

明 細 書

発明の名称：

フレアスタックおよびフレアスタックを備えるシステム

技術分野

[0001] 本開示は、フレアスタックおよびフレアスタックを備えるシステムに関する。本出願は2022年2月10日に提出された日本特許出願第2022-19568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] アンモニアは、様々なシステムで使用される。例えば、特許文献1は、アンモニアを燃料として使用するガスタービンを開示する。アンモニアの着火性は、悪いことが知られている。したがって、特許文献1のガスタービンは、起動時のアンモニアの燃焼の安定性を向上するために、アンモニアを、水素を含む改質燃料へと改質する改質器を備える。改質器は、アンモニアを加熱する加熱器と、アンモニアを水素と窒素とに分解する触媒と、を含む。改質燃料は、主燃料ノズルとは別に設けられる改質燃料ノズルから、点火プラグ近傍に供給される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-127861号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] アンモニアは、液体状態でタンクに貯蔵される場合がある。しかしながら、外部からの熱によって、タンク内のアンモニアは気化する。気化したアンモニアによるタンク内の過剰な圧力上昇を防止するために、例えば、BOG (Boil Off Gas) コンプレッサによってアンモニアを液体に戻すことが考えられる。しかしながら、例えば停電等の非常事態には、BOGコンプレッサ

は使用できない可能性がある。この場合、アンモニアをフレアスタックによって燃焼することが考えられる。アンモニアをフレアスタックによって素早く燃焼することができれば、タンクから気化したアンモニアを素早く除去することができ、これによって、アンモニアを使用するシステムの安全性を向上することができる。

[0005] 本開示は、アンモニアを素早く燃焼することができる、フレアスタックおよびフレアスタックを備えるシステム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

[0006] 本開示の一態様に係るフレアスタックは、アンモニアが供給されるメインバーナと、アンモニアが供給されるパイロットバーナと、アンモニアの流れにおいてパイロットバーナの上流に設けられ、パイロットバーナに供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第1触媒と、第1触媒を加熱するヒータと、を備える。

[0007] パイロットバーナは、パイロットバーナの火炎が第1触媒を加熱するように配置されてもよい。

[0008] フレアスタックは、第1触媒の温度を測定するセンサと、ヒータおよびセンサと通信可能に接続される制御装置と、を備えてもよく、制御装置は、センサから受信する第1触媒の温度が所定の温度以上である場合、ヒータをオフにするように構成されてもよい。

[0009] フレアスタックは、アンモニアの流れにおいてメインバーナの上流に設けられ、メインバーナに供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第2触媒を備えてもよい。

[0010] 第2触媒は、メインバーナの火炎からの輻射によって加熱される位置に配置されてもよい。

[0011] 本開示の他の態様は、上記に記載のフレアスタックを備える、アンモニアを使用するシステムである。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、アンモニアを素早く燃焼することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図 1 は、実施形態に係るシステムを示す概略図である。

[図2]図 2 は、第 1 実施形態に係るフレアスタックを示す概略的な断面図である。

[図3]図 3 は、第 1 実施形態に係るフレアスタックの動作を示すフローチャートである。

[図4]図 4 は、第 1 実施形態に係るフレアスタックの他の動作を示すフローチャートである。

[図5]図 5 は、第 2 実施形態に係るフレアスタックを示す概略的な断面図である。

[図6]図 6 は、第 3 実施形態に係るフレアスタック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

[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。

[0015] 図 1 は、実施形態に係るシステム 100 を示す概略図である。例えば、システム 100 は、タンク 1 と、ポンプ 2 と、BOG (Boil Off Gas) コンプレッサ 3 と、フレアスタック 10 と、を備える。システム 100 は、例えば水除害槽等の他の構成要素をさらに備えてもよい。また、システム 100 は、上記の構成要素のうちの 1 つまたは複数を備えてなくてもよい。また、フレアスタック 10 は、制御装置 90 を含む。

[0016] システム 100 は、タンク 1 に貯蔵されるアンモニアを様々な目的で使用し得る。例えば、システム 100 は、アンモニアを燃焼させるボイラと、ボイラで発生した蒸気によって運転される蒸気タービンと、を備えてもよい。

また、例えば、システム１００は、アンモニアを燃焼させる燃焼器と、燃焼器で発生したガスによって運転されるガスタービンと、を備えてもよい。また、例えば、システム１００は、アンモニアを原料として製品を製造するプラントであってもよい。システム１００は、これらに限定されず、アンモニアを使用する様々な設備を含むことができる。

