

明 細 書

発明の名称： アンモニア及び水素製造システム

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼炉及びボイラを備えた燃焼炉プラントの排水を用いて、アンモニア及び水素を製造するシステムに関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化対策としての脱炭素の機運が世界的に高まりつつあり、二酸化炭素（ CO_2 ）の排出削減技術として、石炭や石油などの化石燃料ではなく、水素（ H_2 ）やアンモニア（ NH_3 ）を燃料とする技術が注目されている。日本においても、例えば、廃棄物焼却炉に水電解装置を設置し、水電解装置で製造された水素を用いてアンモニアを製造し、このアンモニアをガスエンジン等の燃料とする技術が開発されている（特許文献1参照）。

[0003] 一方、廃棄物焼却炉プラント、火力発電プラント、化学プラントなど、燃焼炉と燃焼炉の熱で蒸気を生成するボイラを備えたプラント（以下、「燃焼炉プラント」という）では、排ガスに含まれる窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）を低減するため、アンモニアを含有する薬品を排ガスに供給し、また、ボイラに貯留される水のpH値（ペーハー値）調整にアンモニアを含有する薬品を使用するので、アンモニアやアンモニア態窒素を含有する排水（以下、「アンモニア含有排水」という）が多量に生成されることが知られている。

アンモニア含有排水からアンモニアを除去する装置としては、アンモニアストリッピング装置やカチオン交換体（イオン交換樹脂）等がある（特許文献2、3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-216501号公報

特許文献2：特開2004-097901号公報

特許文献3：特開2019-098206号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の技術では、水電解装置で生成された水素と空気中の窒素とからアンモニアを合成している。しかし、燃焼炉プラント内にアンモニア含有排水が多量に存在するにもかかわらず、これを活用せずに、水電解装置で製造された水素を用いてアンモニアを製造するのは非効率である。

なお、特許文献1に記載の技術では、排ガスの温度を低減させるため、いわゆるスクラバーである減温塔を集塵器の上流に設置し、当該減温塔で生じた排水を水電解装置に供給している。しかし、水電解装置は純水を原料として水素を製造する装置であり、一方、当該減温塔で生じた排水には、排ガス中の飛灰、重金属、排ガス処理用の薬品が含まれるため、当該排水をそのまま水電解装置に供給することはできない。

[0006] そこで、燃焼炉プラント内のアンモニア含有排水、例えば、排ガスの脱硝装置や脱硫装置で生成される排水である排ガス処理排水や、pH値調整されたボイラからの排水であるボイラブロー水から、アンモニア(NH_4OH)を生成するために、特許文献2や特許文献3の技術を適用することも考えられる。

しかし、一般的にボイラブロー水は、排ガス処理排水に比べて流量が大幅に小さい。そのため、両者の混合液のpH値（水素イオン指数）は、ボイラブロー水のpH値よりも低くなる。

特許文献2の技術、すなわちアンモニアストリッピング装置を用いて、pH値が比較的低い当該混合液からアンモニアを放散させてアンモニアを得る場合、pH値が高い場合に比べ、アンモニアの放散量が低減する。従って、アルカリ性の薬品（例えば、強アルカリ性の水酸化ナトリウム等）を多量に添加して、当該混合液のpH値を高める必要がある。

一方、特許文献3のイオン交換樹脂は、特許文献2のアンモニアストリッピング装置に比べて高価であり、多量の当該混合液を処理するには運転コス

トの観点で不向きである。

すなわち、特許文献2や特許文献3の技術を用いて燃焼炉プラント内のアンモニア含有排水からアンモニアを製造する場合、通常、いずれの場合も、燃焼炉プラントの運転コストが高くなるといえる。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するものであり、アンモニア含有排水を用いて、効率よく安価にアンモニア及び水素を製造できるようにしたアンモニア及び水素製造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

[0008] 本発明のアンモニア及び水素製造システムは、燃焼炉プラントに適用され、燃焼炉の熱で蒸気を生成するボイラと、前記燃焼炉の排ガスを排ガス処理し、排ガス処理排水を排出する排ガス処理装置と、前記ボイラのボイラブロー水をアンモニア含有水と処理水とに分離する分離装置と、前記処理水を用いて電気分解を行い、水素を製造する水電解装置と、前記水素を貯留する水素貯留タンクと、前記排ガス処理排水からアンモニアを放散させる第一アンモニアストリッピング装置と、前記放散したアンモニアを含有するアンモニア水を貯留するアンモニア水貯留タンクとを有し、前記排ガス及び前記ボイラにはアンモニア又はアンモニア態窒素を含有した薬品が供給され、前記分離装置が分離した前記アンモニア含有水は、前記第一アンモニアストリッピング装置の第一位置に噴射され、前記排ガス処理装置から排出された前記排ガス処理排水は、前記放散したアンモニアの流れる方向で見て、前記第一位置とは異なる前記第一アンモニアストリッピング装置の第二位置に噴射される。

発明の効果

[0009] 本発明のアンモニア及び水素製造システムによれば、アンモニア含有排水であるボイラブロー水をアンモニア含有水と処理水とに分離し、当該処理水を水電解装置で電気分解して水素を製造するとともに、当該アンモニア含有水と、アンモニア含有排水である排ガス処理排水とを、放散したアンモニアの流れる方向で見て、アンモニアストリッピング装置の別々の位置に噴射し

て、これらから別々にアンモニアを放散させるので、これらを混合してからアンモニアを放散させる場合に比べ、効率よくアンモニア水を製造することができる。

また、当該別々の位置に噴射することでpH値を高める薬品の供給量を低減でき、さらに、分離装置は、排ガス処理排水ではなく少量のボイラブロー水を処理するので安価に構成できる。

