(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
2025年1月2日(02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/004476 A1

(51) 国際特許分類:
F23C 1/08 (2006.01)　*F23D 17/00* (2006.01)
F23C 1/10 (2006.01)　*F23N 1/00* (2006.01)
F23C 1/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2024/011628

(22) 国際出願日：　2024年3月25日(25.03.2024)

(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 2023-107471　2023年6月29日(29.06.2023)　JP

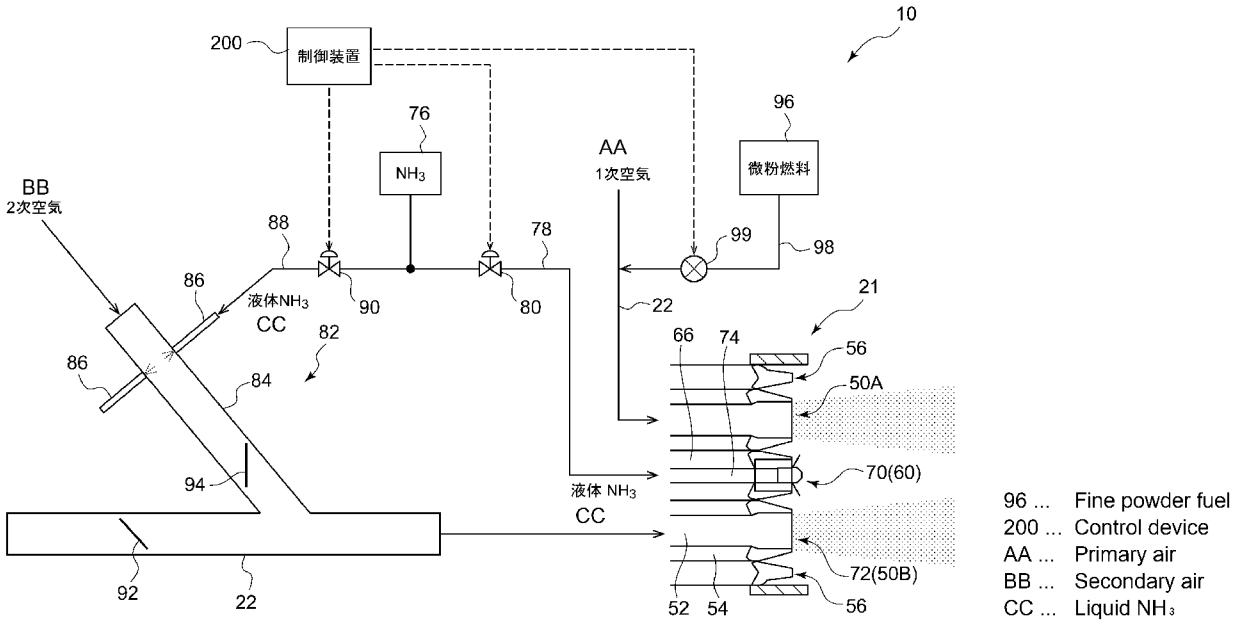
(71) 出願人(*KR* を除く全ての指定国について):三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(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:▲高▼山 明正(**TAKAYAMA, Akimasa**); 〒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). 冨永 幸洋(**TOMINAGA, Yukihiro**); 〒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). 嶺 聡彦(**MINE, Toshihiko**); 〒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). 富澤 直季(**TOMIZAWA, Naoki**); 〒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). 横尾 輔(**YOKOO, Tasuku**); 〒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). 浦方 悠一郎(**URAKATA, Yuichiro**); 〒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). 松尾 啓介(**MATSUO, Keisuke**); 〒1008332

(54) **Title:** BOILER, METHOD FOR MODIFYING BOILER, AND METHOD FOR OPERATING BOILER

(54) 発明の名称： ボイラ、ボイラの改造方法及びボイラの運転方法



(57) **Abstract:** This boiler comprises: a furnace for burning fuel; an ammonia diffusion burner configured to eject liquid ammonia into the furnace; and an ammonia premix burner configured to inject a premixed gas of gaseous ammonia and air into the furnace.

(57) 要約：ボイラは、燃料を燃焼させるための火炉と、液体アンモニアを前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア拡散バーナと、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア予混合バーナと、を備える。

WO 2025/004476 A1

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).

(74) 代理人：ＳＳＩＰ弁理士法人 (SSIP PATENT ATTORNEY CORPORATION)；〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３階 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, 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, 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)）

明　細　書

発明の名称 ： ボイラ、ボイラの改造方法及びボイラの運転方法

技術分野

[0001] 本開示は、ボイラ、ボイラの改造方法及びボイラの運転方法に関する。

本願は、２０２３年６月２９日に日本国特許庁に出願された特願２０２３－１０７４７１号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 燃料としてのアンモニアを燃焼させるバーナを備えたボイラが知られている。

[0003] 特許文献１には、アンモニア及び微粉炭を燃焼させるバーナを備えたボイラが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２３－３９８８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、燃料配管等の大型化を抑制しつつアンモニア供給量を確保するためには、気体アンモニアを火炉に供給するのに比べて、アンモニアを液体のまま火炉に供給して拡散燃焼させるのが有利である。一方、アンモニアはメタン等の一般的な炭化水素燃料と比べて燃焼速度が低く、着火及び燃焼し難い性質を持つ。さらに、液体アンモニアは気化熱が大きいため、着火性が低下すると考えられる。そこで、アンモニアを燃料とするボイラにおいて、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立可能であることが望まれる。

[0006] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立可能なボイラ、ボイラの改造方法及びボイラの運転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

[0007] 本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラは、

燃料を燃焼させるための火炉と、

液体アンモニアを前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア拡散バーナと、

気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア予混合バーナと、

を備える。

[0008] また、本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの改造方法は、

火炉と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナと、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナと、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナに改造するステップと、

前記微粉燃料バーナを、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナに改造するステップと、

を備える。

[0009] また、本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの改造方法は、

火炉と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナと、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナと、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナに改造するステップと、

前記微粉燃料バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナに改造するステップと、

を備える。

[0010] また、本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの運転方法は、

上述のボイラの運転方法であって、

前記ボイラの要求負荷に基づいて、前記アンモニア拡散バーナを介した前

記火炉へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、前記アンモニア予混合バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節するステップを備え、

前記ステップでは、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させる。

発明の効果

[0011] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立可能なボイラ、ボイラの改造方法及びボイラの運転方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]一実施形態に係るボイラを示す概略構成図である。

[図2]図１に示すボイラに適用可能なバーナの概略図である。

[図3]一実施形態に係るボイラの一部を示す概略図である。

[図4]一実施形態に係るボイラの一部を示す概略図である。

[図5]一実施形態に係るボイラの一部を示す概略図である。

[図6]一実施形態に係るボイラの運転方法を実施するときの、ボイラ負荷、及び、各バーナに供給される燃料（アンモニア又は微粉燃料）の熱量ベースでの供給量の割合の時間変化の一例を示すグラフである。

[図7]一実施形態に係るボイラの運転方法を実施するときの、ボイラ負荷、及び、各バーナに供給される燃料（アンモニア又は微粉燃料）の熱量ベースでの供給量の割合の時間変化の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。以降の説明で、上や上方とは鉛直方向上側を示し、下や下方とは鉛直方向下側を示すものであり、鉛直方向は厳密ではなく誤差を含むものである。

[0014] （ボイラ及びバーナの構成）

図１は、一実施形態に係るボイラを示す概略構成図である。

[0015] 図１に示すように、一実施形態に係るボイラ１０は、固体燃料を粉砕した微粉燃料をバーナにより燃焼させ、この燃焼により発生した熱を給水や蒸気と熱交換して過熱蒸気を生成することが可能なボイラである。固体燃料としては、バイオマス燃料や石炭などが使用される。

[0016] ボイラ１０は、火炉１１と燃焼装置２０と燃焼ガス通路１２を有している。火炉１１は、四角筒の中空形状をなして鉛直方向に沿って設置されている。火炉１１の内壁面を構成する火炉壁１０１は、複数の伝熱管と、伝熱管同士を接続するフィンとで構成され、微粉燃料の燃焼により発生した熱を、伝熱管の内部を流通する水や蒸気と熱交換して回収すると共に、火炉壁１０１の温度上昇を抑制している。

[0017] 燃焼装置２０は、火炉１１の下部領域に設置されている。本実施形態では、燃焼装置２０は、火炉壁１０１に装着された複数のバーナ２１Ａ、２１Ｂ、２１Ｃ、２１Ｄ、２１Ｅ、２１Ｆ（以下、一括して「バーナ２１」と記載する場合がある。）を有している。バーナ２１は、火炉１１の周方向に沿って均等間隔で配設されたもの（例えば、四角形の火炉１１の各コーナ部に設置された４個）を１セットとして、鉛直方向に沿って複数段配置されたものであってもよい。なお、図１では、図示の都合上、１セットのバーナのうちの２個のみを記載し、各セットに符合２１Ａ、２１Ｂ、２１Ｃ、２１Ｄ、２１Ｅ、２１Ｆを付している。火炉の形状やバーナの段数、一つの段におけるバーナの数、バーナの配置などは、この実施形態に限定されるものではない。