[0017] タンク１は、アンモニアを貯蔵する。具体的には、タンク１は、液体のアンモニアを貯蔵する。タンク１は、配管Ｐ１によってポンプ２に接続される。タンク１に貯蔵される液体アンモニアは、配管Ｐ１を介してポンプ２に供給される。液体アンモニアは、ポンプ２によって加圧されて、アンモニアを使用する不図示の設備へと供給される。例えば、アンモニアは、アンモニアを使用する設備に液体状態で供給されてもよい。また、システム１００は、気化器を備えてもよく、アンモニアは、アンモニアを使用する設備に気体状態で供給されてもよい。

[0018] タンク１内の液体アンモニアは、外部からの熱によって気化し得る。気化したアンモニアは、タンク１内の圧力を上昇させ得る。したがって、システム１００は、タンク１内の圧力の上昇を抑制するために、ＢＯＧコンプレッサ３およびフレアスタック１０を備える。なお、タンク１には、タンク１内の圧力を測定するための不図示のセンサが設けられてもよい。

[0019] ＢＯＧコンプレッサ３は、配管Ｐ２によってタンク１に接続される。タンク１内の気化したアンモニアは、配管Ｐ２を介してＢＯＧコンプレッサ３に供給される。ＢＯＧコンプレッサ３は、気化したアンモニアを圧縮し、アンモニアを液体に戻す。液体アンモニアは、配管Ｐ３を介してＢＯＧコンプレッサ３からタンク１に戻される。このような構成によれば、タンク１内の過剰な圧力上昇を防止することができ、かつ、廃棄されるアンモニアの量を低減することができる。

[0020] フレアスタック１０は、配管Ｐ４によってタンク１に接続される。タンク１内の気化したアンモニアは、配管Ｐ４を介してフレアスタック１０に供給される。フレアスタック１０は、気化したアンモニアを燃焼し、アンモニア

を除去または規制値未満まで低減された排ガスを放出する。例えば、フレアスタック１０は、停電等の緊急事態にＢＯＧコンプレッサ３が使用できない場合に使用されてもよい。また、フレアスタック１０は、気化したアンモニアの量が多く、ＢＯＧコンプレッサ３が気化したアンモニアを十分に処理できない場合に使用されてもよい。フレアスタック１０が使用される状況はこれらに限定されず、フレアスタック１０は他の状況で使用されてもよい。フレアスタック１０については、詳しくは後述する。

[0021] 制御装置９０は、フレアスタック１０を制御する。制御装置９０は、システム１００の全体または一部を制御してもよい。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を介してシステム１００の各構成要素と有線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、以下に示される制御装置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。

[0022] 続いて、フレアスタック１０について詳細に説明する。

[0023] 図２は、第１実施形態に係るフレアスタック１０を示す概略的な断面図である。図２では、より良い理解のために、フレアスタック１０の一部のみが示されている。例えば、フレアスタック１０は、複数のメインバーナ１１と、パイロットバーナ１２と、第１触媒１３と、ヒータ１４と、センサ１５と、輻射シールド１６と、を含む。フレアスタック１０は、他の構成要素をさらに含んでもよい。なお、輻射シールド１６は、フレアスタック１０の形状によっては、必須ではない。

- [0024] メインバーナ１１およびパイロットバーナ１２の各々は、タンク１から供給される気化されたアンモニアを燃焼する。図２には、３つのメインバーナ１１が示されるが、メインバーナ１１の数はこれに限定されず、２つまたは４つ以上であってもよい。また、他の実施形態では、フレアスタック１０は、単一のメインバーナ１１を含んでもよい。
- [0025] 例えば、複数のメインバーナ１１は、円形状またはマトリクス状等の任意のパターンに配置される。例えば、パイロットバーナ１２は、特定のメインバーナ１１、図２では、中央のメインバーナ１１から放出されるアンモニアを着火するように、特定のメインバーナ１１に対応付けられる。
- [0026] 例えば、メインバーナ１１は、停電等の緊急事態に、ＢＯＧコンプレッサ３が使用できない場合に動作するように構成される。また、例えば、メインバーナ１１は、気化したアンモニアの量が多く、ＢＯＧコンプレッサ３が気化したアンモニアを十分に処理できない場合に動作するように構成される。つまり、メインバーナ１１は、メインバーナ１１でアンモニアを燃焼させることが必要でない第１の期間には動作せず、メインバーナ１１でアンモニアを燃焼させることが必要な第２の期間にのみ動作するように構成される。
- [0027] 対照的に、パイロットバーナ１２は、メインバーナ１１から放出されるアンモニアを着火するための種火を常に確保するために、上記の第１の期間および第２の期間を通じて、常に動作するように構成される。例えば、パイロットバーナ１２に供給されるアンモニアの量は、第２の期間にメインバーナ１１に供給されるアンモニアの量よりも少ない。なお、例えば、パイロットバーナ１２は、タンク１からパイロットバーナ１２に供給されるアンモニアを最初に着火するための不図示の点火プラグ等を含んでもよい。
- [0028] 例えば、タンク１とフレアスタック１０とを接続する上記の配管Ｐ４は、メインバーナ１１に接続される複数の配管Ｐ４１と、パイロットバーナ１２に接続される配管Ｐ４２と、に分岐されてもよい。メインバーナ１１には、配管Ｐ４、Ｐ４１を介して、タンク１からアンモニアが供給される。パイロットバーナ１２には、配管Ｐ４、Ｐ４２を介して、タンク１からアンモニア

