

明 細 書

発明の名称：

排ガス前処理設備、排ガス処理設備、及び、排ガス前処理設備の CO_2 分離回収方法

技術分野

[0001] 本発明は、排ガス前処理設備、排ガス処理設備、及び、排ガス前処理設備の CO_2 分離回収方法に係り、特に、ごみを含む廃棄物の焼却施設や石炭火力発電施設などに用いるのに好適な、燃焼排ガスに含まれる二酸化炭素 CO_2 を分離回収する際に、排ガス中の酸性ガスを所定の濃度まで除去・低減することが可能な排ガス前処理設備、該排ガス前処理設備を備えた排ガス処理設備、及び、排ガス前処理設備の CO_2 分離回収方法に関する。

背景技術

[0002] ごみを含む廃棄物を燃焼処理し、その廃熱から熱回収して発電する設備を有する廃棄物焼却施設や石炭火力発電施設などの操業において、最終的に煙突から排出される排ガス中には少なからぬ量の CO_2 が含まれる。近年、地球温暖化防止が重要となっており、 CO_2 排出量の削減は喫緊の課題である。

[0003] 国内における廃棄物焼却施設で排ガス中の CO_2 を回収する施設は、現時点で数例存在し、その CO_2 回収には、 CO_2 を吸収する性質を有するアミンの水溶液を用いて CO_2 を排ガスから分離し、次に前記 CO_2 を吸収したアミン水溶液を加熱することで CO_2 をアミン水溶液から脱離せしめて回収する化学吸収法や、 CO_2 を所定の高圧力下に保持して CO_2 を吸着する性質を有する吸着剤に CO_2 を吸着せしめ、その後に減圧して吸着剤から CO_2 を脱離せしめて回収する物理吸着法等が採用されている。化学吸収法及び物理吸着法のいずれの方法も、 $40\sim 60^\circ\text{C}$ の排ガスを対象とするため、 100°C 以上の排ガスを直接水接触するなどのガス冷却塔であらかじめ減温しておく必要がある。

[0004] ここで、化学吸収法におけるアミン水溶液、ならびに物理吸着法における吸着剤は、排ガスに同時に含まれる二酸化硫黄 SO_2 などの酸性ガスの影響で

CO_2 の吸収あるいは吸着が阻害されることが知られている。特に SO_2 は CO_2 よりアミン水溶液、あるいは吸着剤との親和性が高く、化学吸収法を例にとれば、 CO_2 より高温で CO_2 を吸収したアミン水溶液を加熱しないと SO_2 が脱離しない。従って、経済的理由などで SO_2 脱離温度までアミン水溶液温度を上げない場合は、常にアミン水溶液に SO_2 が保持された状態になり、 CO_2 吸収能が低下することになって好ましくない。また、酸性ガスとして同時に含まれる塩化水素 HCl は設備腐食などの悪影響が懸念され、これも CO_2 分離回収設備内に導入されることは好ましくない。加えて、 SO_2 等の酸性ガスを吸収したアミン水溶液を CO_2 の脱離温度で加熱した場合、微量ながら SO_2 が脱離する。すると回収した CO_2 にこれらの酸性ガス成分が不純物として含まれることになり、回収した CO_2 を他の製品製造時の原料などとして再利用する際に、 CO_2 リサイクル製品の品質が低下したり、あるいは触媒が被毒・劣化するなどの製造プロセスに影響を及ぼす懸念があり、これも好ましくない。

[0005] このため、排ガス中の酸性ガスを所定の濃度まで除去・低減する設備が必要となる。酸性ガス除去方法として、消石灰等のアルカリ性を有する脱塩剤を集塵器上流で噴霧する乾式処理と、苛性ソーダ水溶液等のアルカリ水溶液を排ガスに対向させて流通させる湿式処理が挙げられる。化学吸収法に代表される CO_2 分離回収設備に導入する排ガス中の酸性ガス成分は3 ppm未満を求める場合が多く、そのため酸性ガス除去能力に優れる湿式処理が採用される。ただし、湿式処理を選択すると排ガス処理後の排水量が多く発生する。そのため排水処理に必要な設備が大型化し、排水の放流先も確保する必要があり、コスト増加となって好ましくない。

[0006] また、特許文献1には、排ガス中の酸性ガス除去に乾式処理を採用する方法が開示されている。この場合、酸性ガス濃度を低値にするために多量の脱塩剤を吹き込む必要があり、コストの増大に加えて埋立処分となる大量の脱塩残渣が発生することになり、埋立処分場の残余年数を減らしてしまうため好ましくないという問題を有する。