[0018] 例えば、燃焼装置２０は、上述のように、複数のバーナ２１が火炉１１の周方向に沿って均等配置され、火炉１１の上下方向に延びる中心線の周りに周方向に沿って燃料を噴出するように構成された、旋回燃焼方式の燃焼装置であってもよい。

[0019] バーナ２１Ａ、２１Ｂ、２１Ｃ、２１Ｄ、２１Ｅ、２１Ｆは、それぞれ、

複数の微粉燃料供給管２２Ａ、２２Ｂ、２２Ｃ、２２Ｄ、２２Ｅ、２２Ｆ（以下、一括して「微粉燃料供給管２２」と記載する場合がある。）を介して、複数のミル（粉砕機）３１Ａ、３１Ｂ、３１Ｃ、３１Ｄ、３１Ｅ、３１Ｆ（以下、一括して「ミル３１」と記載する場合がある。）に連結されている。ミル３１は、例えば、内部に粉砕テーブル（図示省略）が駆動回転可能に支持されていて、粉砕テーブルの上方に複数の粉砕ローラ（図示省略）が粉砕テーブルの回転に連動回転可能に支持されて構成されている竪型ローラミルである。粉砕ローラと粉砕テーブルが協働して粉砕された固体燃料は、ミル３１に供給される一次空気（搬送用ガス、酸化性ガス）により、ミル３１が備える分級機（図示省略）に搬送される。分級機では、バーナ２１での燃焼に適した粒径以下の微粉燃料と、該粒径より大きな粗粉燃料とに分級される。微粉燃料は、分級機を通過して、一次空気と共に微粉燃料供給管２２を介してバーナ２１に供給される。分級機を通過しなかった粗粉燃料は、ミル３１の内部で、自重により粉砕テーブル上に落下し、再粉砕される。

[0020] バーナ２１の装着位置における火炉１１の炉外側には、風箱（エアレジスタ）２３が設けられており、この風箱２３には風道（空気ダクト）２４の一端部が連結されている。風道２４の他端部には、押込通風機（ＦＤＦ：Ｆｏｒｃｅｄ　Ｄｒａｆｔ　Ｆａｎ）３２が連結されている。押込通風機３２から供給された空気は、風道２４に設置された空気予熱器４２で加熱され（詳細は後述する）、風箱２３を介してバーナ２１に二次空気（燃焼用空気、酸化性ガス）として供給され、火炉１１の内部に投入される。

[0021] 燃焼ガス通路１２は、火炉１１の鉛直方向上部に連結されている。燃焼ガス通路１２には、燃焼ガスの熱を回収するための熱交換器として、過熱器１０２Ａ、１０２Ｂ、１０２Ｃ（以下、一括して「過熱器１０２」と記載する場合がある。）、再熱器１０３Ａ、１０３Ｂ（以下、一括して「再熱器１０３」と記載する場合がある。）、節炭器１０４が設けられており、火炉１１で発生した燃焼ガスと各熱交換器の内部を流通する給水や蒸気との間で熱交換が行われる。なお、各熱交換器の配置や形状は、図１に記載した形態に限

定されない。

[0022] 燃焼ガス通路１２の下流側には、熱交換器で熱回収された燃焼ガスが排出される煙道１３が連結されている。煙道１３には、風道２４との間に空気予熱器（エアヒータ）４２が設けられており、風道２４を流れる空気と、煙道１３を流れる燃焼ガスとの間で熱交換を行い、ミル３１に供給する一次空気やバーナ２１に供給する二次空気を加熱することで、水や蒸気との熱交換後の燃焼ガスから、さらに熱回収を行う。

[0023] また、煙道１３には、空気予熱器４２よりも上流側の位置に、脱硝装置４３が設けられていてもよい。脱硝装置４３は、アンモニア、尿素水等の窒素酸化物を還元する作用を有する還元剤を、煙道１３内を流通する燃焼ガスに供給し、還元剤が供給された燃焼ガス中の窒素酸化物（ＮＯｘ）と還元剤との反応を、脱硝装置４３内に設置された脱硝触媒の触媒作用により促進させることで、燃焼ガス中の窒素酸化物を除去、低減するものである。煙道１３の空気予熱器４２より下流側には、ガスダクト４１が連結されている。ガスダクト４１には、燃焼ガス中の灰などを除去する電気集じん機などの集じん装置４４や硫黄酸化物を除去する脱硫装置４６などの環境装置、また、それらの環境装置に排ガスを導くための誘引通風機（ＩＤＦ：Ｉｎｄｕｃｅｄ Ｄｒａｆｔ Ｆａｎ）４５が設けられている。ガスダクト４１の下流端部は、煙突４７に連結されており、環境装置で処理された燃焼ガスが、排ガスとして系外に排出される。

[0024] ボイラ１０において、複数のミル３１が駆動すると、粉砕、分級された微粉燃料が、一次空気と共に微粉燃料供給管２２を介してバーナ２１に供給される。また、空気予熱器４２で加熱された二次空気が、風道２４から風箱２３を介してバーナ２１に供給される。バーナ２１は、微粉燃料と一次空気とが混合した微粉燃料混合気を火炉１１に吹き込むと共に、二次空気を火炉１１に吹き込む。火炉１１に吹き込まれた微粉燃料混合気が着火し、二次空気と反応することで火炎を形成する。火炉１１内の下部領域で火炎が形成され、高温の燃焼ガスが火炉１１内を上昇し、燃焼ガス通路１２に流入する。な

お、本実施形態では、酸化性ガス（一次空気、二次空気）として空気を用いるが、空気よりも酸素割合が多いものや逆に少ないものであってもよく、供給される燃料量に対する酸素量の比率を適正な範囲に調整することで、火炉１１において安定した燃焼が実現される。

[0025] 燃焼ガス通路１２に流入した燃焼ガスは、燃焼ガス通路１２の内部に配置された過熱器１０２、再熱器１０３、節炭器１０４で水や蒸気と熱交換した後、煙道１３に排出され、脱硝装置４３で窒素酸化物が除去され、空気予熱器４２で一次空気及び二次空気と熱交換した後、さらにガスダクト４１に排出され、集じん装置４４で灰などが除去され、脱硫装置４６で硫黄酸化物が除去された後、煙突４７から系外に排出される。なお、燃焼ガス通路１２における各熱交換器及び煙道１３からガスダクト４１における各装置の配置は、燃焼ガス流れに対して、必ずしも上述の記載順に配置されなくともよい。

[0026] 上述した実施形態では、本発明のボイラを、燃料に固体燃料を使用するボイラとして説明した。ボイラに使用される固体燃料としては、石炭、バイオマス燃料、石油コークス（ＰＣ：Ｐｅｔｒｏｌｅｕｍ　Ｃｏｋｅ）燃料、石油残渣などが使用される。

[0027] なお、ボイラの燃料としては、固体燃料に限らず、重油、軽油、重質油などの石油類や工場廃液、液化アンモニアなどの液体燃料も使用することができる。また、天然ガスや各種石油ガス、製鉄プロセスなどで発生する副生ガス、水素ガス、アンモニアガスなどの気体燃料も使用することができる。

[0028] さらに、これらの各種燃料を組み合わせて使用する混焼ボイラにも適用することができる。

[0029] 幾つかの実施形態に係るボイラ１０は、少なくともアンモニアを燃焼させるように構成される。

[0030] 図２は、図１に示すボイラ１０に適用可能なバーナ２１’の概略図である。幾つかの実施形態に係るバーナ２１は、以下に説明するバーナ２１’を改造することにより得ることができる。

[0031] 図２に示すように、バーナ２１’（上述のバーナ２１Ａ～２１Ｆの各々に

対応する）は、上下方向における中央部に位置する中央バーナ６０と、中央バーナ６０の上下に位置する微粉燃料バーナ５０Ａ，５０Ｂ（以下、微粉燃料バーナ５０と総称する）を備えている。また、これらのバーナ群（中央バーナ６０及び微粉燃料バーナ５０Ａ、５０Ｂ）の上下には、燃焼用空気ノズル５６が設けられている。

[0032] 微粉燃料バーナ５０は、微粉燃料ノズル５２と、空気ノズル５４と、を含む。微粉燃料ノズル５２は、微粉燃料供給管２２から供給される一次空気及び該一次空気によって搬送される微粉燃料（微粉炭等）を火炉１１に吹き込むようになっている。空気ノズル５４は、空気ダクト２４から供給される二次空気（エアヒータ４２で加熱された加熱空気）を火炉１１に吹き込むようになっている。

