

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-77011  
(P2023-77011A)

(43)公開日 令和5年6月5日(2023.6.5)

|                        |                      |             |
|------------------------|----------------------|-------------|
| (51)国際特許分類             | F I                  | テーマコード (参考) |
| F 2 3 K 5/02 (2006.01) | F 2 3 K 5/02 A       | 3 K 0 6 8   |
| F 2 3 K 5/00 (2006.01) | F 2 3 K 5/00 3 0 1 A |             |

| 審査請求     |                             | 未請求     | 請求項の数             | 9 | O L | (全16頁) |
|----------|-----------------------------|---------|-------------------|---|-----|--------|
| (21)出願番号 | 特願2021-190085(P2021-190085) | (71)出願人 | 000006208         |   |     |        |
| (22)出願日  | 令和3年11月24日(2021.11.24)      |         | 三菱重工業株式会社         |   |     |        |
|          |                             |         | 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 |   |     |        |
|          |                             | (74)代理人 | 110000785         |   |     |        |
|          |                             |         | S S I P 弁理士法人     |   |     |        |
|          |                             | (72)発明者 | 竹井 康裕             |   |     |        |
|          |                             |         | 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        |   |     |        |
|          |                             | (72)発明者 | 山内 康弘             |   |     |        |
|          |                             |         | 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        |   |     |        |
|          |                             | (72)発明者 | 住田 忠              |   |     |        |
|          |                             |         | 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        |   |     |        |
|          |                             | (72)発明者 | 鶴丸 慧              |   |     |        |
|          |                             |         |                   |   |     | 最終頁に続く |

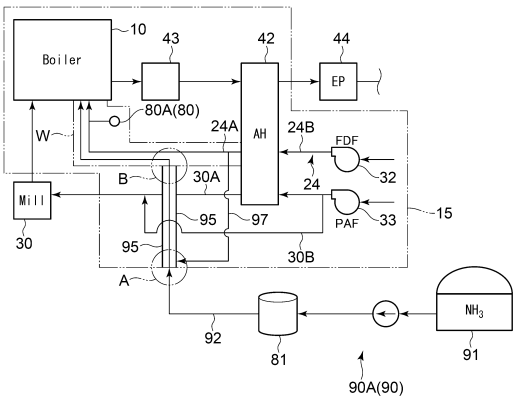
(54)【発明の名称】 アンモニア燃料供給ユニット、及びボイラシステム

(57)【要約】

【課題】 アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを低減できるアンモニア燃料供給ユニット、及び、ボイラシステムを提供する。

【解決手段】 本開示の幾つかの実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットは、アンモニア燃料をボイラに供給するように構成されるアンモニア燃料供給管と、アンモニア燃料供給管の少なくとも一部を取り囲むように配置され、アンモニア燃料供給管と共に二重管構造を形成する外管とを備える。

【選択図】 図2A



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アンモニア燃料をボイラに供給するように構成されるアンモニア燃料供給管と、  
前記アンモニア燃料供給管の少なくとも一部を取り囲むように配置され、前記アンモニア燃料供給管と共に二重管構造を形成する外管と  
を備えるアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 2】

前記外管は、前記ボイラの建屋内または建屋外のうちで建屋内のみに配置される  
請求項 1 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 3】

前記外管は、前記アンモニア燃料供給管との間でパージガスの流路を形成する  
請求項 1 または 2 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 4】

前記外管は、エアヒータによって加熱された熱空気を前記ボイラに導くように構成される熱空気ダクトに接続され、

前記アンモニア燃料供給管は、

前記外管の内側に配置される内管と、

前記熱空気ダクトの内側に配置され、前記ボイラと前記内管とに接続される接続単管  
を含む

請求項 3 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 5】

前記接続単管の外表面に設けられる断熱機構をさらに備え、

前記アンモニア燃料供給管は、液体アンモニアの供給路を内側に形成する

請求項 4 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 6】

大気中の空気を、加熱処理を加えずに前記外管に送るように構成される空気供給管をさらに備え、

前記アンモニア燃料供給管は、液体アンモニアの供給路を内側に形成する

請求項 4 または 5 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 7】

前記熱空気ダクトから抽気した前記熱空気を前記外管に送るように構成される抽気管をさらに備え、

前記内管は、アンモニアガスの供給路を内側に形成する

請求項 4 に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 8】

前記アンモニア燃料供給管と前記外管との間にある中間空間、前記中間空間と連通する空間、または前記外管にある外側空間の少なくともいずれかの空間に設けられ、アンモニア燃料を検知するように構成されるアンモニア検知器をさらに備える

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のアンモニア燃料供給ユニット。

## 【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載のアンモニア燃料供給ユニットと、

前記アンモニア燃料供給ユニットから供給されるアンモニア燃料の燃焼により生じる燃焼ガスを熱源として蒸気を生成する前記ボイラと  
を備えるボイラシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、アンモニア燃料供給ユニット、及びボイラシステムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

アンモニアが燃料として火炉内に供給されるボイラが公知である。例えば、特許文献 1 で開示されるボイラでは、アンモニアが石炭と共に火炉内で燃焼するアンモニア混焼が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2020-112280 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

燃料としてのアンモニアの使用量は、例えば燃焼ガスの脱硝用触媒としてのアンモニアの使用量と比べて非常に多い。従って、燃料としてのアンモニアがボイラに供給される過程で漏洩した場合にはボイラの運転に及ぼす影響が大きく、漏洩の効果的な抑制策が望まれる。しかし上記特許文献には、抑制策の具体的な構成の開示はない。

