能な燃焼装置およびボイラを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するために、本開示の燃焼装置は、火炉の内部空間に噴射口が臨むアンモニア噴射ノズルを有するバーナと、噴射口の開口面積を調整する調整機構と、を備える。
- [0007] アンモニア噴射ノズルにおけるアンモニアの流量が小さいほど、噴射口の開口面積が小さくなるように、調整機構の動作を制御する制御装置を備えてもよい。
- [0008] バーナは、火炉の内部空間に噴射口が臨む微粉炭噴射ノズルを有し、微粉炭噴射ノズルにおける微粉炭の流量に基づいて、調整機構の動作を制御する制御装置を備えてもよい。
- [0009] 火炉の内部空間に噴射口が臨む空気供給部を備え、空気供給部における空気の流量に基づいて、調整機構の動作を制御する制御装置を備えてもよい。
- [0010] 火炉の内部空間における温度に基づいて、調整機構の動作を制御する制御装置を備えてもよい。
- [0011] 上記課題を解決するために、本開示のボイラは、上記の燃焼装置を備える。

発明の効果

- [0012] 本開示によれば、窒素酸化物（ NO_x ）を低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1は、本実施形態に係るボイラを示す模式図である。
- [図2]図2は、本実施形態に係る燃焼装置を示す模式図である。
- [図3]図3は、本実施形態に係る制御装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図4]図4は、本実施形態に係るバーナによって形成される火炎を示す模式図である。
- [図5]図5は、本実施形態に係るアンモニア噴射ノズルの噴射口の開口面積が図4の例と比べて小さくなった状態を示す模式図である。
- [図6]図6は、変形例に係る燃焼装置を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 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説明する。実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、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。

[0015] 図 1 は、本実施形態に係るボイラ 1 を示す模式図である。図 1 に示すように、ボイラ 1 は、火炉 2 と、煙道 3 と、バーナ 4 とを備える。

[0016] 火炉 2 は、燃料を燃焼させて燃焼熱を発生させる炉である。以下では、火炉 2 において、アンモニアおよび微粉炭が燃料として用いられる例を主に説明する。アンモニアおよび微粉炭が燃料として用いられることによって、二酸化炭素の排出量が削減される。ただし、後述するように、火炉 2 において用いられる燃料は、この例に限定されない。

[0017] 火炉 2 は、鉛直方向に延在する筒形状（例えば、矩形筒形状）を有する。火炉 2 では、燃料が燃焼することによって、高温の燃焼ガスが発生する。火炉 2 の底部には、燃料の燃焼によって発生する灰分を外部に排出する排出口 2 a が設けられている。

[0018] 煙道 3 は、火炉 2 で発生した燃焼ガスを排ガスとして外部に案内する通路である。煙道 3 は、火炉 2 の上部と接続される。煙道 3 は、水平煙道 3 a と、後部煙道 3 b とを有する。水平煙道 3 a は、火炉 2 の上部から水平方向に延在する。後部煙道 3 b は、水平煙道 3 a の端部から下方に延在する。

[0019] ボイラ 1 は、火炉 2 の上部等に設置される図示しない過熱器を備えている。過熱器では、火炉 2 で発生した燃焼熱と水との間での熱交換が行われる。それにより、水蒸気が生成される。また、ボイラ 1 は、図 1 で図示されていない各種機器（例えば、再熱器、節炭器または空気予熱器等）を備え得る。

[0020] バーナ 4 は、火炉 2 の下部の壁部に設けられている。火炉 2 には、複数のバーナ 4 が、火炉 2 の周方向に間隔を空けて設けられている。なお、図 1 では図示を省略しているが、複数のバーナ 4 は、火炉 2 の延在方向（上下方向

）にも間隔を空けて設けられている。バーナ４は、アンモニアおよび微粉炭を燃料として火炉２内に噴射する。バーナ４から噴射された燃料が燃焼することにより、火炉２内で火炎Ｆが形成される。なお、火炉２には、バーナ４から噴射された燃料を着火する図示しない着火装置が設けられている。

[0021] 図２は、本実施形態に係る燃焼装置１００を示す模式図である。図２に示すように、燃焼装置１００は、バーナ４と、空気供給部５と、調整機構６と、アンモニアタンク７と、アンモニア流量計８と、排ガス分析計９と、制御装置１０とを備える。

[0022] バーナ４は、火炉２の外部において、火炉２の壁部に取り付けられる。バーナ４は、アンモニア噴射ノズル４１と、微粉炭噴射ノズル４２とを有する。アンモニア噴射ノズル４１は、アンモニアを噴射するノズルである。微粉炭噴射ノズル４２は、微粉炭を噴射するノズルである。

[0023] アンモニア噴射ノズル４１および微粉炭噴射ノズル４２は、円筒形状を有する。微粉炭噴射ノズル４２は、アンモニア噴射ノズル４１と同軸上に、アンモニア噴射ノズル４１を囲むように配置される。アンモニア噴射ノズル４１および微粉炭噴射ノズル４２によって、二重円筒構造が形成される。アンモニア噴射ノズル４１および微粉炭噴射ノズル４２の中心軸は、火炉２の壁部に対して交差する（具体的には、略直交する）。

[0024] 以下、バーナ４の径方向、バーナ４の軸方向、および、バーナ４の周方向を、単に径方向、軸方向および周方向とも呼ぶ。バーナ４における火炉２側（図２中の右側）を先端側と呼び、バーナ４における火炉２側に対する逆側（図２中の左側）を後端側と呼ぶ。

[0025] アンモニア噴射ノズル４１は、本体４１ａと、噴射口４１ｂとを含む。本体４１ａは、円筒形状を有する。本体４１ａの中心軸は、火炉２の壁部に対して交差する（具体的には、略直交する）。本体４１ａは、先端側に進むにつれて先細りする形状を有する。本体４１ａの後部（つまり、後端側の部分）に、図示しない供給口が設けられる。アンモニア噴射ノズル４１の供給口は、アンモニアタンク７と接続されている。本体４１ａの先端に、開口であ

る噴射口 4 1 b が形成される。噴射口 4 1 b は、火炉 2 の内部空間に臨む。つまり、噴射口 4 1 b は、火炉 2 の内部空間を向いている。

[0026] アンモニアは、アンモニアタンク 7 から図示しない供給口を介して本体 4 1 a 内に供給される。矢印 A 1 により示すように、本体 4 1 a 内に供給されたアンモニアは、本体 4 1 a の内周部と、後述する調整機構 6 の弁体 6 1 との間の空間内を流れる。本体 4 1 a 内を通過したアンモニアは、噴射口 4 1 b から火炉 2 の内部空間に向けて噴射される。このように、アンモニア噴射ノズル 4 1 は、火炉 2 の内部空間に向けて設けられる。