[0033] 中央バーナ６０は、拡散燃焼用の燃料を空気とともに火炉１１に吹き込むようになっている。図２に示す例では、中央バーナ６０は、油燃料を火炉１１に吹き込むように構成された油ノズル６２と、油ノズル６２の周囲を囲むように設けられる空気ノズル６６と、を含む。空気ノズル６６は、空気ダクト２４から供給される二次空気（エアヒータ４２で加熱された加熱空気）を火炉１１に吹き込むように構成されていてもよい。

[0034] 燃焼用空気ノズル５６は、空気ダクト２４から供給される二次空気（エアヒータ４２で加熱された加熱空気）を火炉１１に吹き込むように構成されていてもよい。

[0035] 次に、幾つかの実施形態に係るボイラ及びバーナについてより具体的に説明する。図３～図５は、それぞれ、一実施形態に係るボイラの一部を示す概略図である。

[0036] 図３～図５に示す実施形態に係るボイラ１０のバーナ２１は、液体アンモニアを火炉１１に噴出するためのアンモニア拡散バーナ７０と、気体アンモニアと空気の予混合気を火炉１１に噴出するためのアンモニア予混合バーナ７２と、を備えている。図示するように、アンモニア拡散バーナ７０とアンモニア予混合バーナ７２は、互いに隣り合うように設けられていてもよい。

[0037] また、図３～図５に示す例示的な実施形態では、バーナ２１は、微粉燃料（微粉炭等）を空気とともに火炉１１に噴出するための微粉燃料バーナ５０を備えている。図示するように、微粉燃料バーナ５０は、アンモニア拡散バーナ７０又はアンモニア予混合バーナ７２の一方と隣り合うように設けられていてもよい。

[0038] 図３及び図４に示す例示的な実施形態では、バーナ２１は、中央バーナ６０を改造して得られるアンモニア拡散バーナ７０と、微粉燃料バーナ５０Ｂを改造して得られるアンモニア予混合バーナ７２と、を含む。

[0039] すなわち、図３及び図４に示すバーナ２１は、図２に示すバーナ２１’における油ノズル６２を含む油バーナ（中央バーナ６０）をアンモニア拡散バーナ７０に改造するとともに、図２に示すバーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂ（油バーナと隣り合う微粉燃料バーナ）をアンモニア予混合バーナ７２に改造することで得ることがでできる。

[0040] 図２に示すバーナ２１’における油ノズル６２を含む油バーナ（中央バーナ６０）のアンモニア拡散バーナ７０への改造は、バーナ２１’の油ノズル６２を、液体アンモニアを火炉１１に噴出するための液体アンモニアノズル７４（図３及び図４参照）に交換することで行ってもよい。

[0041] 図２に示すバーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂのアンモニア予混合バーナ７２への改造は、バーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂに、気体アンモニアと空気の予混合気を形成するための予混合気形成部８２（図３及び図４参照）を設置することで行ってもよい。

[0042] 図３に示す例示的な実施形態では、予混合気形成部８２は、微粉燃料供給管２２に接続され、高温（例えば２００℃以上）の加熱空気（例えば空気ダクト２４からの二次空気）が供給される予混合気管８４と、予混合気管８４の内部に液体アンモニアを噴出するための液体アンモニアノズル８６と、を含む。予混合気管８４の加熱空気流れに噴出された液体アンモニアは、高温の加熱空気によって気化され、加熱空気と混合されて予混合気が形成される。このように形成された予混合気は、微粉燃料供給管２２を介してアンモニ

ア予混合バーナ７２の微粉燃料ノズル５２に供給され、該微粉燃料ノズル５２から火炉１１に噴出される。

[0043] なお、微粉燃料供給管２２には、微粉燃料供給管２２から火炉１１への微粉燃料及び一次空気の供給状態と非供給状態とを切替えるためのゲート弁９２が設けられていてもよい。また、予混合気管８４には、予混合気管８４から微粉燃料供給管２２への予混合気の供給状態と非供給状態とを切替えるためのゲート弁９４が設けられていてもよい。

[0044] 図４に示す例示的な実施形態では、予混合気形成部８２は、微粉燃料供給管２２と、微粉燃料供給管２２に接続され、微粉燃料供給管２２に気体アンモニアを供給するための気体アンモニア供給管１１０と、を含む。気体アンモニア供給管１１０には、気体アンモニア供給管１１０から微粉燃料供給管２２への気体アンモニアの供給状態と非供給状態とを切替えるためのゲート弁１１２が設けられていてもよい。気体アンモニア供給管１１０から微粉燃料供給管２２に供給された気体アンモニアは、微粉燃料供給管２２を微粉燃料とともに流れる一次空気と混合され、予混合気が形成される。このように形成された予混合気は、微粉燃料供給管２２を介してアンモニア予混合バーナ７２の微粉燃料ノズル５２に供給され、該微粉燃料ノズル５２から火炉１１に噴出される。

[0045] 図５に示す例示的な実施形態では、バーナ２１は、微粉燃料バーナ５０Ｂを改造して得られるアンモニア拡散バーナ７０と、中央バーナ６０を改造して得られるアンモニア予混合バーナ７２と、を含む。

[0046] すなわち、図５に示すバーナ２１は、図２に示すバーナ２１’における油ノズル６２を含む油バーナ（中央バーナ６０）をアンモニア予混合バーナ７２に改造するとともに、図２に示すバーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂ（油バーナと隣り合う微粉燃料バーナ）をアンモニア拡散バーナ７０に改造することで得ることがでできる。

[0047] 図２に示すバーナ２１’における油ノズル６２を含む油バーナ（中央バーナ６０）のアンモニア予混合バーナ７２への改造は、バーナ２１’の油ノズ

ル６２を取り外し、油ノズル６２を取り外すことで形成されるスペースに、気体アンモニアを噴出するための気体アンモニアノズル１２０を設置するとともに、気体アンモニアノズル１２０の周囲に、加熱空気（空気ダクト２４からの二次空気等）が流れる加熱空気流路１１８を形成することで行ってもよい。気体アンモニアノズル１２０から噴出される気体アンモニアは、加熱空気流路１１８を流れる加熱空気と混合されて予混合気が形成され、該予混合気が火炉１１に噴出される。

[0048] 図２に示すバーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂのアンモニア拡散バーナ７０への改造は、バーナ２１’における微粉燃料バーナ５０Ｂを、液体アンモニアノズル７４を及び空気ノズル１１６含む拡散バーナに交換することで行ってもよい。

[0049] 図３～５に示すように、アンモニア拡散バーナ７０には、液体アンモニア貯留部７６からの液体アンモニアが、アンモニアライン７８を介して供給されるようになっている。アンモニアライン７８には、アンモニア拡散バーナ７０へのアンモニアの供給量を調節可能な第１バルブ８０が設けられていてもよい。

[0050] 図３～図５に示すように、アンモニア予混合バーナ７２には、液体アンモニア貯留部７６からアンモニアライン８８を介して供給される液体アンモニアから形成されるアンモニアと空気の予混合気が供給されるようになっている。アンモニアライン８８には、アンモニア予混合バーナ７２へのアンモニアの供給量を調節可能な第２バルブ９０が設けられていてもよい。

[0051] 図３に示す例示的な実施形態では、液体アンモニア貯留部７６からの液体アンモニアは、液体状態のままでアンモニアライン８８を介して液体アンモニアノズル８６（予混合気形成部８２）に供給されるようになっている。

[0052] 図４及び図５に示す例示的な実施形態では、液体アンモニア貯留部７６からの液体アンモニアは、気化器１１４で気化された後、アンモニアライン８８を介して気体アンモニア供給管１１０（予混合気形成部８２）又は気体アンモニアノズル１２０に供給されるようになっている。

[0053] 図３～図５に示すように、微粉燃料バーナ５０Ａには、微粉燃料貯留部９６からの微粉燃料が微粉燃料ライン９８及び微粉燃料供給管２２を介して供給されるようになっている。微粉燃料ライン９８には、微粉燃料バーナ５０Ａへの微粉燃料の供給量を調節するための微粉燃料バルブ９９が設けられていてもよい。

[0054] 図３～図５に示すように、ボイラ１０は、アンモニアライン７８を介したアンモニア拡散バーナ７０へのアンモニア供給量、アンモニアライン８８を介したアンモニア予混合バーナ７２へのアンモニア供給量、及び／又は、微粉燃料ライン９８を介した微粉燃料バーナ５０Ａへの微粉燃料供給量を調節するための制御装置２００（制御部）を備えていてもよい。制御装置２００は、各燃料の供給量が所定値となるように、第１バルブ８０、第２バルブ９０及び／又は微粉燃料バルブ９９の開度を調節するように構成されていてもよい。