【0005】

本開示の目的は、アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを低減できるアンモニア燃料供給ユニット、及び、ボイラシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本開示の少なくとも一実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットは、  
アンモニア燃料をボイラに供給するように構成されるアンモニア燃料供給管と、  
前記アンモニア燃料供給管の少なくとも一部を取り囲むように配置され、前記アンモニア燃料供給管と共に二重管構造を形成する外管とを備える。

【0007】

本開示の少なくとも一実施形態に係るボイラシステムは、  
前記アンモニア燃料供給ユニットと、  
前記アンモニア燃料供給ユニットから供給されるアンモニア燃料の燃焼により生じる燃焼ガスを熱源として蒸気を生成する前記ボイラとを備える。

【発明の効果】

【0008】

30

本開示によれば、アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを低減できるアンモニア燃料供給ユニット、及び、ボイラシステムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】一実施形態に係るボイラシステムの概略的な構成図である。

【図 2 A】第 1 の実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットの概略的な構成図である。

【図 2 B】第 2 の実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットの概略的な構成図である。

【図 2 C】第 3 の実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットの概略的な構成図である。

【図 2 D】第 4 の実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニットの概略的な構成図である。

【図 3】図 2 A～図 2 D で示される二点鎖線 A によって囲まれた領域の概念的な拡大図である。

40

【図 4】図 2 A、図 2 C で示される二点鎖線 B によって囲まれた領域の概念的な拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本開示に係る一実施形態について、図面を参照して説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。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。

50

また、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、本開示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。

例えば、「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。

例えば、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。

一方、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。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

【0011】

<1. ボイラシステム1の全体的な構成>

図1は、本実施形態のアンモニア燃料とアンモニア燃料以外他燃料を主燃料とするボイラを備えるボイラシステム1を表す概略構成図である。

【0012】

本実施形態のボイラシステム1が備えるボイラ10は、他燃料と、アンモニア燃料と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。他燃料として、バイオマス燃料や石炭などの固体燃料が使用される。固体燃料としての石炭は例えば粉碎された微粉炭燃料である。また、アンモニア燃料は、液体アンモニアまたはアンモニアガスである。

【0013】

ボイラ10は、火炉11と燃焼装置20、50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、微粉炭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。

【0014】

燃焼装置20、50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、微粉炭燃料を火炉11の内部に噴射するように構成される。また、燃焼装置50は、アンモニア燃料を火炉11の内部に噴射するように構成される。

【0015】

燃焼装置20は、火炉壁101に装着された複数のバーナ21を有し、燃焼装置50は、複数のアンモニアバーナ51を有している。各々のバーナ21の先端部には、微粉炭燃料を火炉11内に噴射するように構成された噴射ノズル（図示外）が設けられる。また、各々のアンモニアバーナ51の先端部には、アンモニア噴射ノズル（図示外）が設けられる。火炉11に液体アンモニアが噴射される液体アンモニア噴射方式が採用される場合、アンモニア噴射ノズルは、例えば蒸気などのアトマイズ流体により液体アンモニアを微粒化して噴射するように構成された2流体噴射ノズルであってもよいし、液体アンモニアのみを噴射するように構成された1流体噴射ノズルであってもよい。また、火炉11にアンモニアガスが噴射されるアンモニアガス噴射方式が採用される場合、アンモニア噴射ノズルはガス噴射ノズルであってもよい。

バーナ21とアンモニアバーナ51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ている。図1の例では、1セットのバーナ21が2段、

10

20

30

40

50

1 セットのアンモニアバーナ 5 1 が 4 段配置される。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 2 1、5 1 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。

また、火炉 1 1 における燃焼方式は、旋回燃焼方式また対向燃焼方式のいずれであってもよい。採用される燃焼方式に応じて、火炉 1 1 の形状と、複数のバーナ 2 1 及び複数のアンモニアバーナ 5 1 の配置はいずれも適宜変更されてよい。

#### 【0016】

燃焼装置 2 0 のバーナ 2 1 は、それぞれ、複数の微粉炭燃料供給管 2 2 A、2 2 B（以下、一括して「微粉炭燃料供給管 2 2」と記載する場合がある。）を介して、複数のミル（粉砕機）3 1 A、3 1 B（以下、一括して「ミル 3 1」と記載する場合がある。）に連結されている。ミル 3 1 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縦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 3 1 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 3 1 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 2 1 での燃焼に適した粒径以下の微粉炭燃料と、該粒径より大きな粗粉炭燃料とに分級される。微粉炭燃料は、分級機を通過して、一次空気と共に微粉炭燃料供給管 2 2 を介してバーナ 2 1 に供給される。分級機を通過しなかった粗粉炭燃料は、ミル 3 1 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。

#### 【0017】

ミル 3 1 に供給される上述の一次空気（搬送用ガス、酸化性ガス）は、外気を取り込む 1 次空気通風機 3 3（PAF：Primary Air Fan）から空気管 3 0 を介してミル 3 1 に送出される。空気管 3 0 は、1 次空気通風機 3 3 から送出された空気のうちエアヒータ 4 2 で加熱された熱空気が流れる熱空気誘導管 3 0 A と、1 次空気通風機 3 3 から送出された空気のうちエアヒータ 4 2 を経由しない常温に近い冷空気が流れる冷空気誘導管 3 0 B と、熱空気と冷空気が合流して流れるための搬送用ガス流路 3 0 C とを備える。