が供給される。なお、図1では、配管P41、42は、配管P4を介してタンク1に接続されるが、他の実施形態では、配管P41、42は、配管P4を介さずに直接的にタンク1に接続されてもよい。配管P41、P42の構成はこれらに限定されず、他の構成を用いてもよい。

[0029] 図1を参照して、フレアスタック10は、配管P4に、タンク1からメインバーナ11およびパイロットバーナ12に供給されるアンモニアの流量を制御するためにバルブV1を含む。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。

[0030] 例えば、制御装置90は、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させることが必要でない第1の期間には、パイロットバーナ12に供給されるアンモニアの量のみを確保するために必要な第1の開度に、バルブV1を調整する。また、制御装置90は、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させることが必要な第2の期間には、第1の開度よりも大きい第2の開度に、バルブV1を調整する。

[0031] 図2を参照して、配管P41の各々には、タンク1からメインバーナ11に供給されるアンモニアの流量を制御するためにバルブ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、制御装置90によって制御されてもよい。

[0032] 例えば、制御装置90は、上記の第1の期間には、バルブV2を閉じてもよい。この場合、タンク1からのアンモニアは、パイロットバーナ12にのみ供給される。また、制御装置90は、上記の第2の期間には、バルブV2を開いてもよい。この場合、タンク1からのアンモニアは、メインバーナ11およびパイロットバーナ12の双方に供給される。例えば、制御装置90は、タンク1から供給されるアンモニアの量に応じて、複数のバルブV2のうち、必要なバルブV2のみを選択的に開いてもよい。

[0033] 例えば、他の実施形態では、配管P42に追加のバルブが設けられてもよい。さらに他の実施形態では、バルブV1は、配管P4に代えて、配管P4

2に設けられてもよい。この場合、バルブV1は、パイロットバーナ12に供給されるアンモニアの流量のみを調整する。さらに他の実施形態では、バルブV1は、設けられなくてもよい。

[0034] 第1触媒13は、配管P42において、アンモニアの流れにおいてパイロットバーナ12の上流に設けられる。第1触媒13は、配管P42を通過してパイロットバーナ12に供給されるアンモニアを、水素および窒素を含む改質燃料へと分解する。第1触媒13は、例えば、気体アンモニアを水素および窒素に分解する触媒であることができ、例えば、 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{Ru}/\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ であることができる。例えば、第1触媒13は、ハウジングに収容される担体に担持されていてもよい。

[0035] パイロットバーナ12は、パイロットバーナ12の火災Fが、対応付けられたメインバーナ11の噴射口付近、および、第1触媒13の双方を加熱可能な位置および姿勢に配置される。具体的には、配管P42は、パイロットバーナ12の噴射口が、メインバーナ11の噴射口付近および第1触媒13が設けられる位置の双方に向けられるように、湾曲された区間CSを含む。区間CSは、パイロットバーナ12の噴射口が、メインバーナ11の噴射口付近および第1触媒13が設けられる位置の双方に向けられる限りにおいて、任意の形状を有してもよい。

[0036] ヒータ14は、少なくとも第1触媒13が改質を開始する温度まで、第1触媒13を加熱する。例えば、ヒータ14は、電力によって動作してもよい。例えば、ヒータ14は、第1触媒13の担体を収容するハウジングに貼り付けられてもよい。代替的にまたは追加的に、ヒータ14は、第1触媒13の担体に電力を供給して、第1触媒13を加熱してもよい。ヒータ14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。