[0055] 制御装置２００は、プロセッサ（ＣＰＵ等）、主記憶装置（メモリデバイス；ＲＡＭ等）、補助記憶装置及びインターフェース等を備えた計算機を含んでいてもよい。制御装置２００は、上位制御装置等から、アンモニアライン７８を介したアンモニア拡散バーナ７０へのアンモニア供給量、アンモニアライン８８を介したアンモニア予混合バーナ７２へのアンモニア供給量、及び／又は、微粉燃料ライン９８を介した微粉燃料バーナ５０Ａへの微粉燃料供給量の目標値を受け取るようになっていてもよい。制御装置２００は、各供給量が目標値に近づくように、第１バルブ８０、第２バルブ９０及び／又は微粉燃料バルブ９９の開度を調節するように構成されていてもよい。あるいは、制御装置２００は、上位制御装置等から、ボイラ１０の要求負荷を受け取るようになっていてもよい。制御装置２００は、該要求負荷を満たすように、第１バルブ８０、第２バルブ９０及び／又は微粉燃料バルブ９９の開度を調節するように構成されていてもよい。

[0056] 上述の実施形態に係るボイラ１０では、アンモニア拡散バーナ７０でアンモニアを液体のまま火炉１１に噴出するので、燃料配管等の大型化を抑制し

つつアンモニア供給量を多くすることができる。また、アンモニア拡散バーナ７０とともに、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナ７２を設けたので、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナ７０を用いることによる着火性及び燃焼性の低下を抑制することができる。よって、上述の実施形態によれば、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立することができる。また、アンモニア予混合バーナ７２をアンモニア拡散バーナ７０と隣合う位置に設けることで、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナ７０を用いることによる着火性及び燃焼性の低下をより効果的に抑制することができる。

[0057] また、上述の実施形態に係るボイラ１０では、アンモニア拡散バーナ７０及びアンモニア予混合バーナ７２に加え、着火性が比較的良好な微粉燃料バーナ５０Ａを設けたので、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナ７０を用いることによる着火性及び燃焼性の低下をより効果的に抑制することができる。また、微粉燃料バーナ５０Ａをアンモニア拡散バーナ７０又はアンモニア予混合バーナ７２の一方と隣り合う位置に設けることで、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナ７０を用いることによる着火性及び燃焼性の低下をさらに効果的に抑制することができる。なお、図３及び図４に示す例示的な実施形態では、微粉燃料バーナ５０Ａは、アンモニア拡散バーナ７０と隣り合うように設けられている。また、図５に示す例示的な実施形態では、微粉燃料バーナ５０Ａは、アンモニア予混合バーナ７２と隣り合うように設けられている。

[0058] 次に、幾つかの実施形態に係る上述のボイラ１０の運転方法について説明する。以下に説明する運転方法は、上述の制御装置２００を用いて、又は、手動で実行することができる。

[0059] 図６及び図７は、それぞれ、一実施形態に係るボイラの運転方法を実施するときの、ボイラ負荷、及び、アンモニア拡散バーナ７０、アンモニア予混合バーナ７２及び微粉燃料バーナ５０Ａの入熱量の割合（即ち、各バーナに供給される燃料（アンモニア（NH_3）又は微粉燃料）の熱量ベースでの供給

量の割合）の時間変化の一例を示すグラフである。なお、図６及び図７のグラフでは、ボイラ負荷を１００％（定格負荷）から２５％まで段階的に低下させている。

[0060] 幾つかの実施形態に係るボイラ１０の運転方法では、ボイラ１０の要求負荷に基づいて、アンモニア拡散バーナ７０を介した火炉１１へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、アンモニア予混合バーナ７２を介した火炉１１へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節する。ここで、要求負荷に基づいてボイラ１０の負荷を減少させるときには、予混合アンモニア供給量に優先して拡散アンモニア供給量を減少させる。即ち、本実施形態では、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、図６及び図７に示すように、先ず、予混合アンモニア供給量を維持したまま拡散アンモニア供給量を減少させ、次に、拡散アンモニア供給量がゼロに近づいたら、予混合アンモニア供給量を減少させる。

[0061] 上述の運転方法では、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナ７２への予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナ７０への拡散アンモニア供給量を減少させるようにしたので、着火安定性を維持しながらボイラ１０の負荷を低下させることができる。

[0062] 一実施形態では、要求負荷に基づいてボイラ１０の負荷を減少させるとき、予混合アンモニア供給量に優先して拡散アンモニア供給量を減少させるとともに、微粉燃料供給量に優先して予混合アンモニア供給量を減少させる。即ち、本実施形態では、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、図６に示すように、先ず、予混合アンモニア供給量及び微粉燃料供給量を維持したまま拡散アンモニア供給量を減少させ、次に、拡散アンモニア供給量がゼロに近づいたら、微粉燃料を維持したまま予混合アンモニア供給量を減少させ、さらに、予混合アンモニア供給量がゼロに近づいたら、微粉燃料供給量を減少させる。

[0063] 上述の実施形態によれば、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、着火性が

比較的良好なアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナへの拡散アンモニア供給量を減少させるとともに、着火性がより良好な微粉燃料バーナへの微粉燃料供給量に優先してアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量を減少させるようにしたので、着火安定性を維持しながらボイラの負荷をさらに低下させることができる。

[0064] 一実施形態では、要求負荷に基づいてボイラ１０の負荷を減少させるとき、アンモニア混焼率を維持しながら予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させる。ここで、アンモニア混焼率とは、拡散アンモニア供給量、予混合アンモニア供給量及び微粉燃料供給量の合計に対する拡散アンモニア供給量と予混合アンモニア供給量の和の熱量ベースの割合である。即ち、本実施形態では、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、図７に示すように、アンモニア供給量（拡散アンモニア供給量と予混合アンモニア供給量の和）と、微粉燃料供給量の比率を一定に維持しながら、アンモニア供給量及び微粉燃料供給量の両方を低下させる。また、アンモニア供給量については、先ず予混合アンモニア供給量を維持したまま拡散アンモニア供給量を減少させ、次に、拡散アンモニア供給量がゼロに近づいたら、予混合アンモニア供給量を減少させる。

[0065] 上述の実施形態によれば、ボイラ１０の負荷を減少させるとき、アンモニア混焼率を維持しながら、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナ７２への予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナ７０への拡散アンモニア供給量を減少させるようにしたので、ボイラ１０へのアンモニア投入量をなるべく多くしつつ、着火安定性を維持しながらボイラ１０の負荷を低下させることができる。

[0066] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0067] ［１］本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラ（１０）は、

燃料を燃焼させるための火炉（１１）と、

液体アンモニアを前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア拡散バ

ーナ（７０）と、

気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア予混合バーナ（７２）と、

を備える。

[0068] 上記［１］の構成では、アンモニア拡散バーナでアンモニアを液体のまま火炉に噴出するので、燃料配管等の大型化を抑制しつつアンモニア供給量を多くすることができる。また、アンモニア拡散バーナとともに、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナを設けたので、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナを用いることによる着火性及び燃焼性の低下を抑制することができる。よって、上記［１］の構成によれば、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立することができる。

[0069] ［２］幾つかの実施形態では、上記［１］の構成において、

前記ボイラは、

微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナ（５０Ａ）をさらに備える。

[0070] 上記［２］の構成によれば、アンモニア拡散バーナ及びアンモニア予混合バーナとともに、着火性が比較的良好な微粉燃料バーナを設けたので、液体アンモニアを噴出させるアンモニア拡散バーナを用いることによる着火性及び燃焼性の低下をより効果的に抑制することができる。よって、上記［２］の構成によれば、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立することができる。

[0071] ［３］幾つかの実施形態では、上記［１］又は［２］の構成において、

前記ボイラは、

前記ボイラの要求負荷に基づいて、前記アンモニア拡散バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、前記アンモニア予混合バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節するように構成された制御部（例えば制御装置２００）を備え、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるように構成される。

[0072] 上記［３］の構成によれば、ボイラの負荷を減少させるとき、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナへの拡散アンモニア供給量を減少させるようにしたので、着火安定性を維持しながらボイラの負荷を低下させることができる。

[0073] ［４］幾つかの実施形態では、上記［３］の構成において、

前記ボイラは、

微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナを備え、

前記制御部は、前記拡散アンモニア供給量及び前記予混合アンモニア供給量に加え、前記微粉燃料バーナを介した前記火炉への微粉燃料供給量を調節するように構成され、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるとともに、前記微粉燃料供給量に優先して前記予混合アンモニア供給量を減少させるように構成される。

[0074] 上記［４］の構成によれば、ボイラの負荷を減少させるとき、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナへの拡散アンモニア供給量を減少させるとともに、着火性がより良好な微粉燃料バーナへの微粉燃料供給量に優先してアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量を減少させるようにしたので、着火安定性を維持しながらボイラの負荷をさらに低下させることができる。