従って、本発明のアンモニア及び水素製造システムは、アンモニア含有排水を用いて、効率よく安価にアンモニア及び水素を製造できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明のアンモニア及び水素製造システムの実施例を示す図である。

[図2]本発明のアンモニア及び水素製造システムの変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図1～図2を参照して、本発明のアンモニア及び水素製造システムについて説明する。

図中において、数字のみの符号は、本発明の実施例及び変形例において、本システムに関する装置、部品、部位等の物理的な要素を表す。また、アルファベットのFと数字とを組み合わせた符号は、本システムで生じる液体や気体などの流体を表し、アルファベットのPと数字とを組み合わせた符号は位置を表す。

なお、以下に示す実施例及び変形例は、あくまでも例示に過ぎず、明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。以下の各構成は、それらの趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。また、以下の各構成は、本発明に必須の構成を除いて必要に応じて取捨選択でき、あるいは公知の構成と組み合わせ可能である。

[0012] [1. 実施例]

図1は、実施例のアンモニア及び水素製造システム1を示すブロック図である。

アンモニア及び水素製造システム1は、燃焼炉11の熱で蒸気を生成する

ボイラ 20 と、燃焼炉 11 の排ガス F 10 を排ガス処理し、排ガス処理排水 F 1 を排出する排ガス処理装置 13 と、ボイラ 20 のボイラブロー水 F 2 をアンモニア含有水（高濃度アンモニア含有水）F 5 と処理水 F 6 とに分離する分離装置 10 と、処理水 F 6 を用いて水電解を行い、水素 F 7 を製造する水電解装置 32 と、水素 F 7 を貯留する水素貯留タンク 33 と、排ガス処理排水 F 1 からアンモニアを放散させるアンモニアストリッピング装置 44（第一アンモニアストリッピング装置）と、放散したアンモニアを含むアンモニア水 F 8 を貯留するアンモニア水貯留タンク 51 と、を少なくとも備える。

[0013] アンモニア及び水素製造システム 1 は、燃焼炉と燃焼炉の熱で蒸気を生成するボイラとを備えたプラント、すなわち、燃焼炉プラントであれば適用可能であり、例えば、廃棄物焼却プラント、火力発電プラント、化学プラント等、種々のプラントに適用することができる。ただし、アンモニア及び水素製造システム 1 が適用される燃焼炉プラントは、本発明に必須の構成（請求項に記載の構成）を少なくとも備える必要はあるが、図 1 に記載の全ての構成を備える必要はない。

また、アンモニア及び水素製造システム 1 は、図 1 の全ての構成が同一の敷地に配置される必要はなく、図 1 の複数の構成が互いに別個の敷地に配置されてもよい。この場合、適宜、パイプラインや自動車などの運送経路を接続して、アンモニア及び水素製造システム 1 を構成すればよい。

[0014] では、図 1 の各構成及び効果について、説明する。

燃焼炉 11 は、燃料を燃焼させて熱を得るための炉である。本発明が適用される燃焼炉プラントが、例えば廃棄物焼却炉プラントの場合、一般的に、燃料は廃棄物（都市ごみや産業廃棄物など）であり、また、火力発電プラントや化学プラントの場合、一般的に、燃料は石炭、石油、天然ガス、木質系バイオマス、発酵等で生成したバイオガス等のグリーンフュエルなどである。しかし、燃焼炉 11 の燃料として、アンモニアや水素、例えば、アンモニア及び水素製造システム 1 で製造したアンモニアや水素を用いてもよい。

燃焼炉 11 で生成された排ガス F10 は、煙道を通じて次のように順次流れ、煙突 15 から大気放出される。すなわち、排ガス F10 は、排ガス F10 の温度を低減する減温塔（図示なし）、減温塔で減温された排ガスから除塵する集塵装置 12（例えば、バグフィルタ、電気集塵機など）、集塵装置 12 で除塵された排ガスから窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）などの有害成分を除去する湿式の排ガス処理装置 13、排ガス処理装置 13 で有害物質が除去された排ガスから二酸化炭素を分離・回収する二酸化炭素分離装置 14、そして、二酸化炭素分離装置 14 で二酸化炭素が除去された排ガスを大気放出する煙突 15 の順に流れる。

[0015] ここで、燃焼炉 11 または煙道には、窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）を低減するため、アンモニアまたはアンモニア態窒素を含有した薬品が供給されるので、湿式の脱硝装置や脱硫装置を備える排ガス処理装置 13 では、アンモニア含有排水である排ガス処理排水 F1 が多量に排出される。

なお、排ガス処理排水 F1 は、排ガス処理装置 13 に一端が接続された第三配管、すなわち、後で詳述する第三流路 43 である第三配管を流れる。

また、二酸化炭素分離装置 14 は、高分子分離膜（二酸化炭素分離膜）や、アミン溶液を利用するなど、公知の技術を利用することができる。二酸化炭素分離装置 14 で分離された二酸化炭素は、二酸化炭素貯留タンク 37 に貯留される。

[0016] ボイラ 20 は、燃焼炉 11 の熱を利用して蒸気を生成する装置である。

ボイラ 20 は、水道水や工業用水などから純水を製造する純水装置 27、純水装置が製造した純水に pH 値調整剤などの薬品を添加する薬品供給装置 28、当該薬品が添加された純水を貯留する蒸気ドラム 21、蒸気ドラム 21 に貯留された水を排ガスの熱で蒸気にする伝熱管や過熱管などの排熱回収器 22、排熱回収器 22 で生成され且つ蒸気ドラム 21 に供給された蒸気で羽根車を回転する蒸気タービン 23、蒸気タービン 23 の羽根車の回転力で発電する発電機 24、蒸気タービン 23 の羽根車を回転させた後の蒸気（廃