[0027] 微粉炭噴射ノズル 4 2 は、本体 4 2 a と、噴射口 4 2 b とを含む。本体 4 2 a は、円筒形状を有する。本体 4 2 a は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a と同軸上に、本体 4 1 a を囲むように配置される。本体 4 2 a は、先端側に進むにつれて先細りする形状を有する。本体 4 2 a の後部（つまり、後端側の部分）に、図示しない供給口が設けられる。

[0028] 微粉炭噴射ノズル 4 2 の供給口は、図示しない微粉炭供給源と接続されている。本体 4 2 a の先端に、開口である噴射口 4 2 b が形成される。本体 4 2 a の先端の軸方向位置は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端の軸方向位置と略一致する。噴射口 4 2 b は、本体 4 2 a の先端と、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端との間の円環形状の開口である。噴射口 4 2 b は、火炉 2 の内部空間に臨む。つまり、噴射口 4 2 b は、火炉 2 の内部空間を向いている。

[0029] 微粉炭は、微粉炭を搬送するための空気とともに、微粉炭供給源から図示しない供給口を介して本体 4 2 a 内に供給される。矢印 A 2 により示すように、本体 4 2 a 内に供給された微粉炭は、本体 4 2 a の内周部と、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の外周部との間の空間内を空気とともに流れる。本体 4 2 a 内を通過した微粉炭は、噴射口 4 2 b から火炉 2 の内部空間に向けて噴射される。このように、微粉炭噴射ノズル 4 2 は、火炉 2 の内部空間に向けて設けられる。

[0030] 空気供給部 5 は、バーナ 4 により形成される火炎（図 1 の火炎 F を参照）

に対して、径方向外側から燃焼用の空気を供給する。空気供給部 5 は、バーナ 4 の先端部と火炉 2 との間を覆うように配置される。空気供給部 5 には、空気が流通する流路 5 1 が形成されている。流路 5 1 は、バーナ 4 と同軸の円筒形状に形成される。流路 5 1 は、図示しない空気供給源と接続されている。流路 5 1 のうち火炉 2 側の端部には、噴射口 5 2 が形成されている。

[0031] 矢印 A 3 により示すように、空気供給源から空気供給部 5 に供給された空気は、流路 5 1 を通過し、噴射口 5 2 から火炉 2 の内部空間に向けて噴射される。噴射口 5 2 は、火炉 2 の内部空間に臨む。つまり、噴射口 5 2 は、火炉 2 の内部空間を向いている。このように、空気供給部 5 は、火炉 2 の内部空間に向けて設けられる。空気供給部 5 の噴射口 5 2 から噴射される空気は、周方向に旋回しながら、火炉 2 の内部空間に向けて進む。

[0032] 調整機構 6 は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積を調整する。図 2 の例では、調整機構 6 は、弁体 6 1 と、駆動装置 6 2 とを有する。ただし、後述するように、調整機構 6 の構成はこの例に限定されない。

[0033] 弁体 6 1 は、シャフト部 6 1 a と、コーン部 6 1 b とを含む。なお、弁体 6 1 は、中実であってもよく、中空であってもよい。シャフト部 6 1 a は、バーナ 4 の中心軸上に延在する。シャフト部 6 1 a は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a と同軸上に、本体 4 1 a により囲まれるように配置される。シャフト部 6 1 a は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の後部を貫通して後方に突出している。コーン部 6 1 b は、シャフト部 6 1 a の先端に取り付けられている。コーン部 6 1 b は、先端側に進むにつれて先細りする形状（図 2 の例では、円錐形状）を有する。コーン部 6 1 b は、軸方向において、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端付近に位置する。

[0034] 駆動装置 6 2 は、弁体 6 1 を軸方向に移動させる。例えば、駆動装置 6 2 は、シャフト部 6 1 a の軸方向への移動を案内する機構と、動力を発生させる装置（例えば、モータ等）とを含む。そして、駆動装置 6 2 は、シャフト部 6 1 a の後部に動力を伝達することによって、弁体 6 1 を軸方向に移動させることができる。

- [0035] コーン部 6 1 b の先端の軸方向位置がアンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端の軸方向位置よりも後側（つまり、火炉 2 側に対して逆側）に位置する場合、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b は、本体 4 1 a の先端の内周部により区画される円形状の開口となる。ゆえに、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積は、本体 4 1 a の先端の内周部により区画される円形状の開口の面積となる。この場合、噴射口 4 1 b の開口面積は、最大となる。
- [0036] 一方、コーン部 6 1 b の先端の軸方向位置がアンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端の軸方向位置よりも火炉 2 側に位置する場合、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b は、本体 4 1 a の先端の内周部とコーン部 6 1 b の外周部との間に区画される円環形状の開口となる。ゆえに、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積は、本体 4 1 a の先端の内周部とコーン部 6 1 b の外周部との間に区画される円環形状の開口の面積となる。この場合、噴射口 4 1 b が円形状の開口となる場合と比べ、噴射口 4 1 b の開口面積は小さくなる。
- [0037] コーン部 6 1 b の先端の軸方向位置がアンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の先端の軸方向位置よりも火炉 2 側に位置する場合において、弁体 6 1 の軸方向位置が変化すると、本体 4 1 a の先端の軸方向位置における弁体 6 1 の外径が変化する。それにより、本体 4 1 a の先端とコーン部 6 1 b との間の円環形状の噴射口 4 1 b の開口面積が変化する。弁体 6 1 の軸方向位置が火炉 2 に近いほど、本体 4 1 a の先端の軸方向位置における弁体 6 1 の外径が大きくなるので、噴射口 4 1 b の開口面積は小さくなる。
- [0038] 上記のように、調整機構 6 は、駆動装置 6 2 により弁体 6 1 を軸方向に移動させることによって、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積を調整することができる。本実施形態では、燃焼装置 1 0 0 に調整機構 6 が設けられることによって、窒素酸化物（ NO_x ）の低減が実現される。調整機構 6 によって NO_x が低減される作用および効果については、後述する。