[0075] ［５］幾つかの実施形態では、上記［３］の構成において、

前記ボイラは、

微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナを備え、

前記制御部は、前記拡散アンモニア供給量及び前記予混合アンモニア供給量に加え、前記微粉燃料バーナを介した前記火炉への微粉燃料供給量を調節するように構成され、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、アンモニア混焼率を維持しながら前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるように構成され、

前記アンモニア混焼率は、前記拡散アンモニア供給量、前記予混合アンモニア供給量及び前記微粉燃料供給量の合計に対する前記拡散アンモニア供給量と前記予混合アンモニア供給量の和の熱量ベースの割合である。

[0076] 上記［５］の構成によれば、ボイラの負荷を減少させるとき、アンモニア混焼率を維持しながら、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナへの拡散アンモニア供給量を減少させるようにしたので、ボイラへのアンモニア投入量をなるべく多くしつつ、着火安定性を維持しながらボイラの負荷を低下させることができる。

[0077] ［６］本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの改造方法は、

火炉（１１）と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナ（例えば中央バーナ６０）と、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナ（５０Ｂ）と、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナ（７０）に改造するステップと、

前記微粉燃料バーナ）を、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナ（７２）に改造するステップと、

を備える。

[0078] 上記［６］の方法によれば、油バーナをアンモニア拡散バーナに改造するとともに、微粉燃料バーナをアンモニア予混合バーナに改造することにより

、上記［１］の構成を有するボイラを得ることができる。このようにして得られるボイラにより、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立することができる。

[0079] ［７］幾つかの実施形態では、上記［６］の方法において、

前記油バーナを改造するステップでは、前記油バーナの油ノズルを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するための液体アンモニアノズル（７４）に交換し、

前記微粉燃料バーナを改造するステップでは、前記微粉燃料バーナに、気体アンモニアと空気の予混合気を形成するための予混合気形成部（８２）を設置する。

[0080] 上記［７］の方法によれば、油バーナの油ノズルをアンモニアノズルに交換するとともに、微粉燃料バーナに予混合気形成部を設置することにより、比較的容易に上記［１］の構成を有するボイラを得ることができる。

[0081] ［８］本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの改造方法は、

火炉（１１）と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナ（例えば中央バーナ６０）と、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナ（５０Ｂ）と、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナ（７２）に改造するステップと、

前記微粉燃料バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナ（７０）に改造するステップと、

を備える。

[0082] 上記［８］の方法によれば、油バーナをアンモニア予混合バーナに改造するとともに、微粉燃料バーナをアンモニア拡散バーナに改造することにより、上記［１］の構成を有するボイラを得ることができる。このようにして得られるボイラにより、アンモニア供給量の確保と着火安定性を両立することができる。

[0083] ［９］本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラの運転方法は、

上記［１］乃至［５］の何れか一項に記載のボイラの運転方法であって、

前記ボイラの要求負荷に基づいて、前記アンモニア拡散バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、前記アンモニア予混合バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節するステップを備え、

前記ステップでは、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させる。

[0084] 上記［９］の方法によればボイラの負荷を減少させるとき、着火性が比較的良好なアンモニア予混合バーナへの予混合アンモニア供給量に優先して、着火性が比較的低いアンモニア拡散バーナへの拡散アンモニア供給量を減少させるようにしたので、着火安定性を維持しながらボイラの負荷を低下させることができる。

[0085] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0086] 本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、

「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

符号の説明

[0087] １０　ボイラ
１１　火炉
１２　燃焼ガス通路
１３　煙道
２０　燃焼装置
２１（２１Ａ－２１Ｆ）　バーナ
２２（２２Ａ－２２Ｆ）　微粉燃料供給管
２３　風箱
２４　風道（空気ダクト）
３１　ミル
３２　押込通風機
４１　ガスダクト
４２　空気予熱器（エアヒータ）
４３　脱硝装置
４４　装置
４６　脱硫装置
４７　煙突
５０　微粉燃料バーナ
５０Ａ　微粉燃料バーナ
５０Ｂ　微粉燃料バーナ
５２　微粉燃料ノズル
５４　空気ノズル
５６　燃焼用空気ノズル
６０　中央バーナ
６２　油ノズル

６６　空気ノズル
７０　アンモニア拡散バーナ
７２　アンモニア予混合バーナ
７４　液体アンモニアノズル
７６　液体アンモニア貯留部
７８　アンモニアライン
８０　第１バルブ
８２　予混合気形成部
８４　予混合気管
８６　液体アンモニアノズル
８８　アンモニアライン
９０　第２バルブ
９２　ゲート弁
９４　ゲート弁
９６　微粉燃料貯留部
９８　微粉燃料ライン
９９　微粉燃料バルブ
１０１　火炉壁
１０２　過熱器
１０２Ａ　過熱器
１０２Ｂ　過熱器
１０２Ｃ　過熱器
１０３　再熱器
１０３Ａ　再熱器
１０３Ｂ　再熱器
１０４　節炭器
１１０　気体アンモニア供給管
１１２　ゲート弁

１１４　気化器

１１６　空気ノズル

１１８　加熱空気流路

１２０　気体アンモニアノズル

２００　制御装置

請求の範囲

[請求項1] 燃料を燃焼させるための火炉と、

液体アンモニアを前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア拡散バーナと、

気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するように構成されたアンモニア予混合バーナと、

を備えるボイラ。

[請求項2] 微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナをさらに備える

請求項１に記載のボイラ。

[請求項3] 前記ボイラの要求負荷に基づいて、前記アンモニア拡散バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、前記アンモニア予混合バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節するように構成された制御部を備え、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるように構成された

請求項１又は２に記載のボイラ。

[請求項4] 微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナを備え、

前記制御部は、前記拡散アンモニア供給量及び前記予混合アンモニア供給量に加え、前記微粉燃料バーナを介した前記火炉への微粉燃料供給量を調節するように構成され、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるとともに、前記微粉燃料供給量に優先して前記予混合アンモニア供給量を減少させるように構成された

請求項３に記載のボイラ。

[請求項5] 微粉燃料を空気とともに前記火炉に噴出するように構成された微粉燃料バーナを備え、

前記制御部は、前記拡散アンモニア供給量及び前記予混合アンモニア供給量に加え、前記微粉燃料バーナを介した前記火炉への微粉燃料供給量を調節するように構成され、

前記制御部は、前記ボイラの負荷を減少させるとき、アンモニア混焼率を維持しながら前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させるように構成され、

前記アンモニア混焼率は、前記拡散アンモニア供給量、前記予混合アンモニア供給量及び前記微粉燃料供給量の合計に対する前記拡散アンモニア供給量と前記予混合アンモニア供給量の和の熱量ベースの割合である

請求項３に記載のボイラ。

[請求項6] 火炉と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナと、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナと、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナに改造するステップと、

前記微粉燃料バーナを、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナに改造するステップと、を備えるボイラの改造方法。

[請求項7] 前記油バーナを改造するステップでは、前記油バーナの油ノズルを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するための液体アンモニアノズルに交換し、

前記微粉燃料バーナを改造するステップでは、前記微粉燃料バーナに、気体アンモニアと空気の予混合気を形成するための予混合気形成部を設置する

請求項６に記載のボイラの改造方法。

[請求項8] 火炉と、前記火炉に油を噴出させるための油バーナと、前記火炉に微粉燃料を空気とともに噴出させるための微粉燃料バーナと、を含むボイラの改造方法であって、