[0037] センサ15は、第1触媒13の温度を測定する。センサ15は、例えば熱電対等の様々な温度センサであることができる。例えば、センサ15は、第1触媒13の担体に固定されてもよい。代替的にまたは付加的に、センサ1

5は、第1触媒13の担体を収容するハウジングに貼り付けられてもよい。
センサ15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、測定データを制御装置90に送信してもよい。

[0038] 輻射シールド16は、フレアスタック10の壁である、または、壁の一部である。例えば、輻射シールド16は、概ね円筒形状を有する。輻射シールド16は、メインバーナ11およびパイロットバーナ12からの火炎がフレアスタック10の外部に晒されないように、メインバーナ11およびパイロットバーナ12を囲う。輻射シールド16は、火炎からの熱がフレアスタック10の外部に漏れることを防止するように、断熱材を含む。

[0039] 続いて、フレアスタック10の動作について説明する。

[0040] 図3は、第1実施形態に係るフレアスタック10の動作を示すフローチャートである。図3に示される動作に先立って、フレアスタック10では、パイロットバーナ12にアンモニアが供給され、パイロットバーナ12によって火炎Fが形成されている。また、例えば、図3に示される動作は、常に所定の周期で繰り返し実施されてもよく、または、改質を開始する温度に第1触媒13が加熱されるまで所定の周期で繰り返し実施されてもよい。

[0041] 制御装置90のプロセッサ90aは、第1触媒13が所定の温度以上であるか否かを判定する（ステップS100）。具体的には、プロセッサ90aは、センサ15から受信した温度が、第1触媒13が改質を開始する温度（例えば300℃から600℃）以上であるか否かを判定する。

[0042] ステップS100において、第1触媒13が所定の温度以上である場合には（YES）、プロセッサ90aは、ヒータ14をオフにし（ステップS102）、動作を終了する。既にヒータ14がオフである場合には、プロセッサ90aは、その状態を維持する。

[0043] ステップS100において、第1触媒13が所定の温度以上でない場合には（NO）、プロセッサ90aは、ヒータ14をオンにし（ステップS104）、動作を終了する。既にヒータ14がオンである場合には、プロセッサ90aは、その状態を維持する。

[0044] 図4は、第1実施形態に係るフレアスタック10の他の動作を示すフローチャートである。図4に示される動作に先立って、フレアスタック10では、パイロットバーナ12にアンモニアが供給され、パイロットバーナ12によって火炎Fが形成されている。また、図4に示される動作の前には、緊急事態は無い、すなわち、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させることは必要では無く、メインバーナ11に対してアンモニアは供給されていない（第1の期間）。また、例えば、図4に示される動作は、常に所定の周期で繰り返し実施されてもよい。また、図4に示される動作の間、図3に示される動作が並行して実施されていてもよい。

[0045] 制御装置90のプロセッサ90aは、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させる必要があるか否かを判定する（ステップS200）。具体的には、例えば、プロセッサ90aは、停電、BOGコンプレッサ3の故障、または、BOGコンプレッサ3が気化したアンモニアを十分に処理できない、等の緊急事態であるか否かを判定する。

[0046] ステップS200において、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させる必要が無いと判定される場合（NO）、プロセッサ90aは、動作を終了する。

[0047] ステップS200において、メインバーナ11でアンモニアを燃焼させる必要があると判定される場合（YES、すなわち第2の期間）、プロセッサ90aは、メインバーナ11へアンモニアを供給開始する（ステップS202）。具体的には、プロセッサ90aは、バルブV1を、パイロットバーナ12に供給されるアンモニアの量のみを確保するために必要な第1の開度から、第1の開度よりも大きい第2の開度に切り替える。また、プロセッサ90aは、パイロットバーナ12が対応付けられたメインバーナ11のバルブV2を開く。これによって、メインバーナ11にアンモニアが供給される。メインバーナ11に供給されるアンモニアは、パイロットバーナ12の火炎Fによって素早く着火され、燃焼される。なお、タンク1から供給されるアンモニアの量に応じて、他のメインバーナ11のバルブV2も開かれてもよ

い。他のメインバーナ１１に供給されるアンモニアも、伝播する火炎によって着火される。

[0048] 続いて、プロセッサ９０ａは、再び、メインバーナ１１でアンモニアを燃焼させる必要があるか否かを判定する（ステップＳ２０４）。具体的には、例えば、プロセッサ９０ａは、緊急事態が継続しているか否かを判定する。