蒸気 F 4) を水に戻す復水器 2 5、復水器 2 5 で生成された復水から溶存ガス(酸素、二酸化炭素等)を除去して蒸気ドラム 2 1 へ供給する脱気器 2 6 を備える。

ボイラブロー水 F 2 は、蒸気ドラム 2 1 の下方に配置されたブロー配管 2 9 から随時排出される。

[0017] なお、防食性を考慮して、蒸気ドラム 2 1 に貯留される水の pH 値を約 9 ～ 1 0 程度(例えば、pH 値 1 0. 3 程度)とするため、薬品供給装置 2 8 は、アンモニアまたはアンモニア態窒素を含有する pH 値調整剤などの薬品を供給する。従って、ボイラブロー水 F 2 は、pH 値が約 9 ～ 1 0 程度のアンモニア含有排水である。

なお、蒸気ドラム 2 1 に貯留された水は、純水に少量の薬品が添加されたのみで、灰などの不純物を含まないもので、実質的に純水と同様の水である。また、排ガス処理排水 F 1 の pH 値は、一般的に約 6 ～ 9 程度であるので、ボイラブロー水 F 2 の pH 値は、排ガス処理排水 F 1 の pH 値と同等、または排ガス処理排水 F 1 の pH 値よりも大きい。

そして、排ガス処理装置 1 3 で生じる排ガス処理排水 F 1 の量に比べ、ボイラブロー水 F 2 の量は少量である。例えば、ボイラブロー水 F 2 の量は、排ガス処理排水 F 1 の量の約百分の一(1/1 0 0)～約十分の一(1/1 0)程度の場合もありうる。

[0018] 発電機 2 4 で発電された電力は、アンモニア及び水素製造システム 1 内の各種電気製品(水電解装置 3 2、メタネーション装置 3 5、アンモニアストリッピング装置 4 4、尿素製造装置 5 2 など)を作動させるために利用され、余った電力は電力会社に売電してもよい。当該電力を電力会社に売電しない、または売電量を少量とし、当該電力の全てまたは大部分を、アンモニア及び水素製造システム 1 が適用される燃焼炉プラント内に配置された各種電気製品に供給するよう適宜設計することで、実質的に電力自立型の燃焼炉プラントを構築しうる。

[0019] 分離装置 1 0 は、蒸気ドラム 2 1 から随時排出されるボイラブロー水 F 2

のうち、少なくとも一部のボイラブロー水が供給されて、アンモニア含有水 F 5（高濃度アンモニア含有水）と処理水 F 6 とに分離する装置である。もちろん、設計上可能であれば、図 1 に示すように、ボイラブロー水 F 2 の全量が分離装置 10 に供給されてもよい。図示しないが、分離装置 10 に供給されない残部のボイラブロー水がある場合、当該ボイラブロー水は、後述の総合排水処理施設 58、特に無機系処理装置 60 で水処理される。

図 1 の実施例では、分離装置 10 は、イオン除去装置 30（第一イオン除去装置）である。

[0020] イオン除去装置 30 には、例えば、RO 膜（逆浸透膜）やイオン交換樹脂が内蔵される。RO 膜は、水中の水素イオン（ H^+ ）や水酸化物イオン（ OH^- ）を通過させ、その他の不要なイオン（例えば、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ など）の通過を阻止する膜である。また、イオン交換樹脂は、水中の不要イオンを水素イオンや水酸化物イオンに置換するゲル状の合成樹脂ビーズである。

従って、分離装置 10 であるイオン除去装置 30 は、上記少なくとも一部のボイラブロー水が供給されて、ボイラブロー水を、アンモニアやアンモニア態窒素のみならずその他不要イオンを含むアンモニア含有水 F 5 と、処理水 F 6 とに分離する装置である。

[0021] ここで、イオン除去装置 30 で生成されるアンモニア含有水 F 5 の pH 値は、ボイラブロー水 F 2 の pH 値よりも高くなり、また、排ガス処理排水 F 1 の pH 値よりも高くなる。例えば、ボイラブロー水 F 2 の pH 値が約 9～10 程度であり、排ガス処理排水 F 1 の pH 値が約 6～9 程度の場合に、アンモニア含有水 F 5 の pH 値は、10.5 より大きく、具体的には約 11.0～約 13.0 となりうる。従って、アンモニア含有水 F 5 は、高濃度のアンモニアまたはアンモニア態窒素を含有する高濃度アンモニア含有水である。

なお、一般的に、アンモニアストリッピング装置において、アンモニアの放散の量は、アンモニア含有水の pH 値が 10.5 以下になると低下すると

言われる。従って、後述するように、排ガス処理排水 F 1 をアンモニアストリッピング装置 4 4 に供給する場合には、排ガス処理排水 F 1 に対してアルカリ性の薬品をアルカリ薬品供給装置 5 5 から適宜供給し、排ガス処理排水 F 1 の pH 値を 10.5 以上とするのが望ましい。

[0022] 水電解装置 3 2 は、分離装置 1 0 で生成された処理水 F 6 を電気分解し、水素 F 7 を製造する装置である。一般的に、水電解装置には、不純物のない、または、不純物が極めて少ない水、いわゆる純水または実質的に純水に相当する水が供給されて電気分解がなされる。従って、処理水 F 6 は、純水または実質的に純水に相当する水である。水電解装置 3 2 で製造された水素 F 7 は、水素貯留タンク 3 3 に貯留される。