前記油バーナを、気体アンモニアと空気の予混合気を前記火炉に噴出するためのアンモニア予混合バーナに改造するステップと、

前記微粉燃料バーナを、液体アンモニアを前記火炉に噴出するためのアンモニア拡散バーナに改造するステップと、

を備えるボイラの改造方法。

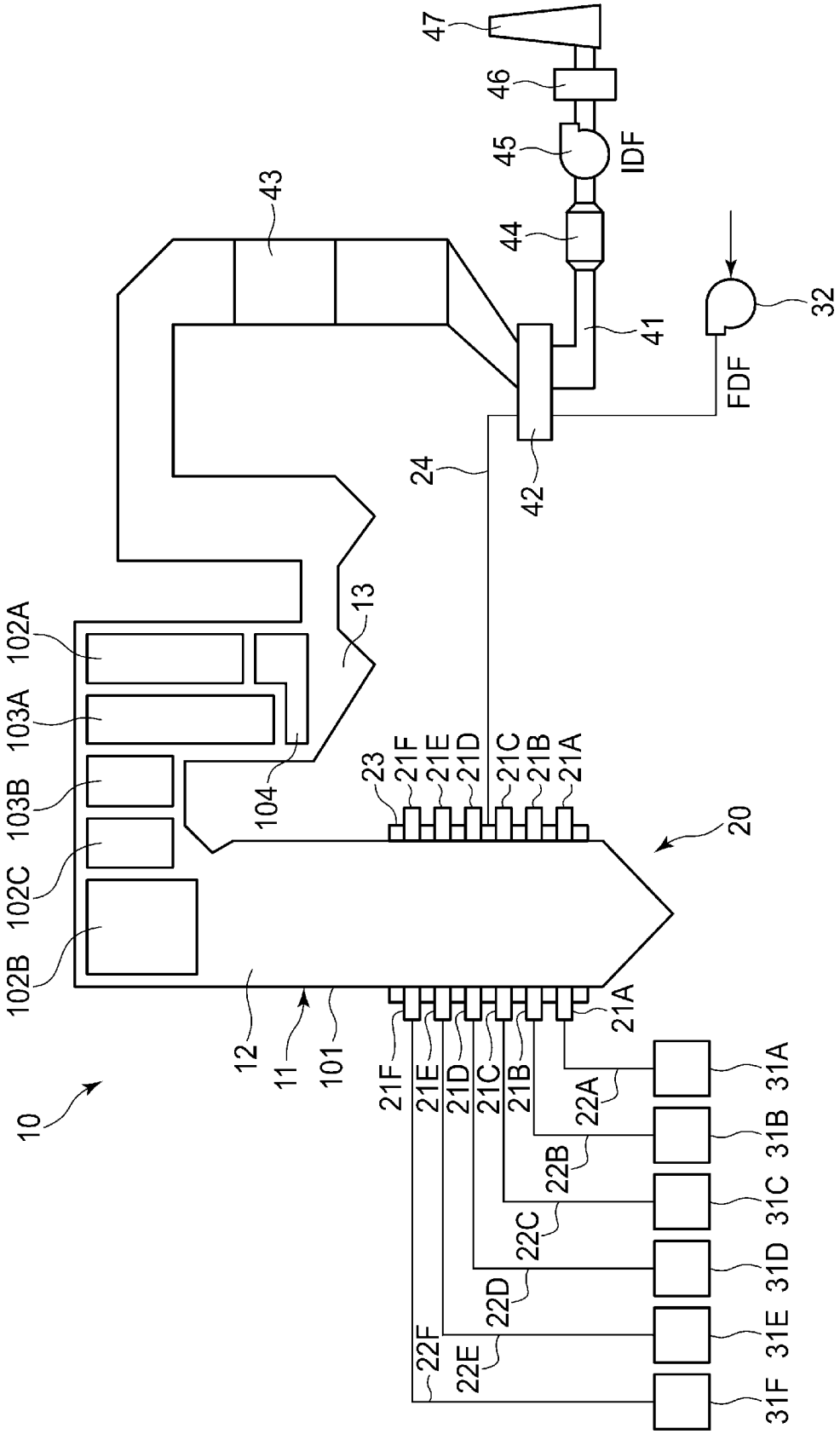
[請求項9] 請求項１又は２に記載のボイラの運転方法であって、

前記ボイラの要求負荷に基づいて、前記アンモニア拡散バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である拡散アンモニア供給量、及び、前記アンモニア予混合バーナを介した前記火炉へのアンモニア供給量である予混合アンモニア供給量を調節するステップを備え、

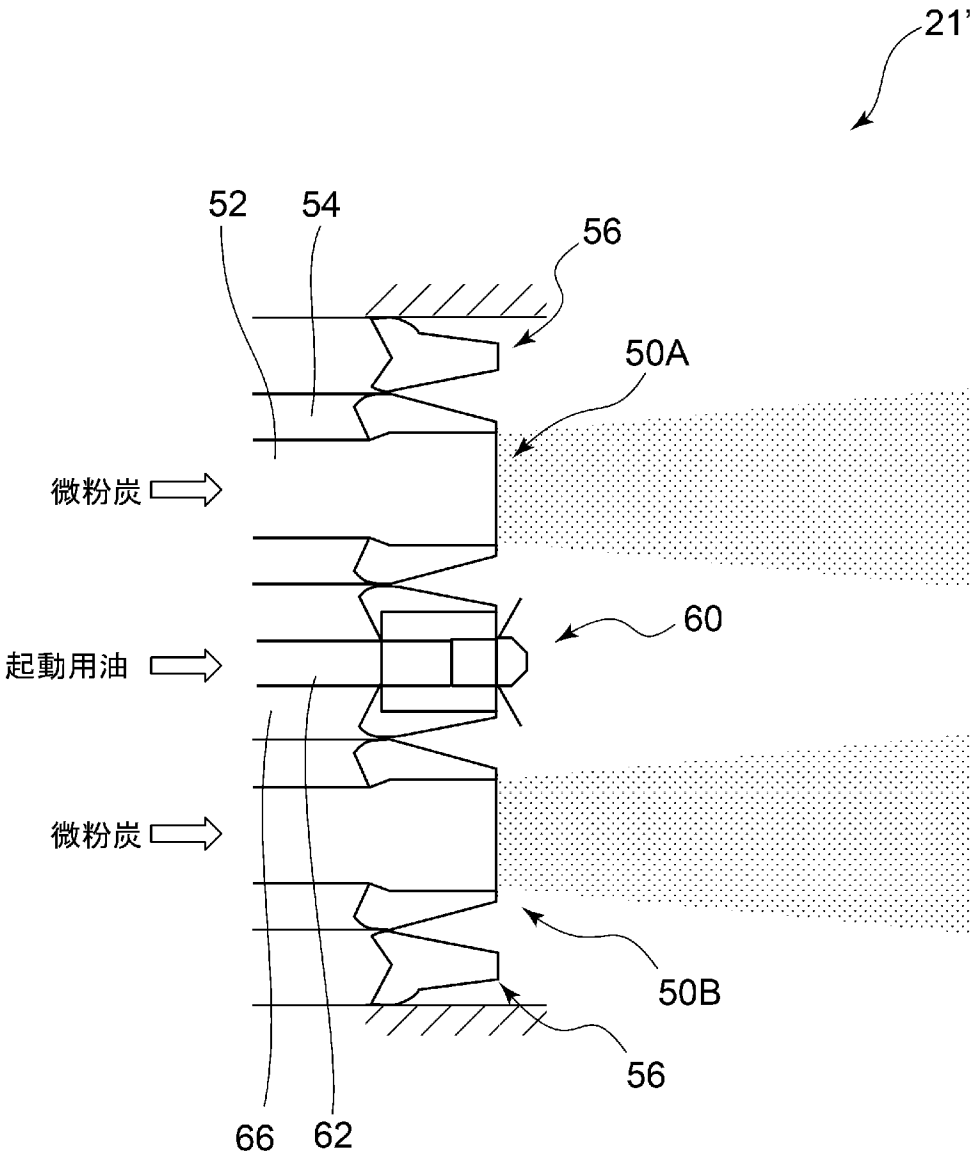
前記ステップでは、前記ボイラの負荷を減少させるとき、前記予混合アンモニア供給量に優先して前記拡散アンモニア供給量を減少させる