[0007] また、ガス冷却塔にて排ガスを減温する場合、排ガスに含まれる水分が凝縮して凝縮水が発生することを抑制するため、間接空気冷却や、常温空気を混合して凝縮水発生量を低減する方法も開示されている。しかし、この方法では CO_2 分離回収設備に導入される排ガス量が増加して CO_2 分離回収設備規模が拡大し、設置コスト・スペースが増加して好ましくない。加えて排ガス中の CO_2 濃度が低下するため、 CO_2 分離回収プロセスにおける CO_2 回収効率が低下し、これも設備拡大につながって好ましくないという問題を有する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2023-17514号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 焼却排ガスに含まれる HCl や亜硫酸ガス SO_x を、 CO_2 分離回収設備が求める低値まで低減可能な材料として、層状複水酸化物（Layered Double Hydroxide：以下、LDH）がある。このLDHはマグネシウム Mg やアルミニウム Al 、水酸化物 OH で構成され、正に帯電している結晶が層状に重なって構成されている。その層間には負の電荷を有するマイナスイオンと層間水が存在する。通常、このマイナスイオンは炭酸イオンの場合が最も安定であり、自然界には炭酸型LDHが存在する。この炭酸型LDHに酸性ガスを含む排ガスを接触させると、 HCl の場合はLDH層間の炭酸イオンと HCl 中の塩素イオンが交換する反応が起こるため、酸性ガス除去が可能となる。この性質を利用し、適量のLDHを充填させた層に排ガスを通気することで、湿式処理法と同等以上の酸性ガス除去効果が得られる。

[0010] 燃焼排ガス中の酸性ガス濃度は、例えば廃棄物焼却施設の場合は除去処理前の HCl で200～300ppmの濃度となる。通常の廃棄物焼却施設では乾式処理が多く採用されており、消石灰等のアルカリ性を有する脱塩剤を

集塵器上流側で吹き込んで集塵器内のろ布上に堆積させることで酸性ガスを除去する。除去後の集塵器出口排ガスにおけるHCl濃度は50ppm以下まで低減されるように消石灰等を吹き込むことが一般的である。この排ガスを一部、または全量CO₂分離回収設備に導入する場合、3ppm未満まで酸性ガスを除去する必要があるが、ここで湿式処理法と同等以上の酸性ガス除去能を有するLDHを適用できる。このLDHを堆積させた充填層に酸性ガスを含む排ガスを通気するだけで、排水を発生させずに、CO₂分離回収設備が求めるレベルまで酸性ガス濃度を低減することが可能であり、CO₂分離回収の前処理としての酸性ガスの除去処理は完了する。このとき、LDH充填層を格納したLDH反応塔の後流側にガス冷却塔を設置することで、発生する凝縮水に酸性ガス成分はほとんど含まれない。したがって、酸性ガス成分による凝縮水pHの低下はほとんどなく、放流前にpH調整に必要な苛性ソーダ水溶液等のアルカリ性水溶液の添加量を低減することができ、排水量を低減することができる。

- [0011] また、ガス冷却のために空気を添加する等はないため、排ガス量を増加させることなくCO₂分離回収設備に送気することが可能となる。CO₂分離回収設備の大きさが拡大することなく、設備・設置スペースが拡大することなく、好ましい。設置スペースが拡大することが無いので、例えば空きスペースに乏しい既存の廃棄物焼却施設への後付けにも有利になる。
- [0012] 本発明は、以上のような状況に鑑みてなされたもので、廃棄物焼却施設や石炭火力発電施設などにCO₂分離回収設備を設置する際に、排ガスに含まれる酸性ガス成分除去を効率よく、かつ低い設備費・運転費で行うことができる排ガス前処理設備を提供することを第1の課題とするものである。
- [0013] 本発明は、又、既存の廃棄物焼却施設や石炭火力発電施設などにCO₂分離回収設備を追加設置することが容易な排ガス前処理設備を提供することを第2の課題とするものである。
- [0014] 本発明は、更に、焼却炉又はボイラから煙突に至るメインライン中にCO₂分離回収設備が設けられた排ガス処理設備を提供することを第3の課題とす