処理水 F 6 の電気分解時に水素 F 7 と同時に生成される酸素は、大気放出してもよいし、燃焼促進剤として燃焼炉 1 1 の内部に供給してもよいし、図示しない酸素貯留タンクに保存してもよい。

なお、一般的に、水電解装置は、効率よく電気分解を行うため、常温の純水等を加温する加温装置を備えている。しかし、水電解装置 3 2 は、当該加温装置を備える必要がない。なぜなら、水電解装置 3 2 の原料であるボイラブロー水 F 2 は高温であるため、イオン除去装置 3 0 で分離される処理水 F 6 は常温よりも高温（約 70℃～約 90℃）に調整できるからである。従って、水電解装置 3 2 は、当該加温装置を備えなくても効率よく水素を製造することができるので、費用対効果に優れる。もちろん、常温よりも高い温度の処理水 F 6 を、さらに加温する必要がある場合には、水電解装置 3 2 に上記加温装置を加えてもよい。

[0023] 分配装置 3 9 は、分離装置 1 0 で生成されたアンモニア含有水 F 5 を、原則として第一流路 4 1 のみへ流し、アンモニア含有水 F 5 の流量が所定流量以上の場合には、例外として第一流路 4 1 と第二流路 4 2 の両方に分配して流す装置である。

図 1 の分配装置 3 9 は、アンモニア含有水 F 5 を貯留する貯留槽（付番なし）と漏斗 4 0 を備える。漏斗 4 0 は、当該貯留槽における基準水位の位置

に設置される。当該貯留槽の底面には、第一流路41となる配管（以下、「第一配管」という）の一端が接続される。また、漏斗40には、第二流路42となる配管（以下、「第二配管」）の一端が接続され、第二配管は当該貯留槽の底面を貫通して配置される。第二配管と当該底面との間は、漏水しないよう樹脂等で密閉処理される。

図1の分配装置39では、漏斗40を避けて当該貯留槽の上方からアンモニア含有水F5が供給される。アンモニア含有水F5は、第一流路41である第一配管から流出するが、アンモニア含有水F5の流量が所定流量より多い場合には、当該貯留槽に次第に貯留されてゆく。このとき、第一配管は所定内径であるので、第一配管から流出し続けるアンモニア含有水F5の流量は原則として一定である。

そして、当該貯留槽に貯留されたアンモニア含有水F5の液面が上記基準水位に達した場合、貯留されたアンモニア含有水F5は漏斗40に越流し、第二流路42である第二配管から流出する。

[0024] なお、分配装置39において、アンモニア含有水F5は、第二配管から流出する場合にも、第一配管から流出し続ける。また、第二配管の他端は、先述の第三配管、すなわち、第三流路43の経路に接続される。従って、第二配管から流出したアンモニア含有水F5は、排ガス処理排水F1と混合される。ただし、第三配管から第二配管へ排ガス処理排水F1が流入しないよう、例えば、逆止弁などの流れ方向を一方向とする装置が設置される。

[0025] 分配装置39は、漏斗40を配置する構成でなく、分離装置10で生成されたアンモニア含有水F5を、原則として第一流路41のみへ流し、アンモニア含有水F5の流量が所定流量以上の場合には、例外として第一流路41と第二流路42の両方に分配して流す構成であれば、いかような構成であってもよい。

例えば、分配装置39は、当該貯留槽に底面に第一配管と第二配管をそれぞれ別個に接続し、ボイラブロー水F2の流量を測定する流量計と、第一配管に設置した第一電磁弁と、第二配管に設置した第二電磁弁と、当該流量計

が測定した流量に関する情報を受信し、ボイラブロー水 F 2 の流量が第一流路 4 1 の所定流量以下である場合には、第一電磁弁を開弁かつ第二電磁弁を閉弁し、ボイラブロー水 F 2 の流量が第一流路 4 1 の所定流量より大きい場合には、第一電磁弁と第二電磁弁のいずれも開弁する制御装置を備える構成としてもよい。

[0026] アンモニアストリッピング装置 4 4（第一アンモニアストリッピング装置）は、アンモニアやアンモニア態窒素を含有するアンモニア含有水（排ガス処理排水 F 1、アンモニア含有水 F 5）を蒸気に対して噴霧し、蒸気の熱で噴霧した水からアンモニアを放散させる装置である。アンモニアストリッピング装置 4 4 に使用する蒸気は、先述の廃蒸気 F 4 でよい。廃蒸気 F 4 よりも高温の蒸気、例えば、蒸気タービン 2 3 の羽根車を回転させる前の蒸気でもよいが、発電機 2 4 による発電量に影響を与えない廃蒸気を用いるのが費用対効果の観点で優れる。

アンモニアストリッピング装置 4 4 は、鉛直方向に長い一つの放散塔、または、連続的に直列に接続した複数の放散塔で構成される。放散塔は、鉛直方向に直立した中空筒状の容器である。当該容器の下方から蒸気（廃蒸気 F 4）が供給され、上方から排ガス処理排水 F 1 やアンモニア含有水 F 5 が噴霧される。そして、放散塔の内部でアンモニウムイオンが水酸化物イオンと反応し、アンモニア及び水蒸気を含むガス状のアンモニア水 F 8 が生成される。

[0027] なお、放散塔は、アンモニアの収率を向上させるため、一般的に、複数の充填材や複数のトレイを鉛直方向に分散して配置した多段型に構成される。

図 1 のアンモニアストリッピング装置 4 4 では、一例として一つの放散塔を使用し、また、当該放散塔は、一例として 2 つのトレイ 4 7 で鉛直方向に 3 段に区画される。一つの放散塔を 3 つ以上のトレイ 4 7 などで 4 段以上に区画してもよい。