- [0039] アンモニア流量計 8 は、アンモニアタンク 7 からアンモニア噴射ノズル 4 1 に供給されるアンモニアの流量を計測する。アンモニア流量計 8 による計測結果は、制御装置 1 0 に出力される。
- [0040] 排ガス分析計 9 は、火炉 2 から排出される燃焼ガスである排ガスの成分を分析する。排ガス分析計 9 による分析結果は、制御装置 1 0 に出力される。
- [0041] 制御装置 1 0 は、中央処理装置（C P U）、プログラム等が格納された R O M、ワークエリアとしての R A M等を含み、燃焼装置 1 0 0 全体を制御する。特に、制御装置 1 0 は、調整機構 6 の動作を制御する。例えば、調整機構 6 から制御装置 1 0 へ、弁体 6 1 の現在の軸方向位置が出力される。そして、制御装置 1 0 は、弁体 6 1 の軸方向位置が目標位置となるように、調整機構 6 による出力結果に基づいて、調整機構 6 の動作を制御することができる。
- [0042] 図 3 は、本実施形態に係る制御装置 1 0 が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 3 に示す処理フローは、例えば、設定時間間隔で繰り返し実行される。
- [0043] 図 3 に示す処理フローが開始すると、ステップ S 1 0 1 において、制御装置 1 0 は、アンモニア噴射ノズル 4 1 におけるアンモニアの流量（以下、アンモニア流量とも呼ぶ）を取得する。例えば、制御装置 1 0 は、アンモニア流量計 8 による計測結果を、アンモニア噴射ノズル 4 1 におけるアンモニアの流量として取得する。
- [0044] ステップ S 1 0 1 の次に、ステップ S 1 0 2 において、制御装置 1 0 は、アンモニア流量に基づいて、弁体 6 1 の目標位置（具体的には、目標となる軸方向位置）を設定する。ここで、制御装置 1 0 は、アンモニア流量が小さいほど、火炉 2 の内部空間に近い位置を弁体 6 1 の目標位置として設定する。
- [0045] ステップ S 1 0 2 の次に、ステップ S 1 0 3 において、制御装置 1 0 は、弁体 6 1 の現在位置（具体的には、現在の軸方向位置）を取得する。例えば、制御装置 1 0 は、調整機構 6 から弁体 6 1 の現在位置を取得する。

- [0046] ステップS 1 0 3の次に、ステップS 1 0 4において、制御装置1 0は、弁体6 1の軸方向位置が目標位置となるように、駆動装置6 2を制御し、図3に示す処理フローは終了する。ステップS 1 0 4では、制御装置1 0は、例えば、弁体6 1の現在位置と目標位置との差分がある場合、当該差分がなくなるように、弁体6 1を移動させる。
- [0047] 上記のように、図3に示す処理フローでは、制御装置1 0は、アンモニア流量が小さいほど、弁体6 1が火炉2の内側に向かう方向に移動するように、駆動装置6 2の動作を制御する。それにより、制御装置1 0は、アンモニア流量が小さいほど、アンモニア噴射ノズル4 1の噴射口4 1 bの開口面積が小さくなるように、調整機構6の動作を制御することができる。
- [0048] 図4は、本実施形態に係るバーナ4によって形成される火炎Fを示す模式図である。バーナ4では、アンモニア噴射ノズル4 1からアンモニアが噴射され、微粉炭噴射ノズル4 2から微粉炭が噴射され、空気供給部5から燃焼用の空気が供給されることによって、バーナ4の前方に火炎Fが形成される。このように形成される火炎Fは、 NO_x が還元される領域である還元領域を有する。還元領域は、例えば、火炎Fが形成される領域のうちの径方向外側に存在する。
- [0049] アンモニア噴射ノズル4 1から噴射されたアンモニアが火炎Fの還元領域に到達することによって、 NO_x が還元される。ここで、ボイラ1を利用した発電における発電量を変化させる場合に、アンモニアの混焼率（バーナ4から噴射される燃料中のアンモニアの割合）を変化させることがある。この場合、アンモニア噴射ノズル4 1に供給されるアンモニアの流量を変化させることによって、アンモニア噴射ノズル4 1におけるアンモニアの流量（つまり、アンモニア流量）が変化する。
- [0050] 従来の技術では、アンモニア噴射ノズル4 1におけるアンモニアの流量（つまり、アンモニア流量）が低下した場合、アンモニア噴射ノズル4 1から噴射されるアンモニアの噴射速度が低下してしまう。それにより、アンモニア噴射ノズル4 1から噴射されたアンモニアが火炎Fの還元領域に十分には

供給されなくなり、排気される燃焼ガス中の NO_x が増加するおそれがあった。

[0051] そこで、本実施形態では、上述したように、アンモニア流量が小さいほど、噴射口41bの開口面積が小さくなるように、調整機構6の動作が制御される。図5は、本実施形態に係るアンモニア噴射ノズル41の噴射口41bの開口面積が図4の例と比べて小さくなった状態を示す模式図である。

[0052] 図5の例では、図4の例と比べて、アンモニア流量が小さくなっている。よって、弁体61が、図4の例と比べて、火炉2の内側に向かう方向に移動している。それにより、噴射口41bがコーン部61bによって絞られ、噴射口41bの開口面積が小さくなっている。ゆえに、アンモニア流量の低下に起因するアンモニアの噴射速度の低下が抑制される。よって、アンモニアの噴射速度を図4の例と同程度に維持することができる。したがって、図4の例において、アンモニアが火炎Fの還元領域に十分に供給されている場合、図5の例においても、アンモニアが火炎Fの還元領域に十分に供給される。このようにして、 NO_x の低減が適切に実現される。

[0053] 上記のように、本実施形態に係る燃焼装置100は、アンモニア噴射ノズル41の噴射口41bの開口面積を調整する調整機構6を備える。それにより、作動条件の変化に起因するアンモニアの噴射速度の低下が抑制されるので、 NO_x が低減される。特に、アンモニア流量に基づいて調整機構6の動作が制御されることによって、 NO_x の低減が適切に実現される。

[0054] ここで、 NO_x をより効果的に低減する観点では、火炉2から排出される排ガス中の NO_x の計測値を用いて、アンモニア流量と噴射口41bの開口面積との関係を最適化することが好ましい。火炉2から排出される排ガス中の NO_x の計測値は、例えば、排ガス分析計9の分析結果に基づいて得られる。例えば、同一のアンモニア流量に対して、噴射口41bの開口面積を様々に変化させた場合における排ガス中の NO_x の計測値をデータとして蓄積する。次に、排ガス中の NO_x が効果的に低減されるように、蓄積されたデータを用いて、アンモニア流量と噴射口41bの開口面積との関係を規定す