#### 【0018】

燃焼装置 5 0 のアンモニアバーナ 5 1 は、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 に連結されている。本実施形態のアンモニア燃料供給ユニット 9 0 は、アンモニアタンク 9 1 と、アンモニアタンク 9 1 に貯留されるアンモニア燃料（例えば液体アンモニア）をボイラ 1 0 の燃焼装置 5 0 に供給するためのアンモニア燃料供給管 9 2 とを備える。アンモニアガス噴射方式が採用される場合、液体アンモニアに気化处理を施すための気化器 8 1（図 2 A、図 2 B 参照）がアンモニア燃料供給管 9 2 に設けられてもよい（詳細は後述する）。また、液体アンモニア噴射方式が採用される場合、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 は、燃焼装置 5 0 にアトマイズ流体を供給するためのアトマイズ流体供給管（図示外）をさらに備えてもよい。

#### 【0019】

バーナ 2 1 とアンモニアバーナ 5 1 の装着位置における火炉 1 1 の炉外側には、エアレジスタ 2 3 が設けられており、このエアレジスタ 2 3 には風道（空気ダクト）2 4 の一端部が連結されている。風道 2 4 の他端部には、押込通風機（FDF：Forced Draft Fan）3 2 が連結されている。押込通風機 3 2 から供給された空気は、風道 2 4 に設置された空気予熱器 4 2 で加熱され（詳細は後述する）、エアレジスタ 2 3 を介してバーナ 2 1 に二次空気（燃焼用空気、酸化性ガス）として供給され、火炉 1 1 の内部に投入される。

#### 【0020】

燃焼ガス通路 1 2 は、火炉 1 1 の鉛直方向上部に連結されている。燃焼ガス通路 1 2 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 1 0 2 A、1 0 2 B、1 0 2 C（以下、一括して「過熱器 1 0 2」と記載する場合がある。）、再熱器 1 0 3 A、1 0

３Ｂ（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。

#### 【００２１】

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。

10

#### 【００２２】

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（ $\text{NO}_x$ ）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。

20

#### 【００２３】

ボイラ１０において、複数のミル３１が駆動すると、粉碎、分級された微粉炭燃料が、一次空気と共に微粉炭燃料供給管２２を介してバーナ２１に供給される。また、アンモニア燃料供給ユニット９０からアンモニア燃料がアンモニアバーナ５１に供給される。さらに、空気予熱器４２で加熱された二次空気が、風道２４からエアレジスタ２３を介してバーナ２１とアンモニアバーナ５１とに供給される。

バーナ２１は、微粉炭燃料と一次空気とが混合した微粉炭燃料混合気を火炉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炭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。アンモニアバーナ５１は、アンモニア燃料と共に二次空気を火炉１１に吹き込む。火炉１１に吹き込まれたアンモニア燃料は、二次空気と反応して燃焼する。

30

微粉炭燃料とアンモニア燃料の燃焼により生じる高温の燃焼ガスは、火炉１１内を上昇し、燃焼ガス通路１２に流入する。

なお、アンモニア燃料が火炉１１に吹き込まれるタイミングは、微粉炭燃料の燃焼によって火炉１１内の温度が一定温度まで上昇した後であってもよい。例えば、ボイラ１０の起動時に微粉炭燃料の専焼が行われたのち、アンモニア燃料が火炉１１に吹き込まれ、アンモニア燃料と微粉炭燃料とのアンモニア混焼が行われてもよい。さらにその後、微粉炭燃料の吹き込みを停止し、アンモニア専焼が行われてもよい。

40

また、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。

#### 【００２４】

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

50

路 1 2 における各熱交換器及び煙道 1 3 からガスダクト 4 1 における各装置の配置は、燃焼ガスの流れに対して、必ずしも上述の記載順に配置されなくともよい。

#### 【0025】

なお、本開示のボイラは上述した実施形態に限定されない。ボイラに使用される固体燃料としては、微粉炭燃料である代わりにまたは微粉炭燃料と共に、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てもよい。

また、アンモニア燃料と組み合わせる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などの気体燃料も使用することができる。

10

さらに、これらの各種燃料を組み合わせる混焼ボイラにも適用することができる。

#### 【0026】

##### < 2. アンモニア燃料供給ユニット 90 の構成 >

図 2 A ～ 図 4 を参照し、アンモニア燃料供給ユニット 90 の構成の詳細を例示する。図 2 A ～ 図 2 D は、アンモニア燃料供給ユニット 90 A ～ 90 D（90）の概念的な説明図である。図 3 は、図 2 A ～ 図 2 D で示される二点鎖線 A によって囲まれた領域の概念的な拡大図である。図 4 は、図 2 A、図 2 C で示される二点鎖線 B によって囲まれた領域の概念的な拡大図である。

20

#### 【0027】

図 2 A、図 2 B で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 90 A、90 B（90）は、アンモニアガス噴射方式が採用されるボイラ 10 に適用される。図 2 C、図 2 D で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 90 C、90 D（90）は、液体アンモニア噴射方式が採用されるボイラ 10 に適用される。

#### 【0028】

図 2 A ～ 図 2 D で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 90 A ～ 90 D（90）は、上述したように、アンモニアタンク 91 に貯留されるアンモニア燃料をボイラ 10 に供給するためのアンモニア燃料供給管 92 を備える。アンモニア燃料供給管 92 は、アンモニアタンク 91 とボイラ 10 の燃焼装置 50（図 1 参照）とに接続される単管である。図示される実施形態では、アンモニアタンク 91 は、ボイラ 10 の建屋 15 の外に設置されるタンクであるが、例えば液体アンモニアの製造場所や大規模貯留設備からアンモニア燃料が供給される実施形態では、アンモニアタンク 91 は設けられなくともよい。この場合、アンモニア燃料供給管 92 の上流端は液体アンモニアのパイプラインに接続されてもよい。