アンモニアストリッピング装置 4 4 で噴霧されたアンモニア含有水は、蒸気に接触してアンモニアを放散するとともに、当該放散による温度低下によ

り凝集して水滴が大きくなり、また、pH値も低下するので、アンモニアの放散の効率が低下する。そこで、当該大きくなった水滴をトレイ４７で収集し、再度、微細な水滴として噴霧することで、アンモニアの収率を向上させる。

具体的には、１つのトレイ４７は、１つのタンク４８に接続され、当該トレイ４７で収集されたアンモニア含有水は当該タンク４８に貯留される。また、当該トレイ４７の下方（ただし、当該下方に別のトレイ４７が配置される場合は、当該下方且つ当該別のトレイ４７の上方）に、１つの噴霧器５０が設置される。そして、１つのポンプ４９が、当該タンク４８に貯留されたアンモニア含有水を当該噴霧器５０へ圧送することで、当該タンク４８に貯留されたアンモニア含有水が当該噴霧器５０から噴霧される。

[0028] トレイ４７で収集されたアンモニア含有水は、すでに一部のアンモニアを放散している。従って、当該アンモニア含有水のアンモニアやアンモニア態窒素の濃度は当初より薄くなっているため、蒸気温度がより高い位置、すなわち当該トレイ４７の下方、言い換えれば、放散したアンモニアの流れる方向（蒸気の流れる方向でもある）で見て、当該トレイ４７よりも上流に噴霧することで、濃度が薄くなっている当該アンモニア含有水からさらにアンモニアを効率良く放散させることができる。

図１のアンモニーストリッピング装置４４は、３段に区画されるよう構成されているので、１つのトレイ４７、１つのタンク４８、１つのポンプ４９、及び１つの噴霧器５０で構成される組は、合計２組である。

アンモニーストリッピング装置４４で生成されたアンモニア水Ｆ８は、アンモニーストリッピング装置４４の上部からガスの状態で排出されて冷却され、アンモニア水貯留タンク５１に貯留される。なお、アンモニア水Ｆ８は、高濃度（例えば、約３０～約５０％）のアンモニアを含有する。

[0029] アンモニーストリッピング装置４４は、さらに、放散塔の内部に、第一配管の他端に接続され、高濃度アンモニア含有水Ｆ５を噴霧する第一噴霧器４５を備える。また、アンモニーストリッピング装置４４は、第三配管の他端

に接続され、原則として排ガス処理排水 F 1、例外として排ガス処理排水 F 1 と高濃度アンモニア含有水 F 5 の混合液を噴霧する第二噴霧器 4 6 を備える。

第一噴霧器 4 5 と第二噴霧器 4 6 は、放散したアンモニアの流れる方向、すなわち蒸気の流れる方向で見て、互いに異なる位置に配置される。具体的には、放散塔において第一噴霧器 4 5 が配置される第一位置 P 1 は、第二噴霧器 4 6 が配置される第二位置 P 2 よりも下流側にある。言い換えれば、図 1 のように 1 つの放散塔に第一噴霧器 4 5 と第二噴霧器 4 6 が配置される場合、第一位置 P 1 は第二位置 P 2 よりも上方となる。なお、複数の放散塔を直列に接続してアンモニアストリッピング装置 4 4 を構成し、さらに別個の放散塔にそれぞれ第一噴霧器 4 5 と第二噴霧器 4 6 とを配置する場合は、当然、第一位置 P 1 が第二位置 P 2 よりも上方となるとは限らない。しかし、この場合においても、放散したアンモニアの流れる方向、すなわち蒸気の流れる方向で見て、放散塔において第一噴霧器 4 5 が配置される第一位置 P 1 は、第二噴霧器 4 6 が配置される第二位置 P 2 よりも下流側となる。

図 1 のアンモニアストリッピング装置 4 4 では、一例として、1 つの放散塔に形成された 3 段の領域（最上段、中段、最下段）のうち、第一噴霧器 4 5 は最上段、第二噴霧器 4 6 は中段に配置、すなわち、互いに異なる段に配置される。なお、最下段には、上記大きくなった水滴が集まり、残留水として貯留される。また、最下段において、残留水の上方から、蒸気（廃蒸気 F 4）が供給される。

[0030] 一般的に、アンモニアストリッピング装置では、蒸気温度が高いほど、また、アンモニア含有水の pH 値が大きいほど、アンモニアの放散性能が向上する。さらに、先述のように多段構成でアンモニアを効率よく放散させるためには、全ての段を有効に活用するのが望ましい。

ここで、1 つの放散塔内で蒸気の温度が最も高いのは上流、すなわち最下段である下方であり、蒸気の温度が最も低いのは下流、すなわち最上段である。

そして、第一噴霧器 4 5 から噴霧される高濃度アンモニア含有水 F 5 は、第二噴霧器 4 6 から噴霧される排ガス処理排水 F 1、または、排ガス処理排水 F 1 と高濃度アンモニア含有水 F 5 との混合液よりも pH 値が大きい。

従って、pH 値が十分に大きい高濃度アンモニア含有水 F 5 を噴霧する第一噴霧器 4 5 は、多少、蒸気の温度が低くなっても効果的にアンモニアを放散することができるので、最上段に配置する。