るマップを作成する。そして、アンモニア流量と噴射口41bの開口面積との関係が、作成したマップにより示される関係となるように、調整機構6の制御を制御装置10に行わせる。それにより、NO_xがより効果的に低減される。

[0055] また、NO_xをより効果的に低減する観点では、制御装置10は、アンモニア流量以外の各種パラメータに基づいて調整機構6の動作を制御してもよい。例えば、制御装置10は、アンモニア流量に加えて、以下で説明する他のパラメータに基づいて調整機構6の動作を制御してもよい。また、例えば、制御装置10は、アンモニア流量に替えて、以下で説明する他のパラメータに基づいて調整機構6の動作を制御してもよい。以下、調整機構6の制御に用いられ得る各種パラメータの例を説明する。

[0056] 制御装置10は、微粉炭噴射ノズル42における微粉炭の流量（以下、微粉炭流量とも呼ぶ）に基づいて、調整機構6の動作を制御してもよい。例えば、制御装置10は、微粉炭流量が大きいほど、噴射口41bの開口面積が小さくなるように、調整機構6の動作を制御する。微粉炭流量が大きいほど、微粉炭を搬送するための空気の流量が大きくなる。ゆえに、アンモニア噴射ノズル41から噴射されたアンモニアが微粉炭噴射ノズル42から噴射された空気に引きずられ、火炎F全域に行き渡りにくくなる。よって、噴射口41bの開口面積を小さくすることにより、アンモニアの噴射速度が上昇し、アンモニアが火炎Fの還元領域に十分に供給されやすくなる。

[0057] 制御装置10は、空気供給部5における空気の流量（以下、供給空気流量とも呼ぶ）に基づいて、調整機構6の動作を制御してもよい。例えば、制御装置10は、供給空気流量が大きいほど、噴射口41bの開口面積が小さくなるように、調整機構6の動作を制御する。供給空気流量が大きいほど、アンモニア噴射ノズル41から噴射されたアンモニアが空気供給部5から噴射される空気に引きずられ、火炎F全域に行き渡りにくくなる。よって、噴射口41bの開口面積を小さくすることにより、アンモニアの噴射速度が上昇し、アンモニアが火炎Fの還元領域に十分に供給されやすくなる。

[0058] 制御装置 10 は、火炉 2 の内部空間における温度（以下、炉内温度とも呼ぶ）に基づいて、調整機構 6 の動作を制御してもよい。例えば、制御装置 10 は、炉内温度が高いほど、噴射口 41b の開口面積が小さくなるように、調整機構 6 の動作を制御する。炉内温度が大きいほど、微粉炭噴射ノズル 42 および空気供給部 5 から噴射された空気が膨張し、当該空気の流量が大きくなる。ゆえに、アンモニア噴射ノズル 41 から噴射されたアンモニアが微粉炭噴射ノズル 42 および空気供給部 5 から噴射された空気に引きずられ、火炎 F 全域に行き渡りにくくなる。よって、噴射口 41b の開口面積を小さくすることにより、アンモニアの噴射速度が上昇し、アンモニアが火炎 F の還元領域に十分に供給されやすくなる。

[0059] 上記では、火炉 2 の着火装置の詳細については言及していないが、火炉 2 の着火装置としては、例えば、油バーナが用いられる。油バーナは、火炉 2 の内部空間に油を噴射することによって着火を行う。油バーナは、一部のバーナ 4（具体的には、上下方向に並ぶ複数のバーナ 4 のうちの最も下方のバーナ 4）に設けられる。油バーナは、バーナ 4 の中心軸上に延在する。上記で図 2 等を参照して説明したバーナ 4 は、油バーナが設けられないバーナである。ただし、油バーナが設けられるバーナに調整機構 6 が設けられてもよい。この場合、例えば、弁体 61 を軸方向に貫通するように、油バーナが設けられ得る。あるいは、油バーナの外形を弁体 61 と同様の形状とし、弁体 61 に替えて油バーナが軸方向に移動可能に設けられた機構が調整機構 6 として用いられてもよい。

[0060] 図 6 は、変形例に係る燃焼装置 100A を示す模式図である。図 6 に示すように、燃焼装置 100A では、上述した燃焼装置 100 と比較して、調整機構の弁体の構成が異なる。燃焼装置 100A の調整機構 6A は、上述した調整機構 6 の弁体 61 と異なる弁体 161 を有する。

[0061] なお、調整機構 6A は、上述した調整機構 6 と同様に、駆動装置 62 を有する。駆動装置 62 により弁体 161 が軸方向に移動することによって、アンモニア噴射ノズル 41 の噴射口 41b の開口面積が調整される点について

は、上述した調整機構 6 と同様である。

[0062] 調整機構 6 A の弁体 1 6 1 は、シャフト部 1 6 1 a と、コーン部 1 6 1 b とを含む。シャフト部 1 6 1 a は、上述した弁体 6 1 のシャフト部 6 1 a と同様に、バーナ 4 の中心軸上に延在する。コーン部 1 6 1 b は、シャフト部 1 6 1 a の先端に取り付けられている。コーン部 1 6 1 b は、上述した弁体 6 1 のコーン部 6 1 b と同様に、先端側に進むにつれて先細りする形状（図 6 の例では、円錐形状）を有する。

[0063] ここで、変形例に係る弁体 1 6 1 の外周部は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a の内周部に沿って延在している。つまり、本体 4 1 a の内周部と弁体 1 6 1 の外周部との間に形成される径方向の隙間は、軸方向位置によらず略一定となっている。具体的には、シャフト部 1 6 1 a は、先端側に進むにつれて先細りする形状を有している。そして、シャフト部 1 6 1 a の先端の外径は、コーン部 1 6 1 b の後端の外径と略一致する。つまり、シャフト部 1 6 1 a とコーン部 1 6 1 b との間に段差は設けられない。

[0064] 上記のように、本体 4 1 a と弁体 1 6 1 との間の隙間が軸方向位置によらず略一定となっていることによって、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a 内におけるアンモニアの流れを円滑化することができる。また、弁体 1 6 1 の外周部において段差が設けられないことによっても、アンモニア噴射ノズル 4 1 の本体 4 1 a 内におけるアンモニアの流れの円滑化が実現される。

[0065] 以上、添付図面を参照しながら本開示の実施形態について説明したが、本開示はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。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。