[0049] ステップＳ２０４において、メインバーナ１１でアンモニアを燃焼させる必要があると判定される場合（ＹＥＳ）、プロセッサ９０ａは、緊急事態が終わるまでステップＳ２０４を繰り返す。

[0050] ステップＳ２０４において、メインバーナ１１でアンモニアを燃焼させる必要が無いと判定される場合（ＮＯ）、プロセッサ９０ａは、メインバーナ１１へのアンモニアの供給を停止し（ステップＳ２０８）、動作を終了する。これによって、メインバーナ１１の火炎は消える。対照的に、パイロットバーナ１２の火炎Ｆは引き続き維持される。

[0051] 以上のようなフレアスタック１０、および、フレアスタック１０を備えるシステム１００は、アンモニアが供給されるメインバーナ１１と、アンモニアが供給されるパイロットバーナ１２と、アンモニアの流れにおいてパイロットバーナ１２の上流に設けられ、パイロットバーナ１２に供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第１触媒１３と、第１触媒１３を加熱するヒータ１４と、を備える。このような構成によれば、第１触媒１３をヒータ１４によって改質を開始する温度まで加熱することによって、パイロットバーナ１２に供給されるアンモニアが改質燃料へと分解される。水素を含む改質燃料は、アンモニアよりも素早く着火する。このため、パイロットバーナ１２に供給されるアンモニアを素早く燃焼させることができる。また、パイロットバーナ１２の火炎Ｆを種火として使用することによって、メインバーナ１１に供給されるアンモニアも素早く燃焼させることができる。したがって、アンモニアを素早く燃焼することができる。

[0052] また、フレアスタック１０では、パイロットバーナ１２は、パイロットバーナ１２の火炎Ｆが第１触媒１３を加熱するように配置される。このような

構成によれば、パイロットバーナ１２は、自身の火炎Ｆによって第１触媒１３を加熱することができ、したがって、ヒータ１４が使用するエネルギーを低減することができる。

[0053] また、フレアスタック１０は、第１触媒１３の温度を測定するセンサ１５と、ヒータ１４およびセンサ１５と通信可能に接続される制御装置９０と、を備え、制御装置９０は、センサ１５から受信する第１触媒１３の温度が所定の温度以上である場合、ヒータ１４をオフにするように構成される。第１触媒１３の温度が改質を開始する温度以上であれば、ヒータ１４をオフにしても、パイロットバーナ１２に供給されるアンモニアは第１触媒１３によって改質され続け、したがって、第１触媒１３もパイロットバーナ１２の火炎Ｆによって加熱され続ける。よって、上記の構成によれば、ヒータ１４が使用するエネルギーをより低減することができる。また、上記の構成によれば、ヒータ１４からの加熱無しにパイロットバーナ１２は動作し続けるため、例えば停電の場合にも、フレアスタック１０を動作させることができる。

[0054] 続いて、他の実施形態に係るフレアスタックについて説明する。

[0055] 図５は、第２実施形態に係るフレアスタック１０Ａを示す概略的な断面図である。フレアスタック１０Ａは、第２触媒１７をさらに備える点で、第１実施形態に係るフレアスタック１０と異なる。フレアスタック１０Ａは、その他の点においては、フレアスタック１０と同じであってもよい。

[0056] 第２触媒１７は、各配管Ｐ４１において、アンモニアの流れにおいてメインバーナ１１の上流に設けられる。第２触媒１７は、配管Ｐ４１を通過してメインバーナ１１に供給されるアンモニアを、水素および窒素を含む改質燃料へと分解する。第２触媒１７は、例えば、気体アンモニアを水素および窒素に分解する触媒であることができ、例えば、 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{Ru}/\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ であることができる。例えば、第２触媒１７は、ハウジングに收容される担体に担持されていてもよい。

[0057] 第２触媒１７は、メインバーナ１１の火炎からの輻射によって加熱される位置に配置される。具体的には、例えば、メインバーナ１１が動作している

場合には、輻射シールド 16 の内部は、第 2 触媒 17 が改質を開始する温度以上に保たれる。したがって、第 2 触媒 17 は、各配管 P 4 1 において、輻射シールド 16 の内部の位置に設けられることができる。なお、第 2 触媒 17 に対しては、ヒータおよびセンサは設けられなくてもよい。