一方、高濃度アンモニア含有水 F 5 よりも pH 値が低いアンモニア含有水（排ガス処理排水 F 1、または、排ガス処理排水 F 1 と高濃度アンモニア含有水 F 5 の混合液）を噴霧する第二噴霧器 4 6 を、第一噴霧器 4 5 と同位置（最上段かつ鉛直方向における同位置）に配置すると、第一噴霧器 4 5 と第二噴霧器 4 6 から噴霧されるアンモニア含有水が混合して pH 値が低下し、アンモニアの放散性能が低下するおそれがある。そこで、第二噴霧器 4 6 を、第一噴霧器 4 5 の第一位置 P 1 よりも蒸気温度の高い領域である上流の第二位置 P 2 に設置する。図 1 では、第一噴霧器 4 5 が設置された最上段より蒸気温度の高い領域である中段（最上段と異なる段）に第二噴霧器 4 6 を設置し、第二噴霧器 4 6 から噴霧されるアンモニア含有水（排ガス処理排水 F 1、または、排ガス処理排水 F 1 と高濃度アンモニア含有水 F 5 の混合液）の pH 値の低さを蒸気温度の高さで補うことで、総合的にアンモニアの放散性能を向上させる。

ここで、図 1 では、第一噴霧器 4 5 と第二噴霧器 4 6 を互いに異なる段に設置したが、アンモニーストリッピング装置において互いに鉛直方向に異なる位置であれば同一の段に設置しても同様の効果を得ることができる。すなわち、pH 値の高い高濃度アンモニア含有水 F 5 とこれよりも pH 値の低い当該アンモニア含有水から、別々に、且つ、蒸気温度の相違を利用して効果的にアンモニアを放散させることができる。

[0031] なお、第二噴霧器 4 6 から噴霧されるアンモニア含有水は、高濃度アンモニア含有水 F 5 よりも pH 値が低いため、アルカリ薬品供給装置 5 5 が第三流路 4 3、すなわち第三配管に、アルカリ性の薬品（例えば、水酸化ナトリ

ウムNaOHなど)を供給して、pH値を大きくしてもよい。ただし、第一噴霧器45と第二噴霧器46が上述のように配置されているため、当該アンモニア含有水のpH値を、効果的なアンモニアの放散が可能なpH値である10.5よりやや大きくする程度でよく、高濃度アンモニア含有水F5とpH値を同等にする必要はない。従って、第二噴霧器46から噴霧されるアンモニア含有水のpH値を高濃度アンモニア含有水F5のpH値と同等にする場合に比べ、アルカリ性の薬品の量を低減することができる。

[0032] ところで、以上の考えに基づけば、アルカリ性の薬品を供給するなどして当該アンモニア含有水のpH値を、高濃度アンモニア含有水F5のpH値よりも高くする場合には、第一噴霧器45に第三配管の他端を接続し、第二噴霧器46に第一配管の他端を接続してもよい。

いずれの場合も、高濃度アンモニア含有水F5とアンモニア含有水(排ガス処理排水F1、または、排ガス処理排水F1と高濃度アンモニア含有水F5の混合液)とをアンモニアストリッピング装置の別々の位置に噴射する。すなわち、アンモニアストリッピング装置において、これら2つのアンモニア含有水のうちpH値の低いアンモニア含有水を上流に、且つ、pH値の高いアンモニア含有水を下流に、言い換えれば互いに鉛直方向に異なる位置または異なる段に噴射して、これらから別々にアンモニアを放散させるので、これらを混合させた後に噴霧する場合に比べ、効率よくアンモニア水F8を生成できる。

[0033] また、分配装置39により第二流路42に高濃度アンモニア含有水F5が流出した場合には、第二噴霧器46には、第三流路43を介して排ガス処理排水F1と高濃度アンモニア含有水F5の混合液が噴霧されるので、第三流路43に排ガス処理排水F1のみが流れる場合に比べ、当該混合液のpH値は高くなる。従って、アルカリ薬品供給装置55が第三流路43に供給するアルカリ性の薬品の量を低減することができる。

さらに、この場合、排ガス処理排水F1にはマグネシウムやカルシウムなどのスケール成分が含まれるが、スケール成分をほとんど含まない高濃度ア

ンモニア含有水 F 5 が排ガス処理排水 F 1 に混合されることで総合的にスケール成分の濃度が薄まるため、アンモニアストリッピング装置 4 4 の内部にスケールが析出することを抑制できる。従って、アンモニアストリッピング装置 4 4 のメンテナンスを容易にすることができる。

なお、第一噴霧器 4 5 から噴霧される高濃度アンモニア含有水 F 5 の pH 値は 10.5 より大きく、例えば、約 11 ~ 約 13 であるため、アルカリ性の薬品の添加をする必要はない。

また、アンモニアストリッピング装置 4 4 の最下段に貯留された残留水 F 9 は、少なくとも無機系の水処理がなされる無機系処理装置 6 0 を備えた総合排水処理施設 5 8 に供給されて水処理された後、例えば、放流することができる。

[0034] 実施例では、ボイラブロー水 F 2 の少なくとも一部が水電解装置 3 2 の原料に使用されるので、当該原料に使用されない場合に比べ、アンモニア含有排水の総量は減少している。従って、総合排水処理施設 5 8 における水処理の負荷が低減されるのみならず、イオン除去装置 3 0 を小型化できるので、総合的に安価なアンモニア及び水素製造システム 1 を構築できる。

ここで、総合排水処理施設 5 8 は、無機系処理装置 6 0 に加え、無機系処理装置 6 0 の前段に、有機系処理装置 5 9 を備えてもよい。

有機系処理装置 5 9 は、硝化槽、脱窒素槽、曝気槽等が設けられた生物処理（微生物の作用による排水処理）が実施される排水処理施設である。総合排水処理施設 5 8 が有機系処理装置 5 9 を備える場合には、総合排水処理施設 5 8 は、燃焼炉プラントで発生する生活排水等の有機系排水の水処理も可能となる。