[0066] 上記では、調整機構 6 が、弁体 6 1 と、駆動装置 6 2 とを有し、駆動装置 6 2 により弁体 6 1 を軸方向に移動させることによって、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積を調整する例を説明した。ただし、調整機構 6 は、アンモニア噴射ノズル 4 1 の噴射口 4 1 b の開口面積を調整する

機能を有していればよく、上記の例に限定されない。例えば、アンモニア噴射ノズル41の本体41aの先端部自体が変形することによって噴射口41bの開口面積を変化させることができるようになっている場合、本体41aの先端部と、当該先端部を駆動する駆動装置とを有する機構が調整機構6に該当し得る。また、例えば、アンモニア噴射ノズル41の本体41aの先端部の内周部から径方向内側に移動または伸長可能な部材が設けられる場合、当該部材と、当該部材を駆動する駆動装置とを有する機構が調整機構6に該当し得る。

[0067] 上記では、バーナ4において、微粉炭噴射ノズル42がアンモニア噴射ノズル41の径方向外側に配置され、アンモニア噴射ノズル41および微粉炭噴射ノズル42によって二重円筒構造が形成される例を説明した。ただし、バーナ4の構成は、上記の例に限定されない。例えば、微粉炭噴射ノズル42がアンモニア噴射ノズル41の径方向内側に配置されてもよい。また、例えば、バーナ4において、燃焼用の空気を噴射する空気噴射ノズルが追加されてもよい。この場合、例えば、バーナ4は三重円筒構造を有し、三重円筒構造により区画される空間のうち中心側の空間がアンモニアの流路となり、アンモニアの流路に対して径方向外側に隣り合う空間が空気の流路となり、空気の流路に対して径方向外側に隣り合う空間が微粉炭の流路となってもよい。

[0068] 上記では、火炉2において、アンモニアおよび微粉炭が燃料として用いられる例を説明した。ただし、火炉2において用いられる燃料は、少なくともアンモニアを含んでいればよく、上記の例に限定されない。例えば、火炉2においてアンモニアとともに用いられる燃料は、微粉炭以外の燃料（例えば、天然ガスまたはバイオマス等）であってもよい。また、例えば、火炉2において用いられる燃料は、アンモニアのみであってもよい。

[0069] 本開示は、ボイラ等に用いられる燃焼装置における窒素酸化物（ NO_x ）の低減に資するので、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

[0070] 1 : ボイラ 2 : 火炉 4 : バーナ 5 : 空気供給部 6 : 調整機構 6 A : 調整機構 10 : 制御装置 41 : アンモニア噴射ノズル 41 b : 噴射口 42 : 微粉炭噴射ノズル 42 b : 噴射口 52 : 噴射口 100 : 燃焼装置 100 A : 燃焼装置

請求の範囲

- [請求項1] 火炉の内部空間に噴射口が臨むアンモニア噴射ノズルを有するバーナと、
前記噴射口の開口面積を調整する調整機構と、
を備える、
燃焼装置。
- [請求項2] 前記アンモニア噴射ノズルにおけるアンモニアの流量が小さいほど、前記噴射口の前記開口面積が小さくなるように、前記調整機構の動作を制御する制御装置を備える、
請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項3] 前記バーナは、前記火炉の前記内部空間に噴射口が臨む微粉炭噴射ノズルを有し、
前記微粉炭噴射ノズルにおける微粉炭の流量に基づいて、前記調整機構の動作を制御する制御装置を備える、
請求項1または2に記載の燃焼装置。
- [請求項4] 前記火炉の前記内部空間に噴射口が臨む空気供給部を備え、
前記空気供給部における空気の流量に基づいて、前記調整機構の動作を制御する制御装置を備える、
請求項1から3のいずれか一項に記載の燃焼装置。
- [請求項5] 前記火炉の前記内部空間における温度に基づいて、前記調整機構の動作を制御する制御装置を備える、
請求項1から4のいずれか一項に記載の燃焼装置。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか一項に記載の燃焼装置を備えるボイラ。

[図1]