30

#### 【0029】

図 2 A、図 2 B で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 90 A、90 B は、アンモニア燃料供給管 92 に設けられる少なくとも 1 つの気化器 81 を備える。気化器 81 は、アンモニア燃料供給ユニット 90 から供給される液体アンモニアを気化処理するように構成される。従って、アンモニア燃料供給ユニット 90 A、90 B のアンモニア燃料供給管 92 のうちで気化器 81 よりも下流側の単管はそれぞれ、アンモニアガスの供給路を形成する。なお、気化器 81 は、一例として、ボイラ 10 において発生する蒸気もしくは凝縮水、ボイラ 10 の排熱を用いて生成された熱空気、またはボイラシステム 1 の系外にある海水を直接的または間接的な熱源として利用してもよい。

40

図 2 C、図 2 D で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 90 C、90 D のアンモニア燃料供給管 92 には気化器 81 は設けられない。同図で示されるアンモニア燃料供給管 92 は、その流路全長に亘って、内側に液体アンモニアの供給路を形成する。

#### 【0030】

##### < 2-1. アンモニア燃料供給ユニット 90 A ～ 90 D における作用の例示 >

図 2 A ～ 図 2 D に示すように、アンモニア燃料供給ユニット 90 A ～ 90 D（90）は

50

、アンモニア燃料供給管 9 2 の少なくとも一部を取り囲むように配置され、アンモニア燃料供給管 9 2 と共に二重管構造を形成する外管 9 5 を備える。同図で例示される外管 9 5 は、アンモニア燃料供給管 9 2 の延在方向における一部を、アンモニア燃料供給管 9 2 の周方向に亘って取り囲むように配置される。なお、他の実施形態に係る外管 9 5 は、アンモニア燃料供給管 9 2 の流路全長に亘ってアンモニア燃料供給管 9 2 を取り囲むように配置されてもよい（図示外）。つまり、外管 9 5 は、アンモニアタンク 9 1 と燃焼装置 5 0 とに接続されてもよい。

#### 【0031】

上記構成によれば、アンモニア燃料供給管 9 2 の少なくとも一部が外管 9 5 によって囲まれる二重管構造が採用されることで、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 からアンモニア燃料が漏れ出るリスクを低減することができる。例えば、図 2 A、図 2 B の例では、アンモニアガスが外管 9 5 から漏洩するリスクが低減し、図 2 C、図 2 D の例では、液体アンモニアまたはアンモニアガスであるアンモニア燃料が外管 9 5 から漏洩するリスクが低減する。よって、アンモニア燃料の漏洩によってボイラ 1 0 の運転に影響がでるリスクを低減できるアンモニア燃料供給ユニット 9 0 が実現する。

#### 【0032】

図 2 A ～図 2 D で例示される実施形態では、外管 9 5 はボイラ 1 0 の建屋内または建屋外のうちで建屋内のみに配置される。従って、ボイラ 1 0 の建屋 1 5 の外側では、外管 9 5 は配置されず、アンモニア燃料供給管 9 2 は単管として配置される。

図 3 で示されるように、アンモニア燃料供給管 9 2 は、建屋 1 5 を構成する壁部を貫通するように設けられており、外管 9 5 の上流端は、該壁部の内側面に接続されている。アンモニアタンク 9 1 （図 2 A ～図 2 D 参照）からボイラ 1 0 までのアンモニア燃料供給管 9 2 が全て二重管である場合、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 の高コスト化を招く。また、ボイラ 1 0 の建屋内と建屋外のうち建屋内でアンモニア燃料が漏れ出した場合の方が、例えば建屋 1 5 の内側を換気する必要があるため、ボイラ 1 0 の運転に及ぼす影響は大きい。上記構成によれば、アンモニア燃料供給管 9 2 と外管 9 5 とによって形成される二重管構造が、ボイラ 1 0 の建屋内と建屋外のうちで建屋内のみに配置される。よって、高コスト化を抑制しつつアンモニア燃料の漏洩によってボイラ 1 0 の運転に影響が出るリスクを効果的に低減することができる。

なお、図 2 A、図 2 C で例示されるように建屋 1 5 の内側にあるアンモニア燃料供給管 9 2 の一部において二重管構造が形成されてもよいし、図 2 B、図 2 D で例示されるように建屋 1 5 の内側にあるアンモニア燃料供給管 9 2 の流路全長に亘って二重管構造が形成されてもよい。いずれの場合も上記の利点を得ることができる。

#### 【0033】

図 2 A ～図 2 D で例示される実施形態では、外管 9 5 は、アンモニア燃料供給管 9 2 との間でパージガスの流路を形成する。

図 2 A、図 2 B で例示されるパージガスは熱空気である。より具体的な一例として、エアヒータ 4 2 によって加熱された熱空気をボイラ 1 0 に導くように構成される熱空気ダクト 2 4 A に、外管 9 5 は抽気管 9 7 を介して接続されている。従って、同図で示される外管 9 5 とアンモニア燃料供給管 9 2 との間の空間である中間空間には、熱空気がパージガスとして流れる。

図 2 C、図 2 D で例示されるパージガスは、加熱処理が施されていない空気（冷空気）である。より具体的な一例として、大気中の空気をエアヒータ 4 2 に導くように構成される風道（空気ダクト）2 4 である冷空気ダクト 2 4 B に、外管 9 5 は空気供給管 2 4 1 を介して接続されている。従って、同図で示される外管 9 5 とアンモニア燃料供給管 9 2 との間の空間である中間空間には、冷空気がパージガスとして流れる。