[0035] 水素貯留タンク 3 3 に貯留された水素 F 7、二酸化炭素貯留タンク 3 7 に貯留された二酸化炭素 F 3、アンモニア水貯留タンク 5 1 に貯留されたアンモニア水 F 8 は、さまざまな用途に活用可能である。

例えば、アンモニア及び水素製造システム 1 は、水素 F 7 を、燃料電池、水素ガスタービン、水素ガスエンジン等の水素利用設備 3 4 に燃料として供

給してもよいし、メタネーション装置 35 にメタネーションの原料として供給してもよい。

また、アンモニア及び水素製造システム 1 は、二酸化炭素 F 3 を、メタネーション装置 35 にメタネーションの原料として、または、尿素製造装置 52 に尿素製造の原料として供給してもよい。アンモニア及び水素製造システム 1 は、二酸化炭素 F 3 を、光合成により植物（草木、藻、花、野菜など）を生産する植物工場、栽培用温室、栽培用水槽等の二酸化炭素利用設備 38 に供給してもよい。

アンモニア及び水素製造システム 1 は、アンモニア水 F 8 を、尿素製造装置 52 に尿素製造の原料として供給してもよいし、アンモニアを原料として化成品を製造する化学プラント、アンモニアガスタービン、アンモニアガスエンジン等のアンモニア利用設備 54 に供給してもよい。アンモニア及び水素製造システム 1 は、アンモニア水 F 8 を、燃焼炉プラントの燃焼炉や煙道に脱硝剤として噴霧してもよい。

さらに、アンモニア及び水素製造システム 1 は、メタネーション装置 35 で生成されたメタンを、メタンを燃料（都市ガス）として使用する建物及び設備や、メタンを燃焼させて発電するガスタービン、ガスエンジン等のメタン利用設備 36 に供給してもよい。

アンモニア及び水素製造システム 1 は、尿素製造装置 52 で生成された尿素を、例えば、ボイラ 20 で生成した蒸気の熱と尿素を用いて化成品を製造する化学プラントや、尿素を肥料として使用する植物工場等の尿素利用設備 53 に供給してもよい。

[0036] [2. 変形例]

図 2 は、変形例のアンモニア及び水素製造システム 1' を示すブロック図である。

実施例と変形例の主な相違点は、分離装置の構成である。実施例では、分離装置 10 はイオン除去装置 30 のみで構成された。しかし、変形例では、分離装置 10' は、蒸気でボイラブロー水 F 2 からアンモニアを放散してア

ンモニア含有水 F 5 を放出するアンモニアストリッピング装置 5 6（第二アンモニアストリッピング装置）と、アンモニアストリッピング装置 5 6 の残留水 F 1 1 を、不要イオンを含有するイオン含有排水 F 1 2 と不要イオンを含有しない処理水 F 6 とに分離するイオン除去装置 5 7（第二イオン除去装置）とを備えている。

実施例で説明した構成と同一の構成については、変形例において同一の符号を付して構成及び効果の説明を適宜省略する。

[0037] アンモニアストリッピング装置 5 6（第二アンモニアストリッピング装置）は、アンモニアストリッピング装置 4 4（第一アンモニアストリッピング装置）と同様の構成であり、一つの放散塔が多段に形成されてよいし、複数の放散塔を直列に接続してもよい。なお、アンモニアストリッピング装置 4 4（第一アンモニアストリッピング装置）は 3 段に形成されていたが、アンモニアストリッピング装置 5 6（第二アンモニアストリッピング装置）はこれと同一の段数であってもよいし、異なる段数（2 段、4 段、5 段以上の段数など）であってもよい。

アンモニアストリッピング装置 5 6（第二アンモニアストリッピング装置）が一つの放散塔で形成される場合、ボイラブロー水 F 2 は、当該放散塔の最上段に設けられた噴霧器（図示なし）から噴霧される。一方、蒸気（廃蒸気 F 4）は、当該放散塔の最下段に供給される。放散塔の内部で蒸気と噴霧されたボイラブロー水 F 2 が接触することで、放散したアンモニア及び水蒸気を含むガス状のアンモニア含有水 F 5 が生成される。

[0038] 分離装置 1 0' が生成するアンモニア含有水 F 5 はアンモニア水であり、実施例における分離装置 1 0 と異なり、アンモニアやアンモニア態窒素以外の不要イオンを含まない。すなわち、分離装置 1 0' が生成するアンモニア含有水 F 5 は、マグネシウムやカルシウムなどのスケール成分を含まない。

従って、当該アンモニア含有水 F 5 が分配装置 3 9 により第二流路 4 2 を流れ、第三流路 4 3 の排ガス処理排水 F 1 と混合された際、混合液のスケール成分の濃度は実施例よりも薄められるので、アンモニアストリッピング装

置 4 4 の内部にスケールが析出することをさらに効果的に抑制できる。このため、変形例においては、実施例よりも、さらにアンモニアストリッピング装置 4 4 のメンテナンスを容易にすることができる。

[0039] なお、イオン除去装置 5 7（第二イオン除去装置）は、イオン除去装置 3 0（第一イオン除去装置）と同様の構成であり、RO 膜（逆浸透膜）やイオン交換樹脂が内蔵される。

イオン除去装置 5 7（第二イオン除去装置）で分離されたイオン含有排水 F 1 2 は、総合排水処理施設 5 8 の無機系処理装置 6 0 に供給されて水処理される。