ボイラの運転方法。

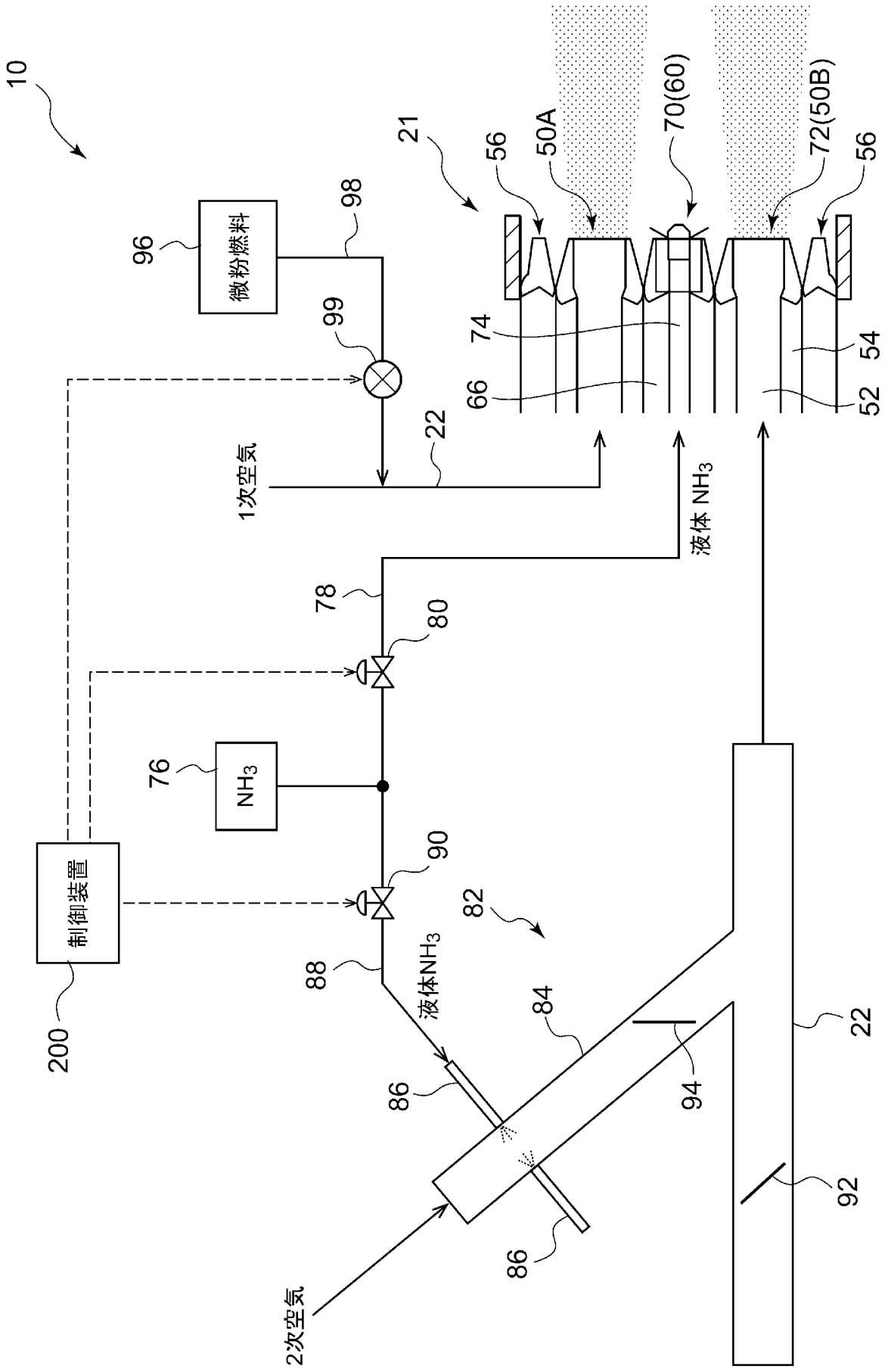
[図1]


47
46
45
IDF
44
43
41
32
FDF
24
42
13
102A
103A
103B
102C
102B
104
23
21F
21E
21D
21C
21B
21A
20
10
12
11
101
22A
22B
22C
22D
22E
22F
31A
31B
31C
31D
31E
31F

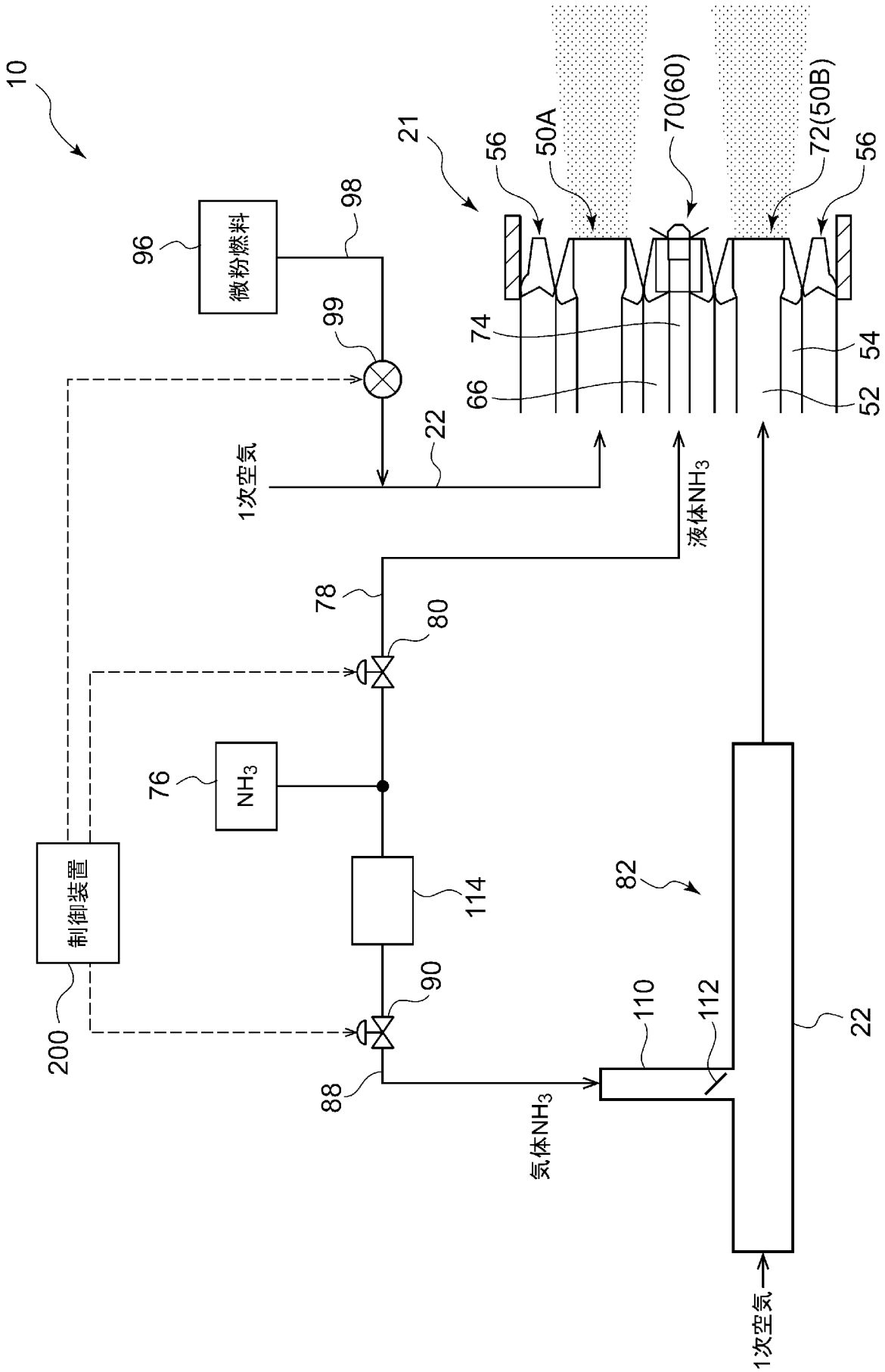
[図2]



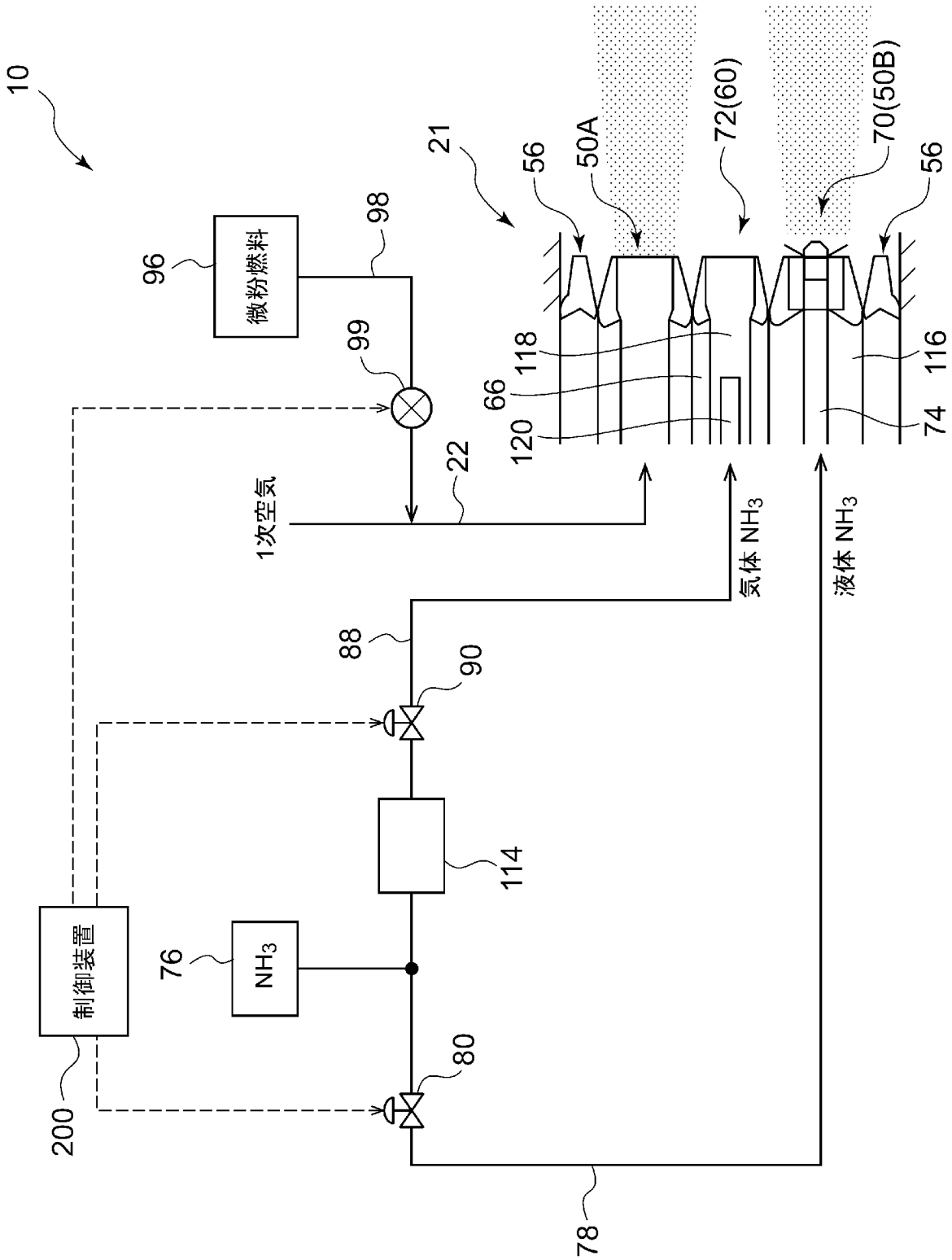
[図3]