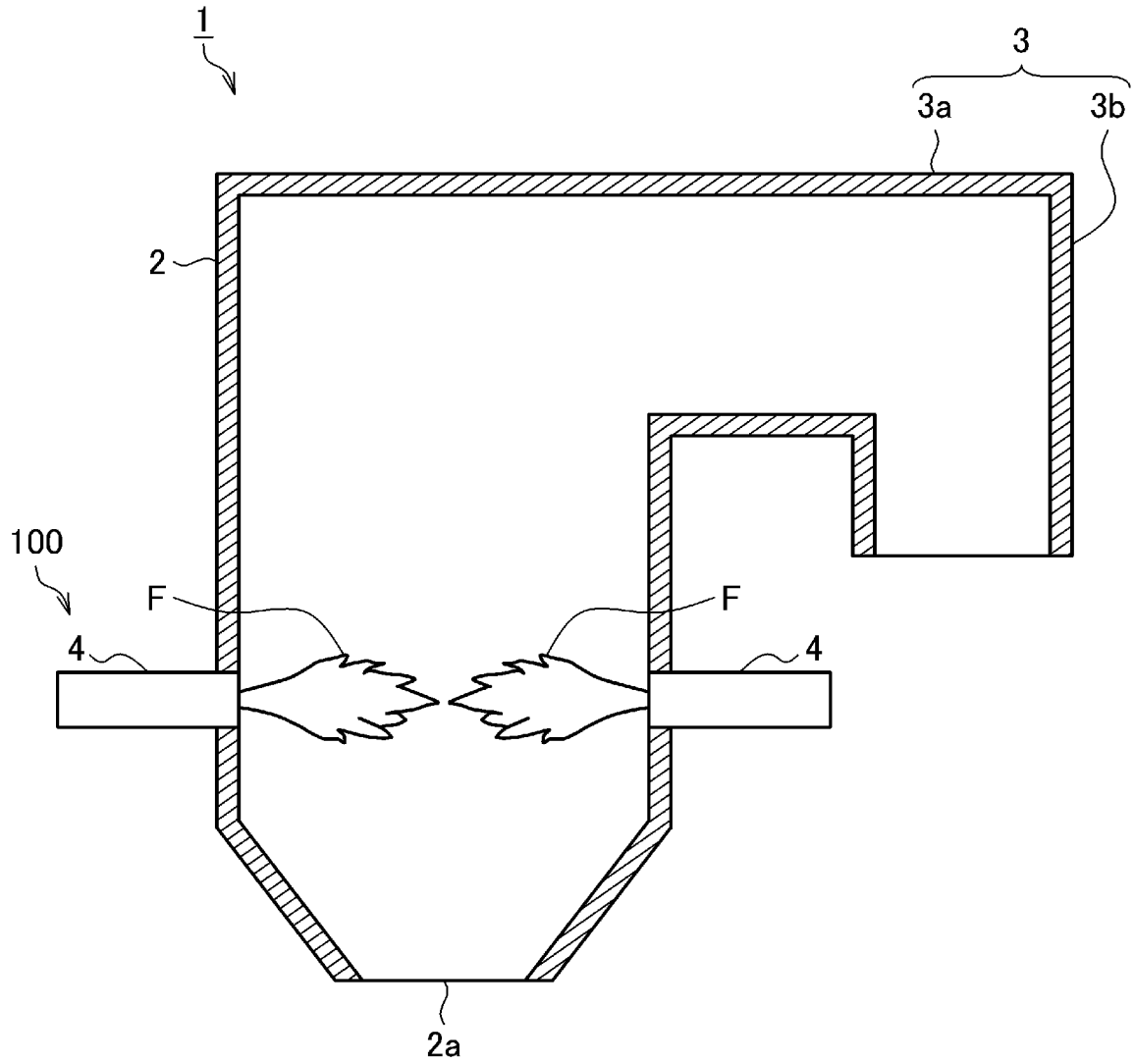


FIG. 1

[図2]

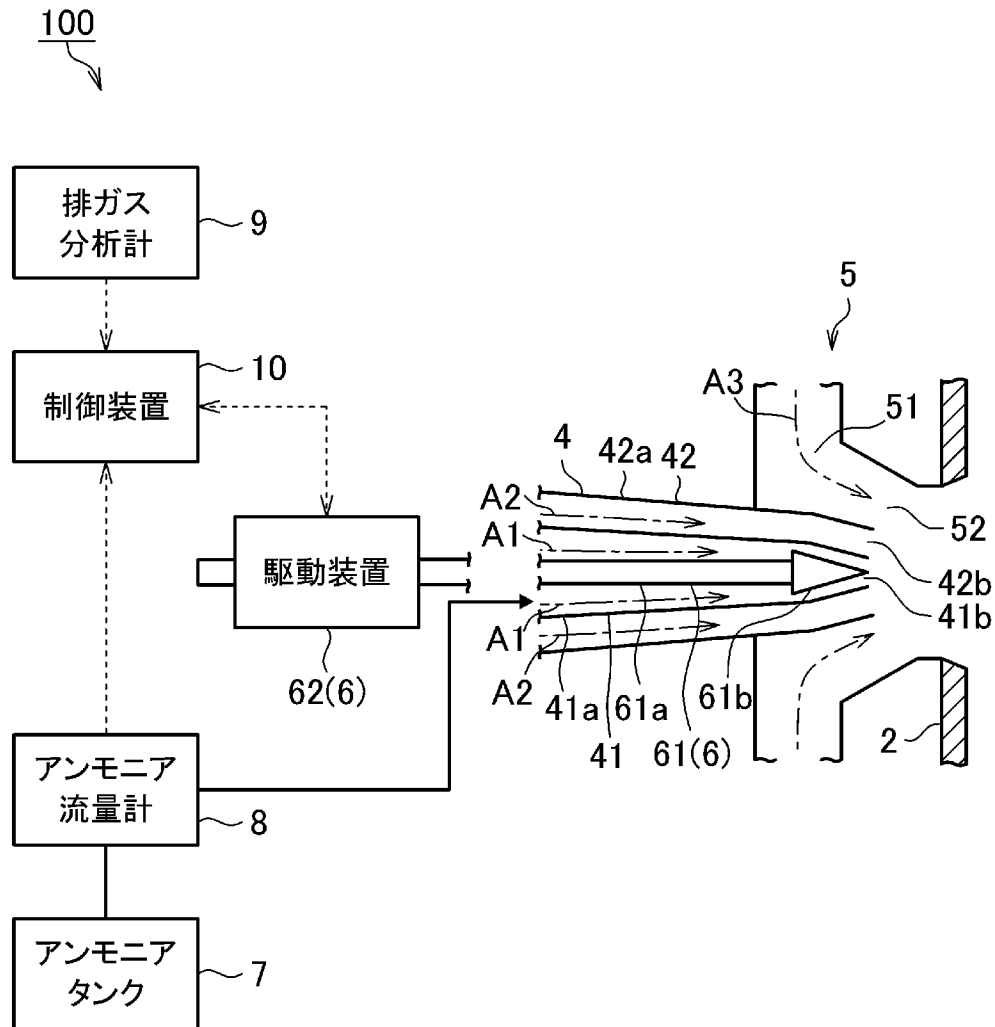


FIG. 2

[図3]

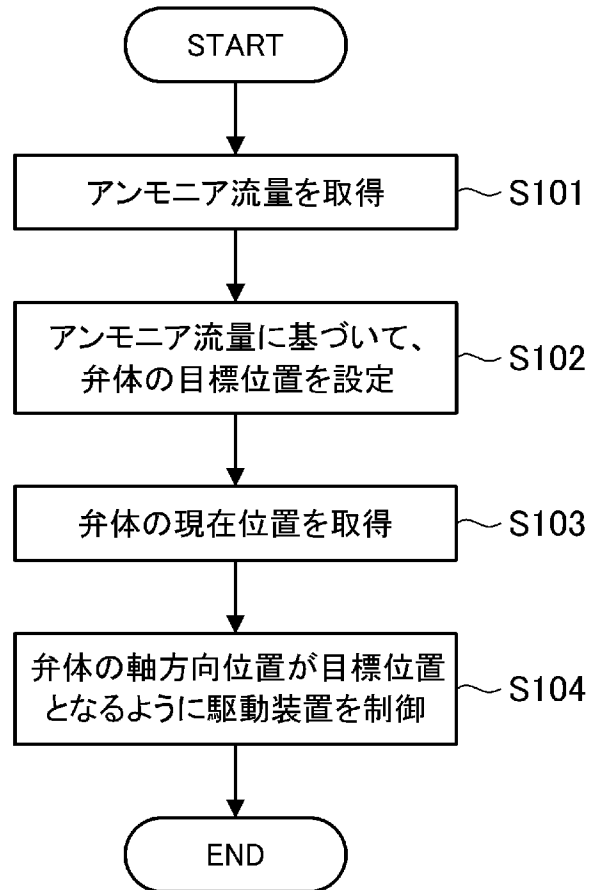


FIG. 3

[図4]