符号の説明

- [0040] 1、1' アンモニア及び水素製造システム
- 1 0、1 0' 分離装置
 - 1 1 燃烧炉
 - 1 2 集塵装置
 - 1 3 排ガス処理装置
 - 1 4 二酸化炭素分離装置
 - 1 5 煙突
 - 2 0 ボイラ
 - 2 1 蒸気ドラム
 - 2 2 排熱回収器
 - 2 3 蒸気タービン
 - 2 4 発電機
 - 2 5 復水器
 - 2 6 脱気器
 - 2 7 純水装置
 - 2 8 薬品供給装置
 - 2 9 ブロー配管
 - 3 0 イオン除去装置（第一イオン除去装置）

- 3 2 水電解装置
- 3 3 水素貯留タンク
- 3 4 水素利用設備
- 3 5 メタネーション装置
- 3 6 メタン利用設備
- 3 7 二酸化炭素貯留タンク
- 3 8 二酸化炭素利用設備
- 3 9 分配装置
- 4 0 漏斗
- 4 1 第一流路
- 4 2 第二流路
- 4 3 第三流路
- 4 4 アンモニアストリッピング装置（第一アンモニアストリッピング装置）
- 4 5 第一噴霧器
- 4 6 第二噴霧器
- 4 7 トレイ
- 4 8 タンク
- 4 9 ポンプ
- 5 0 噴霧器
- 5 1 アンモニア水貯留タンク
- 5 2 尿素製造装置
- 5 3 尿素利用設備
- 5 4 アンモニア利用設備
- 5 5 アルカリ薬品供給装置
- 5 6 アンモニアストリッピング装置（第二アンモニアストリッピング装置）
- 5 7 イオン除去装置（第二イオン除去装置）

- 5 8 総合排水処理施設
- 5 9 有機系処理装置
- 6 0 無機系処理装置
- P 1 第一位置
- P 2 第二位置
- F 1 排ガス処理排水
- F 2 ボイラブロー水
- F 3 二酸化炭素
- F 4 蒸気（廃蒸気）
- F 5 アンモニア含有水（高濃度アンモニア含有水）
- F 6 処理水（純水）
- F 7 水素
- F 8 アンモニア水
- F 9 残留水
- F 1 0 排ガス
- F 1 1 残留水
- F 1 2 イオン含有排水

請求の範囲

[請求項1]

燃焼炉プラントに適用され、
燃焼炉の熱で蒸気を生成するボイラと、
前記燃焼炉の排ガスを排ガス処理し、排ガス処理排水を排出する排ガス処理装置と、
前記ボイラのボイラブロー水をアンモニア含有水と処理水とに分離する分離装置と、
前記処理水を用いて電気分解を行い、水素を製造する水電解装置と、
、
前記水素を貯留する水素貯留タンクと、
前記排ガス処理排水からアンモニアを放散させる第一アンモニアストリッピング装置と、
前記放散したアンモニアを含有するアンモニア水を貯留するアンモニア水貯留タンクとを有し、
前記排ガス及び前記ボイラにはアンモニア又はアンモニア態窒素を含有した薬品が供給され、
前記分離装置が分離した前記アンモニア含有水は、前記第一アンモニアストリッピング装置の第一位置に噴射され、
前記排ガス処理装置から排出された前記排ガス処理排水は、前記放散したアンモニアの流れる方向で見て、前記第一位置とは異なる前記第一アンモニアストリッピング装置の第二位置に噴射されるアンモニア及び水素製造システム。

[請求項2]

前記分離装置で分離されたアンモニア含有水を所定許容流量の第一流路に流し、前記アンモニア含有水が前記所定許容流量を超える場合は当該超えた流量を第二流路に流す分配装置をさらに有し、
前記第一流路のアンモニア含有水は、前記第一位置に噴射され、
前記第二流路のアンモニア含有水は、前記排ガス処理排水に混合されて前記第二位置に噴射される請求項1に記載のアンモニア及び水素

製造システム。

[請求項3] 前記第一アンモニアストリッピング装置は、鉛直方向に長い一つの放散塔、または、連続に接続した複数の放散塔で構成され、
前記放散したアンモニアの流れる方向で見て、前記第一位置は、前記第二位置よりも下流側である請求項2に記載のアンモニア及び水素製造システム。

[請求項4] 前記分離装置は、
前記ボイラブロー水から不要イオンを除去して前記処理水とする第一イオン除去装置、
または、
前記ボイラブロー水からアンモニアを放散させる第二アンモニアストリッピング装置と、前記第二アンモニアストリッピング装置の残留水から前記不要イオンを除去して前記処理水とする第二イオン除去装置とを備えた装置である請求項3に記載のアンモニア及び水素製造システム。

[請求項5] 前記排ガスから二酸化炭素を分離する二酸化炭素分離装置と、
前記分離された二酸化炭素を貯留する二酸化炭素貯留タンクと、
前記水素貯留タンクに貯留された水素と前記二酸化炭素貯留タンクに貯留された二酸化炭素とでメタネーションを行い、メタンを生成するメタネーション装置と
をさらに有する請求項4に記載のアンモニア及び水素製造システム。

[請求項6] 前記二酸化炭素貯留タンクに貯留された二酸化炭素と、前記アンモニア水貯留タンクに貯留されたアンモニア水とを用いて尿素を製造する尿素製造装置をさらに有する請求項5に記載のアンモニア及び水素製造システム。

[請求項7] 前記燃焼炉プラントは、廃棄物焼却炉プラント、火力発電プラント、または化学プラントのいずれか一つである請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載のアンモニア及び水素製造システム。