るものである。

- [0015] 本発明は、又、LDHの再生又は交換に用いるのに好適な排ガス前処理設備のCO₂分離回収方法を提供することを第4の課題とするものである。

課題を解決するための手段

- [0016] 本発明は、燃焼排ガスからCO₂を分離回収するCO₂分離回収装置の入口側に配置される排ガス前処理設備であって、層状複水酸化物LDHを充填したLDH反応塔と、前記LDH反応塔から排出された燃焼排ガスを冷却水で冷却せしめるガス冷却塔と、を備えたことを特徴とする排ガス前処理設備により、前記第1の課題を解決したものである。
- [0017] ここで前記LDHを、例えば直径0.5～4mm、望ましくは、直径1.0～2.5mmの粒状として通気性を高めることができる。
- [0018] 又、前記LDH反応塔が、前記LDHを上から下に移動するように充填したものであり、吸着完了した前記LDHを再生して、前記LDH反応塔上部から供給可能として、前記LDHの循環使用を可能としたものである。
- [0019] 又、前記LDH反応塔の上部には酸性ガス除去能力を有するLDHを補充するLDH供給設備、下部には酸性ガスが吸着完了したLDHを切り出すLDH切出器、及び切り出されたLDHを排出するLDH排出設備を備えることができる。
- [0020] 更に、前記LDH切出器の切り出し量を、ガス冷却塔の凝縮水タンク内の凝縮水のpH、或いは、該凝縮水タンクに供給するpH調整剤の供給量に応じて制御することができる。
- [0021] 又、前記再生を行うための再生槽を前記LDH反応塔の下部に設け、設備を小型化できるようにしたものである。
- [0022] 又、前記排ガス前処理設備を、焼却炉又はボイラから煙突に至るメインラインのバイパスラインに設けることにより、前記第2の課題を解決したものである。
- [0023] 又、前記排ガス前処理設備を、焼却炉又はボイラから煙突に至るメインラインの途中に設けることにより、前記第3の課題を解決してバイパスライン

を不要としたものである。

[0024] 本発明は、又、前記排ガス前処理設備を用いた CO_2 分離回収方法において、前記ガス冷却塔冷却水のpH値を監視し、所定値を下回った時に前記LDHの再生又は交換を行うようにして、前記第4の課題を解決したものである。

[0025] 或いは、前記排ガス前処理設備を用いた CO_2 分離回収方法において、前記ガス冷却塔冷却水のpH値から決定されるpH調整剤の添加量を監視し、所定値を超過した時に前記LDHの再生又は交換を行うことにより、同じく前記記載の課題を解決したものである。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、 CO_2 分離回収設備内を腐食せしめるHClガスや、吸着剤に対して CO_2 より選択的に結合する SO_2 等のガスを、湿式処理法などを用いずに効率的に除去することが可能となる。また、LDH反応塔後流側に設置されるガス冷却塔から排出される排ガス凝縮水のpHを中性付近に維持することができ、従来用いられてきた苛性ソーダ水溶液等のpH調整剤の添加量を低減することが可能となり、設備費、運転費を、より低くすることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の第1実施形態の全体構成を示す図

[図2]第1実施形態の要部構成を示す拡大断面図

[図3]同じくLDH反応塔内の動作を示す断面図

[図4]本発明の第2実施形態の全体構成を示す図

[図5]本発明の第3実施形態の全体構成を示す図

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施形態及び実施例に記載した内容により限定されるものではない。又、以下に記載した実施形態及び実施例における構成要件には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範

囲のものが含まれる。更に、以下に記載した実施形態及び実施例で開示した構成要素は適宜組み合わせてもよいし、適宜選択して用いてもよい。

[0029] まず、本発明が適用される排ガス処理系統について説明する。

[0030] この排ガス処理系統は、図1に示す如く、焼却炉やボイラ12から集塵器14と（図示しない）脱硝反応塔、誘引ファン16等を通じて煙突18に連設され、大気に排出される排ガスが流通するメインライン10（太い実線で示す）を有する。

[0031] 前記のような排ガス処理系統において、本発明の第1実施形態では、消石灰等の脱塩剤が噴霧された集塵器14並びに誘引ファン16後流側の煙道と煙突18の間にバイパスライン20（太い破線で示す）を設け、一部またはすべての排ガスを吸引ファン70にてバイパスライン20に吸引する。該バイパスライン20には、本発明に係る排ガス前処理設備30と、前記吸引ファン70と、公知のCO₂分離回収設備80が配設されており、このCO₂分離回収設備80には、分離回収されたCO₂を回収するための煙道82と、CO₂除去後の排ガスをメインライン10に戻すための煙道84が配設されている。