10
21
56
50A
70(60)
72(50B)
56
96
微粉燃料
98
99
74
54
66
52
22
1次空気
液体 NH_3
78
80
76
NH_3
制御装置
90
82
88
液体NH_3
84
22
200
86
94
92
86
2次空気

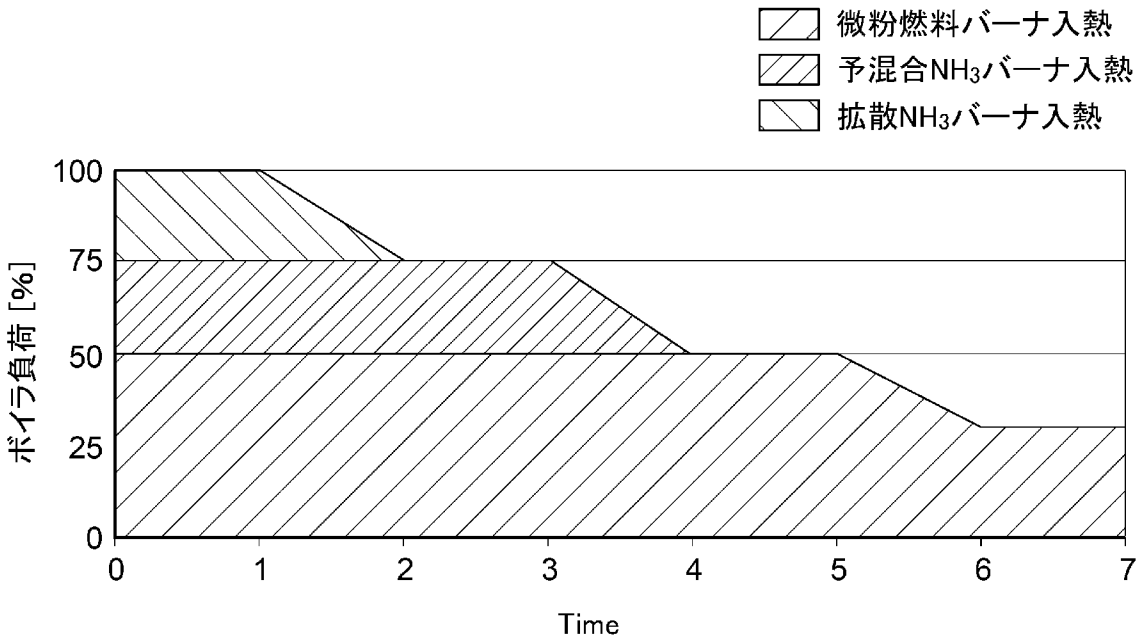
[図4]


10
21
56
50A
70(60)
72(50B)
56
96
微粉燃料
98
99
74
54
66
52
22
1次空気
液体NH3
78
80
76
NH3
114
82
制御装置
200
90
110
112
22
88
気体NH3
1次空気

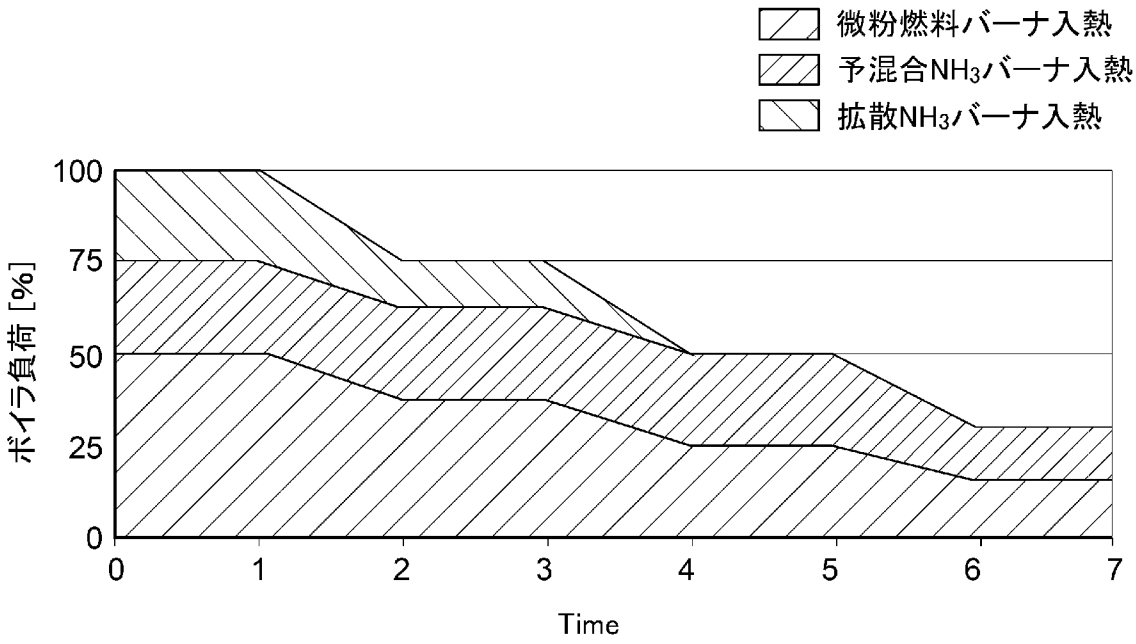
[図5]


10
21
56
50A
72(60)
70(50B)
56
96
微粉燃料
98
99
118
66
120
116
74
22
1次空気
気体 NH_3
液体 NH_3
88
90
114
制御装置
76
NH_3
80
200
78

[図6]


微粉燃料バーナ入熱
予混合NH3バーナ入熱
拡散NH3バーナ入熱
ボイラ負荷 [%]
100
75
50
25
0
0
1
2
3
4
5
6
7
Time

[図7]


微粉燃料バーナ入熱
予混合NH3バーナ入熱
拡散NH3バーナ入熱
ボイラ負荷 [%]
100
75
50
25
0
0
1
2
3
4
5
6
7
Time

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/011628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23C 1/08(2006.01)i; ***F23C 1/10***(2006.01)i; ***F23C 1/12***(2006.01)i; ***F23D 17/00***(2006.01)i; ***F23N 1/00***(2006.01)i
FI: F23C1/08; F23C1/10; F23C1/12; F23D17/00 Z; F23N1/00 115Z

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)

F23C1/08; F23C1/10; F23C1/12; F23D17/00; F23N1/00

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.
X	JP 2023-39881 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22 March 2023 (2023-03-22) paragraphs [0026]-[0054], fig. 1-16	1-2, 6-8
A		3-5, 9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
04 June 2024	**11 June 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011628

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2023-39881 A	22 March 2023	WO 2023/037867 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/011628

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F23C 1/08(2006.01)i; F23C 1/10(2006.01)i; F23C 1/12(2006.01)i; F23D 17/00(2006.01)i; F23N 1/00(2006.01)i
FI: F23C1/08; F23C1/10; F23C1/12; F23D17/00 Z; F23N1/00 115Z

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））

F23C1/08; F23C1/10; F23C1/12; F23D17/00; F23N1/00

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
X	JP 2023-39881 A (三菱重工業株式会社) 22.03.2023 (2023-03-22) 段落0026-0054,図1-16	1-2,6-8
A		3-5,9

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“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	国際調査報告の発送日
04.06.2024	11.06.2024

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）
豊島　ひろみ 3L 9426
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/JP2024/011628

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2023-39881 A	22.03.2023	WO 2023/037867 A1	