#### 【0034】

上記構成によれば、アンモニア燃料供給管 9 2 からアンモニア燃料が漏れ出る場合であっても、該アンモニア燃料がパージガスと共にボイラ 1 0 に向けて流れるので、アンモニア燃料供給管 9 2 と外管 9 5 との間の中間空間でアンモニア燃料が残存するのを抑制する

ことができる。

【0035】

＜2-2. アンモニア燃料供給ユニット90A、90Cにおける作用の例示＞

図2A、図2Cで例示される実施形態では、ボイラ10の建屋15の内側において、アンモニア燃料供給管92の一部に二重管構造が形成され、アンモニア燃料供給管92の他部は熱空気ダクト24Aの内側に配置される。従って、同図のアンモニア燃料供給管92は、熱空気ダクト24Aを構成する壁部を貫通するように設けられ、外管95の下流端は熱空気ダクト24Aに接続される。より具体的には図4で示されるように、アンモニア燃料供給管92は、外管95の内側に配置される内管921と、熱空気ダクト24Aの内側に配置されると共にボイラ10と内管921に接続される接続単管922を含む。なお、図2A、図2Cでは、熱空気ダクト24Aの外壁部を二点鎖線Wによって仮想的に図示している（図2B、図2Dも同様である）。

10

【0036】

上記構成によれば、接続単管922からアンモニア燃料が漏れ出た場合であっても、該アンモニア燃料は熱空気ダクト24Aによってボイラ10に導かれる。例えば図2Aで示される実施形態では、接続単管922からアンモニアガスが例え漏れ出たとしても、該アンモニアガスは熱空気から熱を受領するため、アンモニアガスの凝縮は起こりづらい。そして、アンモニアガスはそのまま、二点鎖線Wによって囲まれる領域が示す熱空気ダクト24Aの内側空間を流れ、ボイラ10に設けられた空気ノズルに達する。その後、アンモニアガスは火炉11内に噴射される。また、図2Cで示される実施形態では、接続単管922から液体アンモニアが例え漏れ出たとしても、該液体アンモニアは熱空気から受領した熱によってアンモニアガスに気化する。アンモニアガスは、二点鎖線Wによって囲まれる領域が示す熱空気ダクト24Aの内側空間を流れ、空気ノズルに到達する。以上のように、漏れ出たアンモニアガスまたは液体アンモニアであるアンモニア燃料は、ボイラ10の火炉11の内部に流れるので、アンモニア燃料の漏洩によってボイラ10の運転に影響が出るリスクを低減することができる。また、外管95は熱空気ダクト24Aの内側には配置されず、アンモニア燃料供給管92の一部にしか二重管構造が採用されないので、高コスト化を抑制できる。よって、高コスト化を抑制しつつアンモニア燃料の漏洩によってボイラ10の運転に影響が出るリスクを効果的に低減することができる。

20

【0037】

図2A、図3を参照し、外管95に流れるパージガスが熱空気となる、より具体的な構成を例示する。アンモニア燃料供給ユニット90Aは、熱空気ダクト24Aから抽気した熱空気を外管95に送るように構成される抽気管97を備える。抽気管97から抽気された熱空気は、外管95と内管921との間をパージガスとして流れる。アンモニア燃料供給ユニット90Aの内管921は内側にアンモニアガスの供給路を形成しており、該供給路を流れるアンモニアガスの温度は、抽気管97から供給される熱空気の温度よりも低い。上記構成によれば、アンモニア燃料供給管92の内管921からアンモニアガスが漏洩しても、該アンモニアガスは熱空気から熱を受領するため、アンモニアガスの凝縮は抑制される。従って、アンモニアガスの漏洩が例え発生しても、該アンモニアガスは凝縮することなく、熱空気ダクト24Aを経由してボイラ10に導かれる。よって、漏洩したアンモニアガスが内管921と外管95との間に残存するのを抑制できる。

30

40

【0038】

図2C、図3を参照し、外管95に流れるパージガスが冷空気となる、より具体的な構成を例示する。アンモニア燃料供給ユニット90Cは、空気供給管241を備える。本例の空気供給管241は、冷空気ダクト24Bと外管95とに接続されている。これにより、空気供給管241によって導かれる冷空気は、外管95と内管921との間をパージガスとして流れる。アンモニア燃料供給ユニット90Cの内管921は内側に液体アンモニアの供給路を形成しており、該供給路を流れる液体アンモニアの温度と、空気供給管241から供給される冷空気の温度は略同一である。上記構成によれば、大気中にあった加熱処理のなされていない空気である冷空気がパージガスとしてそのまま外管95と内管92

50

1 との間の中間空間を流れるので、内管 9 2 1 を流れる液体アンモニアはアンモニアガスに変化しにくく、アンモニア燃料供給管 9 2 でのベーパロックを抑制できる。また、内管 9 2 1 と外管 9 5 との間の中間空間の圧力は、図 2 C で示されるアンモニア燃料供給管 9 2 における供給圧よりも低いため、液体アンモニアが内管 9 2 1 から漏洩しても、該液体アンモニアはアンモニアガスに気化して、パージガスとしての冷空気によって熱空気ダクト 2 4 A まで送られる。その後、アンモニアガスは、二点鎖線 W によって囲まれる領域が示す熱空気ダクト 2 4 A の内側空間を流れ、ボイラ 1 0 まで導かれる。従って、漏洩した液体アンモニアが内管 9 2 1 と外管 9 5 との間に残存するのを抑制できる。

なお、他の実施形態では、空気供給管 2 4 1 は、冷空気ダクト 2 4 B から分岐していてもよく、送風機（図示外）と外管 9 5 とに接続された単管であってもよい。