[0058] 以上のようなフレアスタック 10A は、第 1 実施形態に係るフレアスタック 10 と同様な効果を奏する。また、フレアスタック 10A は、アンモニアの流れにおいてメインバーナ 11 の上流に設けられ、メインバーナ 11 に供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第 2 触媒 17 を備える。このような構成によれば、メインバーナ 11 に供給されるアンモニアも、水素を含む改質燃料に分解することができる。よって、燃焼の安定性を向上させることができる。

[0059] また、フレアスタック 10A では、第 2 触媒 17 は、メインバーナ 11 の火炎からの輻射によって加熱される位置に配置される。このような構成によれば、メインバーナ 11 が動作を開始した後は、第 2 触媒 17 は、ヒータ無しにメインバーナ 11 の火炎からの輻射によって加熱される。したがって、改質を開始する温度まで第 2 触媒 17 を加熱するためのヒータを省略することができる。

[0060] 図 6 は、第 3 実施形態に係るフレアスタック 10B を示す概略的な断面図である。フレアスタック 10B は、パイロットバーナ 12 が 2 つのノズルを含む点で、第 1 実施形態に係るフレアスタック 10 と異なる。これに伴って、第 1 触媒 13、ヒータ 14 およびセンサ 15 の位置が変更されている。フレアスタック 10B は、その他の点においては、フレアスタック 10 と同じであってもよい。

[0061] パイロットバーナ 12 は、第 1 ノズル 12a および第 2 ノズル 12b を含む。したがって、パイロットバーナ 12 は、2 つの火炎 F a、F b を形成する。第 1 ノズル 12a は、第 1 ノズル 12a の火炎 F a が、対応付けられたメインバーナ 11 の噴射口付近を加熱可能な位置および姿勢に配置される。第 2 ノズル 12b は、第 2 ノズル 12b の火炎 F b が、第 1 触媒 13 を加熱

可能な位置および姿勢に配置される。

[0062] 以上のようなフレアスタック 10 B は、第 1 実施形態に係るフレアスタック 10 と同様な効果を奏する。また、フレアスタック 10 B では、パイロットバーナ 12 が、第 1 ノズル 12 a の火炎 F a がメインバーナ 11 の噴射口付近を加熱するように配置される第 1 ノズル 12 a と、第 2 ノズル 12 b の火炎 F b が第 1 触媒 13 を加熱するように配置される第 2 ノズル 12 b と、を含む、複数のノズルを含む。このような構成によれば、配管 42 の形状をシンプルにすることができる。

[0063] 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。

[0064] 本開示は、CO₂放出の削減につながるアンモニアの使用の安全性を向上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」に貢献することができる。

符号の説明

[0065]	10	フレアスタック
	10A	フレアスタック
	10B	フレアスタック
	11	メインバーナ
	12	パイロットバーナ
	13	第 1 触媒
	14	ヒータ
	15	センサ
	17	第 2 触媒
	90	制御装置
	100	システム

F 火炎

F a 火炎

F b 火炎

請求の範囲

- [請求項1] アンモニアが供給されるメインバーナと、
アンモニアが供給されるパイロットバーナと、
アンモニアの流れにおいて前記パイロットバーナの上流に設けられ、
前記パイロットバーナに供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第1触媒と、
前記第1触媒を加熱するヒータと、
を備える、フレアスタック。
- [請求項2] 前記パイロットバーナは、前記パイロットバーナの火炎が前記第1触媒を加熱するように配置される、請求項1に記載のフレアスタック。
- [請求項3] 前記第1触媒の温度を測定するセンサと、
前記ヒータおよび前記センサと通信可能に接続される制御装置と、
を備え、
前記制御装置は、前記センサから受信する前記第1触媒の温度が所定の温度以上である場合、前記ヒータをオフにするように構成される、請求項2に記載のフレアスタック。
- [請求項4] アンモニアの流れにおいて前記メインバーナの上流に設けられ、前記メインバーナに供給されるアンモニアを、水素を含む改質燃料へと分解する第2触媒を備える、請求項1から3のいずれか一項に記載のフレアスタック。
- [請求項5] 前記第2触媒は、前記メインバーナの火炎からの輻射によって加熱される位置に配置される、請求項4に記載のフレアスタック。
- [請求項6] 請求項1から3のいずれか一項に記載のフレアスタックを備える、アンモニアを使用するシステム。
- [請求項7] 請求項4に記載のフレアスタックを備える、アンモニアを使用するシステム。
- [請求項8] 請求項5に記載のフレアスタックを備える、アンモニアを使用する

システム。