100

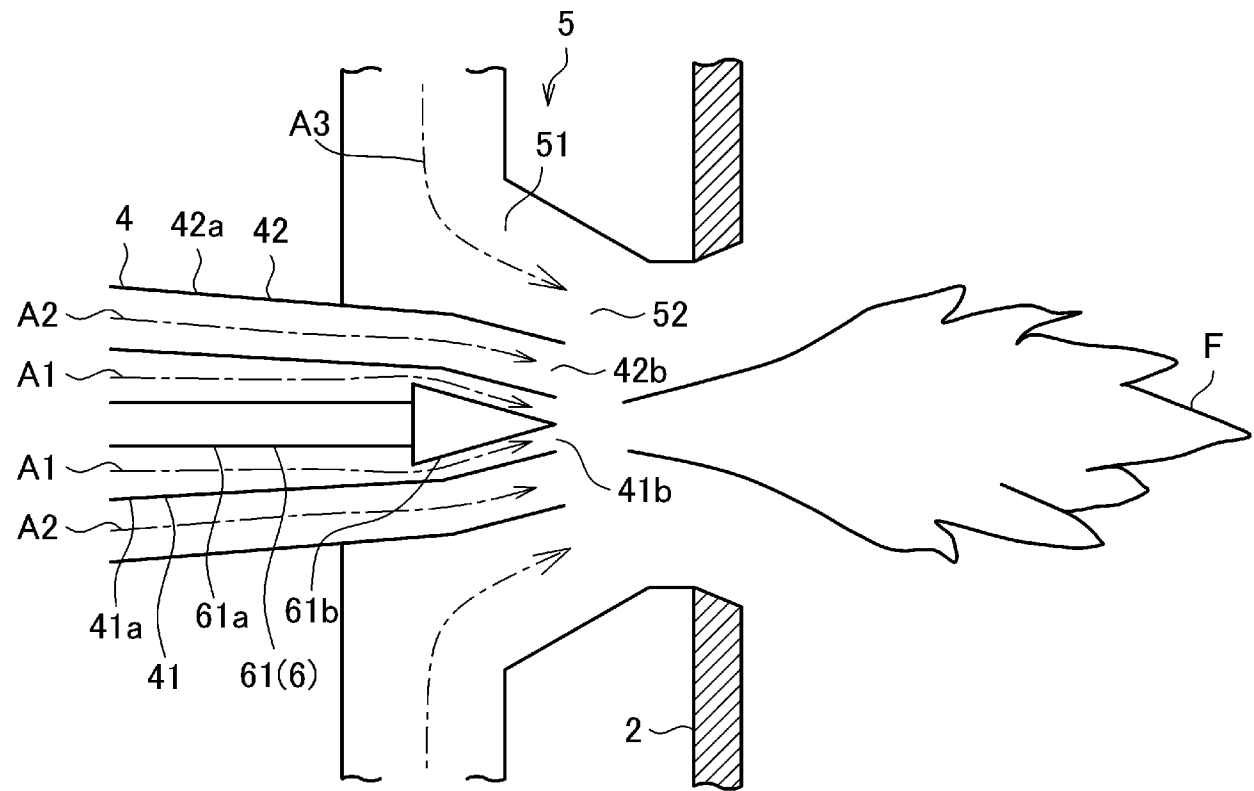


FIG. 4

[図5]

100

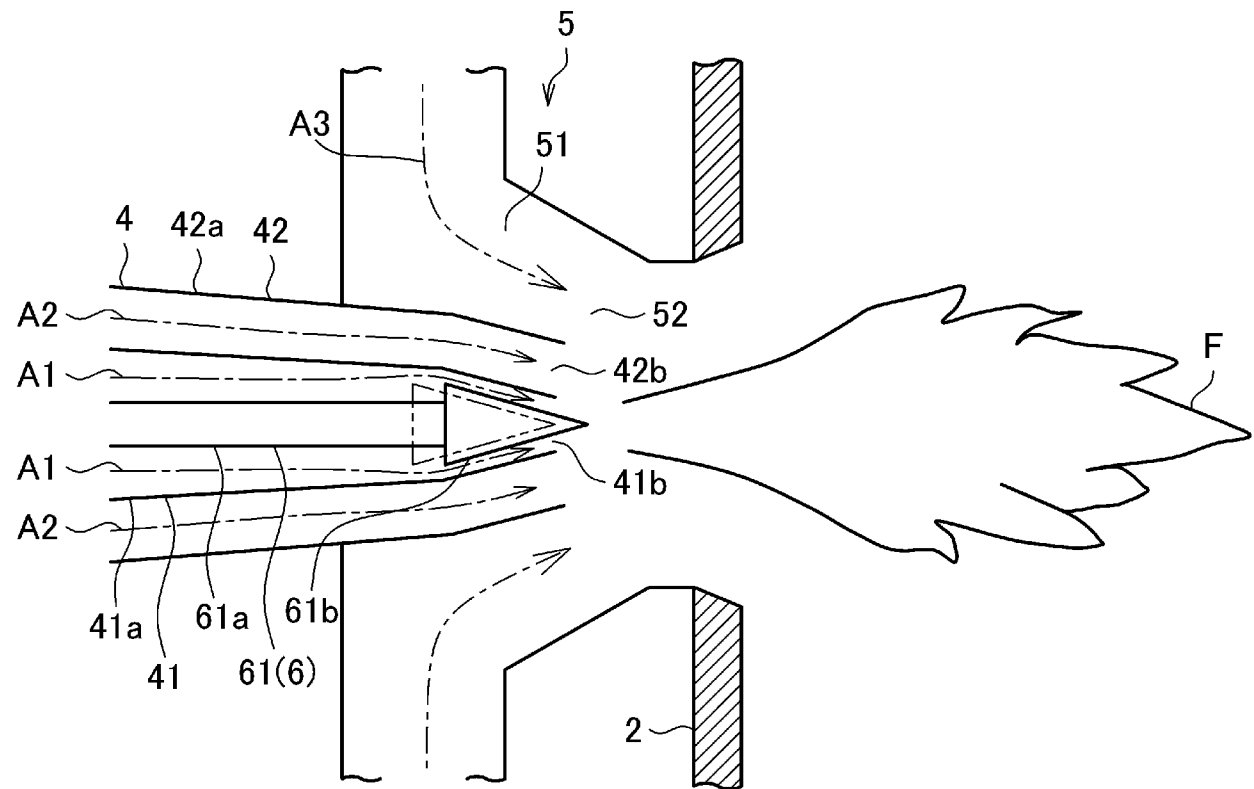


FIG. 5

[図6]