10

【0039】

< 2-3. アンモニア燃料供給ユニット 9 0 C における作用の例示 >

図 2 C で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 9 0 C は、接続単管 9 2 2 の外表面に設けられる断熱機構 1 2 0 を備える。本例の断熱機構 1 2 0 は、接続単管 9 2 2 の外表面に設けられた断熱材である。上記構成によれば、熱空気ダクト 2 4 A を流れる熱空気から、接続単管 9 2 2 を流れる液体アンモニアへの入熱を抑制できるので、接続単管 9 2 2 でのベーパロックを抑制できる。従って、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 の接続単管 9 2 2 を液体アンモニアは安定的に流れることができる。

【0040】

< 2-4. アンモニア検知器 8 0 >

図 2 A ~ 図 2 D で例示されるアンモニア燃料供給ユニット 9 0 A ~ 9 0 D ( 9 0 ) は、アンモニア燃料を検知するように構成されるアンモニア検知器 8 0 A ~ 8 0 D ( 8 0 ) を備える。アンモニア検知器 8 0 A ~ 8 0 D は、アンモニア燃料供給管 9 2 と外管 9 5 との間にある中間空間、中間空間と連通する空間、または、外管 9 5 の外側空間の少なくともいずれかの空間に設けられる。より具体的な一例として、図 2 A、図 2 C で例示されるアンモニア検知器 8 0 A、8 0 C は、二点鎖線 W によって示される熱空気ダクト 2 4 A の外壁と接続単管 9 2 2 との間の空間（つまり、中間空間と連通する空間）に設けられる。図 2 B、図 2 D で例示されるアンモニア検知器 8 0 B、8 0 D は、外管 9 5 の外側（つまり、外側空間）に設けられる。詳細な図示は省略するが、他の実施形態に係るアンモニア検知器 8 0 は、中間空間に設けられてもよい。

20

30

【0041】

本例のアンモニア検知器 8 0 は、ガスを透過したレーザ光のスペクトルに基づきアンモニア濃度を計測するように構成されるレーザ方式ガス計測器である。レーザ方式ガス計測器は、アンモニアガスが特有の光吸収スペクトルを有する原理を利用する。そして、アンモニアガスが存在しうる検知領域に向けて照射した光を受光する受光素子の出力結果をスペクトル分析することによって、検知領域内にアンモニアガスが存在するか否かを検知する。アンモニア検知器 8 0 は、検知領域にボイラ 1 0 の火炉 1 1 が含まれるよう、ボイラ 1 0 の近傍に配置されてもよい。

【0042】

上記構成によれば、アンモニア燃料供給管 9 2 または外管 9 5 からアンモニア燃料が漏れ出たことをアンモニア検知器 8 0 は検知することができる。従って、アンモニア燃料供給ユニット 9 0 は、アンモニア燃料が漏れ出た後の事後的な処置を可能とすることができる。例えば、アンモニア検知器 8 0 が、ボイラトリップを発生させるように構成されたインターロック（図示外）と接続されている実施形態では、アンモニア検知器 8 0 の検知結果が規定の停止条件を充足したことを契機としてインターロックが作動し、ボイラトリップが起きてもよい。これにより、オペレータは適正な処置（例えば、アンモニア燃料が漏洩した配管の修繕）を施したのち、ボイラ 1 0 の運転を再開させることができる。

40

【0043】

< 3. まとめ >

本開示の幾つかの実施形態は、例えば以下のように把握される。

50

## 【 0 0 4 4 】

1) 本開示の少なくとも一実施形態に係るアンモニア燃料供給ユニット ( 9 0 ) は、アンモニア燃料をボイラ ( 1 0 ) に供給するように構成されるアンモニア燃料供給管 ( 9 2 ) と、

前記アンモニア燃料供給管の少なくとも一部を取り囲むように配置され、前記アンモニア燃料供給管と共に二重管構造を形成する外管 ( 9 5 ) とを備える。

## 【 0 0 4 5 】

アンモニアがボイラの燃料として用いられる場合、扱われるアンモニアの量が多い。従って、アンモニア燃料が漏洩したときのボイラの運転に及ぼす影響は大きい。この点、上記 1) の構成によれば、アンモニア燃料供給管の少なくとも一部が外管によって取り囲まれる二重管構造が採用されることで、アンモニア燃料供給ユニットからアンモニア燃料が漏れ出るリスクを低減することができる。よって、アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを低減できるアンモニア燃料供給ユニットが実現する。

## 【 0 0 4 6 】

2) 幾つかの実施形態では、上記 1) に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、前記外管は、前記ボイラの建屋内または建屋外のうちで建屋内のみに配置される。

## 【 0 0 4 7 】

アンモニア燃料供給管が全て二重管である場合、アンモニア燃料供給ユニットの高コスト化を招く。また、ボイラの建屋内と建屋外のうち建屋内でアンモニア燃料が漏れ出た場合の方が、例えば建屋内の換気処置が必要となるため、ボイラの運転に及ぼす影響は大きい。この点、上記 2) の構成によれば、アンモニア燃料供給管と外管とによって形成される二重管構造が、ボイラの建屋内と建屋外のうちで建屋内のみに配置される。よって、高コスト化を抑制しつつアンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを効果的に低減することができる。

## 【 0 0 4 8 】

3) 幾つかの実施形態では、上記 1) または 2) に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

前記外管は、前記アンモニア燃料供給管との間でパージガスの流路を形成する。

## 【 0 0 4 9 】

上記 3) の構成によれば、アンモニア燃料供給管からアンモニア燃料が漏れ出た場合であっても、該アンモニア燃料がボイラに向けてパージガスと共に流れるので、アンモニア燃料供給管と外管との間でのアンモニア燃料の残存を抑制することができる。

## 【 0 0 5 0 】

4) 幾つかの実施形態では、上記 3) に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

前記外管は、エアヒータ ( 4 2 ) によって加熱された熱空気を前記ボイラに導くように構成される熱空気ダクト ( 2 4 A ) に接続され、

前記アンモニア燃料供給管は、

前記外管の内側に配置される内管 ( 9 2 1 ) と、

前記熱空気ダクトの内側に配置され、前記ボイラと前記内管とに接続される接続単管 ( 9 2 2 ) とを含む。

## 【 0 0 5 1 】

上記 4) の構成によれば、接続単管からアンモニア燃料が漏れ出た場合であっても、該アンモニア燃料は熱空気ダクトによってボイラに導かれる。漏れ出たアンモニア燃料はボイラの火炉の内部に流れるので、アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを効果的に低減できる。また、アンモニア燃料供給管の一部にしか二重管構造が採用されないため、高コスト化を抑制できる。よって、高コスト化を抑制しつつアンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを効果的に低減することができる。

## 【 0 0 5 2 】

5) 幾つかの実施形態では、上記 4) に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

前記接続単管の外表面に設けられる断熱機構（１２０）をさらに備え、

前記アンモニア燃料供給管は、液体アンモニアの供給路を内側に形成する。

【００５３】

上記５）の構成によれば、熱空気ダクトを流れる熱空気から接続単管を流れる液体アンモニアへの入熱を抑制できるので、接続単管でのベーパーロックを抑制できる。従って、アンモニア燃料供給ユニットの接続単管を液体アンモニアは安定的に流れることができる。

【００５４】

６）幾つかの実施形態では、上記４）または５）に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

大気中の空気を、加熱処理を加えずに前記外管に送るように構成される空気供給管（２４１）をさらに備え、

前記アンモニア燃料供給管は、液体アンモニアの供給路を内側に形成する。

【００５５】

上記６）の構成によれば、大気中にあった空気がパージガスとしてそのまま外管を流れるので、パージガスから内管を流れる液体アンモニアへの入熱は抑制される。液体アンモニアはアンモニアガスに変化しにくく、アンモニア燃料供給管でのベーパーロックを抑制できる。また、液体アンモニアが内管から漏洩しても、液体アンモニアはアンモニアガスに気化して、パージガスとしての空気によって熱空気ダクトまで流れる。その後、アンモニアガスは、熱空気ダクトの内側を流れてボイラまで導かれる。従って、漏洩した液体アンモニアが内管と外管との間に残存するのを抑制できる。

【００５６】

７）幾つかの実施形態では、上記４）に記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

前記熱空気ダクトから抽気した前記熱空気を前記外管に送るように構成される抽気管（９７）をさらに備え、

前記内管は、アンモニアガスの供給路を内側に形成する。

【００５７】

上記７）の構成によれば、熱空気ダクトから抽気された熱空気がアンモニア燃料供給管と外管を流れるので、アンモニア燃料供給管の内管からアンモニアガスが漏洩しても、該アンモニアガスは、凝縮することなく熱空気ダクトを経由してボイラに導かれる。従って、漏洩したアンモニアガスが内管と外管の間に残存するのを抑制できる。

【００５８】

８）幾つかの実施形態では、上記１）から７）のいずれかに記載のアンモニア燃料供給ユニットであって、

前記アンモニア燃料供給管と前記外管との間にある中間空間、前記中間空間と連通する空間、または前記外管にある外側空間の少なくともいずれかの空間に設けられ、アンモニア燃料を検知するように構成されるアンモニア検知器（８０）をさらに備える。

【００５９】

上記８）の構成によれば、アンモニア供給管から漏れ出たアンモニア燃料、または外管から漏れ出たアンモニア燃料を検知することができる。従って、アンモニア燃料供給ユニットは、アンモニア燃料が漏れ出た後の事後的な処置を可能とすることができる。