100A

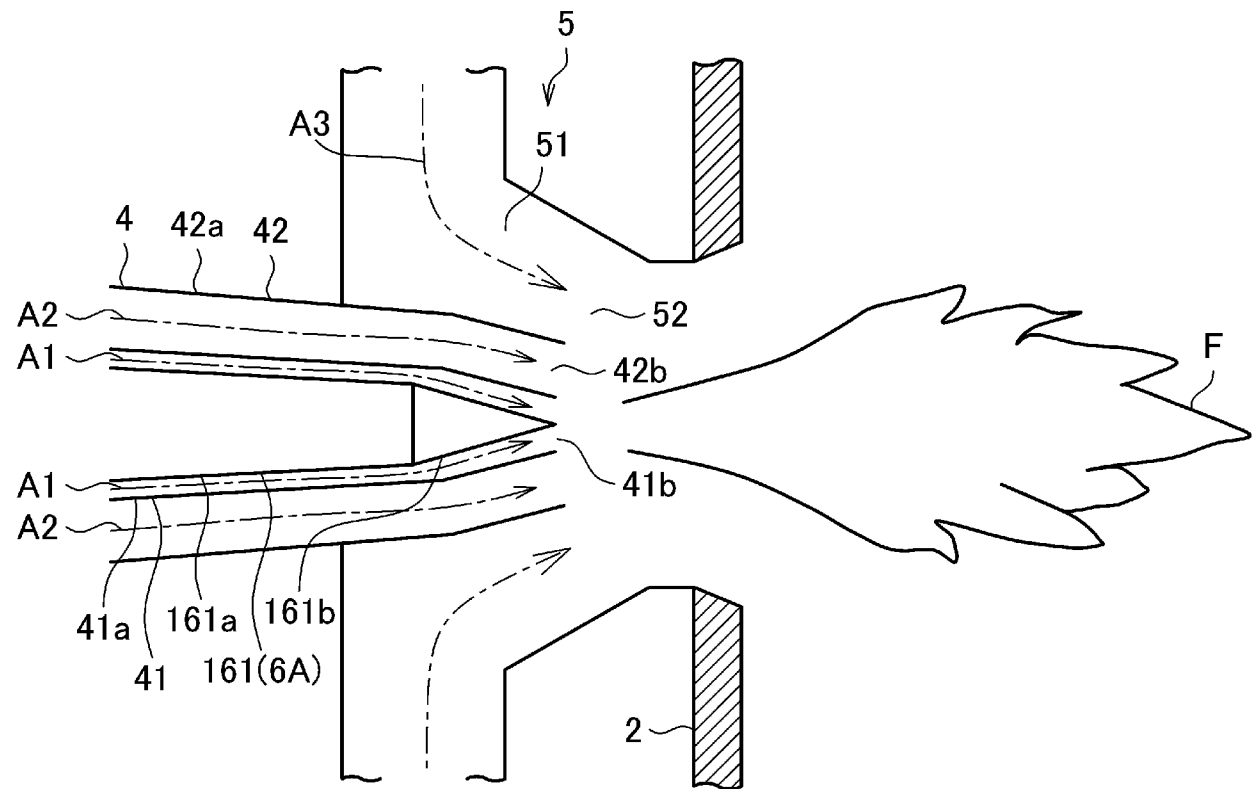


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045795

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F23D 17/00**(2006.01)i; **F23C 1/10**(2006.01)i; **F23C 1/12**(2006.01)i; **F23J 7/00**(2006.01)i

FI: F23D17/00 102; F23C1/10; F23C1/12; F23C99/00 317; F23D17/00 103

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)

F23D17/00; F23C1/10; F23C1/12; F23J7/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	JP 2018-138863 A (IHI CORP) 06 September 2018 (2018-09-06)	1-2, 6
A	paragraphs [0015]-[0026], fig. 1	3-5
Y	JP 58-193011 A (BABCOCK HITACHI KK) 10 November 1983 (1983-11-10)	1-2, 6
	p. 2, lower right column, line 20 to p. 3, upper left column, line 7, p. 3, upper right column, lines 13-14	
Y	JP 2019-86191 A (IHI CORP) 06 June 2019 (2019-06-06)	2, 6
	paragraphs [0042]-[0046], fig. 2-3	
A	JP 2019-86188 A (IHI CORP) 06 June 2019 (2019-06-06)	5
	claim 4	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2022

Date of mailing of the international search report

08 February 2022

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/045795

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-138863	A	06 September 2018	(Family: none)	
JP	58-193011	A	10 November 1983	(Family: none)	
JP	2019-86191	A	06 June 2019	(Family: none)	
JP	2019-86188	A	06 June 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23D 17/00(2006.01)i; F23C 1/10(2006.01)i; F23C 1/12(2006.01)i; F23J 7/00(2006.01)i FI: F23D17/00 102; F23C1/10; F23C1/12; F23C99/00 317; F23D17/00 103														
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）） F23D17/00; F23C1/10; F23C1/12; F23J7/00														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022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												
Y	JP 2018-138863 A (株式会社 I H I) 06.09.2018 (2018 - 09 - 06)	1-2, 6												
A	[0015]-[0026], [図1]	3-5												
Y	JP 58-193011 A (パプコック日立株式会社) 10.11.1983 (1983 - 11 - 10) 第2ページ右下欄第20行-第3ページ左上欄第7行, 第3ページ右上欄第13行-第14行	1-2, 6												
Y	JP 2019-86191 A (株式会社 I H I) 06.06.2019 (2019 - 06 - 06) [0042]-[0046], [図2]-[図3]	2, 6												
A	JP 2019-86188 A (株式会社 I H I) 06.06.2019 (2019 - 06 - 06) [請求項4]	5												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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	"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	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 引用文献のカテゴリー	"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													
"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	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 25.01.2022	国際調査報告の発送日 08.02.2022													
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） 古川 峻弘 3L 5370 電話番号 03-3581-1101 内線 3337													

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/JP2021/045795

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-138863	A	06.09.2018	(ファミリーなし)	
JP	58-193011	A	10.11.1983	(ファミリーなし)	
JP	2019-86191	A	06.06.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-86188	A	06.06.2019	(ファミリーなし)	