【００６０】

９）本開示の少なくとも一実施形態に係るボイラシステム（１）は、

上記１）乃至８）の何れかに記載のアンモニア燃料供給ユニット（９０）と、

前記アンモニア燃料供給ユニットから供給されるアンモニア燃料の燃焼により生じる燃焼ガスを熱源として蒸気を生成する前記ボイラ（１０）とを備える。

【００６１】

上記９）の構成によれば、上記１）と同様の理由により、アンモニア燃料の漏洩によってボイラの運転に影響が出るリスクを低減できるボイラシステムが実現する。

【符号の説明】

【００６２】

10

20

30

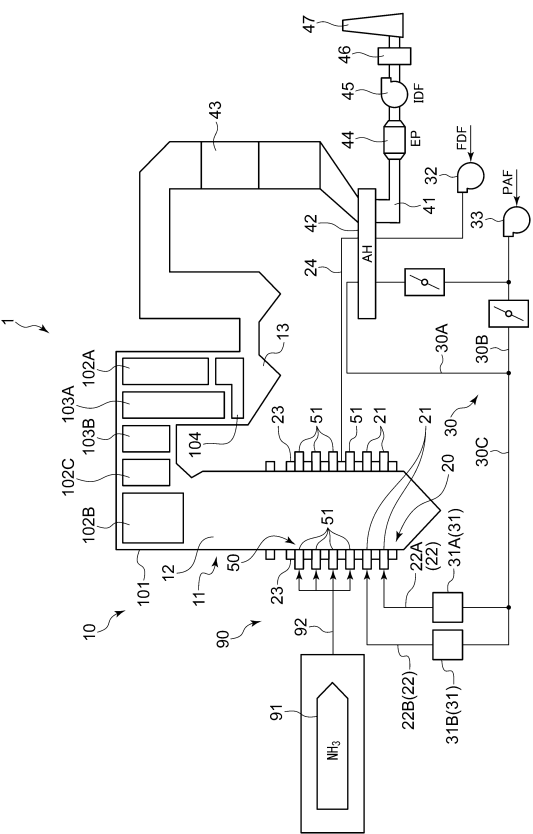
40

50

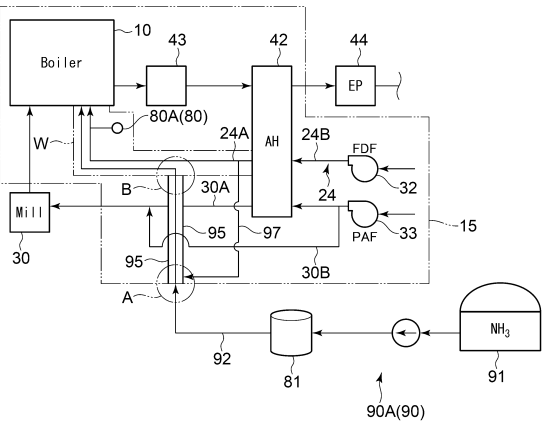
- 1 : ボイラシステム
- 1 0 : ボイラ
- 1 5 : 建屋
- 2 4 A : 熱空気ダクト
- 4 2 : エアヒータ
- 8 0 : アンモニア検知器
- 9 0 : アンモニア燃料供給ユニット
- 9 2 : アンモニア燃料供給管
- 9 5 : 外管
- 9 7 : 抽気管
- 1 2 0 : 断熱機構
- 2 4 1 : 空気供給管
- 9 2 1 : 内管
- 9 2 2 : 接続単管

【図面】

【図 1】



【図 2 A】



10

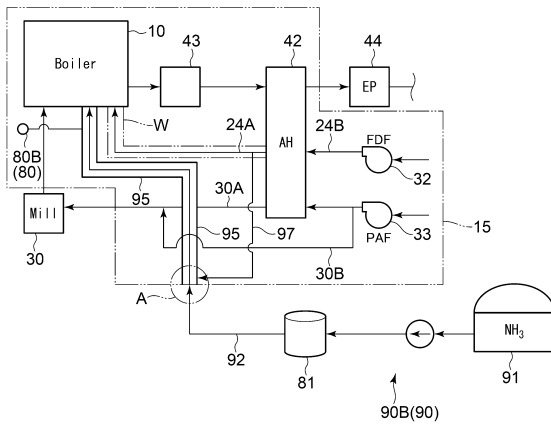
20

30

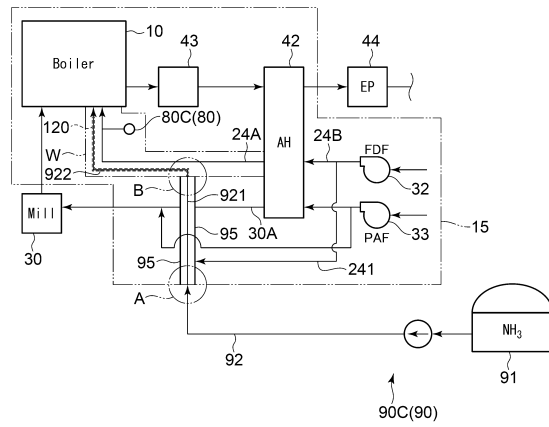
40

50

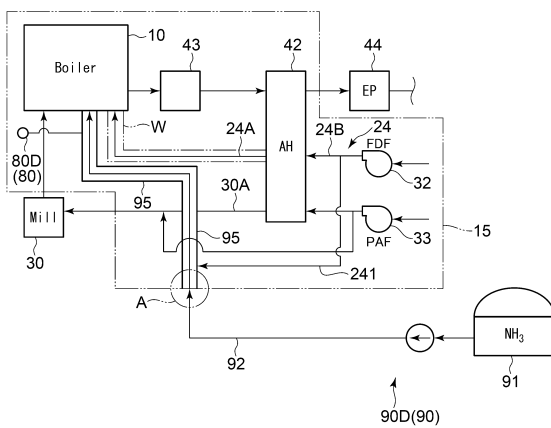
【図 2 B】



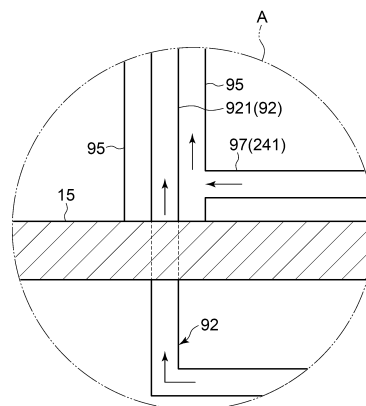
【図 2 C】



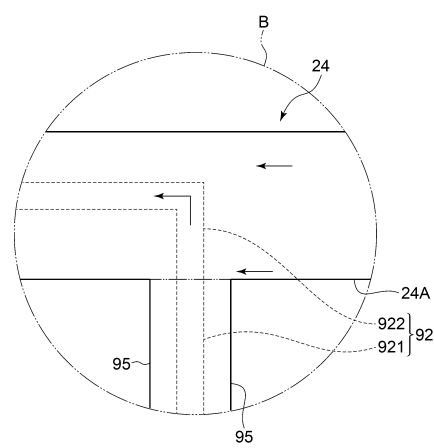
【図 2 D】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

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

F ターム (参考) 3K068 AA01 AA11 BA03 CA05 CA07 DA01 EA07