[0032] 前記排ガス前処理設備30は、本発明に係るLDH反応塔32とガス冷却塔50を主に備えている。該排ガス前処理設備30に吸引された排ガスは、まずLDH反応塔32に流通される。

[0033] 前記LDH反応塔32は、図2に詳細に示すように、酸性ガスを含む排ガスの導入部32Aと酸性ガス除去後の排ガスの排出部32Bを備えており、LDH反応塔32に導入される排ガスは、前記LDH反応塔32下部の排ガス導入部32Aから導入され、酸性ガス除去後の排ガスは前記LDH反応塔32上部の排ガス排出部32Bより排出される。なお、上部より導入して下部より排出しても酸性ガス除去効率は変化せず、どちらでもよい。

[0034] 前記LDH反応塔32の内部には、所定の粒径、例えば直径0.5～4mm、望ましくは直径1.0～2.5mmのLDH粒33が所定量、例えば空間速度SV（＝ガス流量／充填容積：単位h⁻¹）＝（1,000～10,000

0 h^{-1} 、望ましくは $1,500\sim3,000\text{ h}^{-1}$ の範囲になるように充填されたLDH充填層34が設けられている。ここで、空間速度SVが小さいと、ガス流量に対してLDH充填量が増えることになり、一回の充填でより長い時間酸性ガスを除去することができる。一方、LDH充填量を増やすと、酸性ガス処理設備が肥大することになり、設備コストや設置面積最小化の観点では好ましくない。設備コスト低減のためには空間速度SVを増加させてLDH充填量＝充填容積を低減させることが望ましい。したがって、空間速度SV $1,000\sim10,000\text{ h}^{-1}$ 、望ましくは $1,500\sim3,000\text{ h}^{-1}$ の範囲になるように設計された酸性ガス処理設備が、処理可能時間の確保と、設備コストや設置面積最小化を両立させるのに最適である。

[0035] 又、LDH粒33の粒径が小さくなると充填時の隙間が小さくなることでLDH反応塔32の入口ガスと出口ガスの差圧が上昇し、吸引ファン70の消費電力量が増加して好ましくないが、一方でLDH材の比表面積が拡大するので酸性ガス除去効率が向上する好ましい結果が得られる。実施例では、LDHの粒径が 3.0 mm のとき、LDH反応塔32の入口／出口ガスの差圧は $0.4\sim0.5\text{ kPa}$ であった。約 1.0 kPa までの差圧は、吸引ファン70の電力消費量には問題ないレベルであるので、LDHの粒径は $1.0\text{ mm}\sim2.5\text{ mm}$ が望ましい。

[0036] 前記LDH反応塔32の上部には酸性ガス除去能を有するLDHを補充するLDH供給設備36、下部には酸性ガスが吸着完了したLDHを排出するLDH排出設備38を備える。

[0037] 前記LDH反応塔32内のLDH粒33の移動状態の例を図3に示す。LDH反応塔32に上方から供給されたLDH粒33は、下方に設けられたLDH切出器35により切り出されながらLDH反応塔32内を上方から下方に移動する。この際、下方から供給された排ガスと反応しつつ上方から清浄ガスが排出される。

[0038] 前記LDH排出設備38のLDH切出器35の切り出し量は、後で説明するように、例えばガス冷却塔50の凝縮水タンク56内のpH、或いは、該

凝縮水タンク 56 に供給する pH 調整剤（例えば苛性ソーダ水溶液のようなアルカリ性水溶液）の供給量に応じて制御することができる。

[0039] 前記 LDH 排出設備 38 から排出された LDH は、アルカリ性水溶液、例えば苛性ソーダ水溶液が供給される再生槽 40 に導入され、再生された後、乾燥機 42 を通って乾燥され、前記 LDH 供給設備 36 に供給されて、循環使用される。これにより高価な LDH の使用量を減らすことができる。

[0040] 次に、図 2 に示すように、LDH 反応塔 32 の後流側に設置したガス冷却塔 50 下部のガス導入口 50A に、前記 LDH 反応塔 32 を流通して酸性ガスが除去された排ガスを導入する。

[0041] 前記ガス冷却塔 50 は、内部に熱交換を行うための充填材 52 が充填された充填材充填層 53 を備え、その上方に設けられた冷却水分散板 54 から冷却水が流れ落ちて凝縮水タンク 56 に集められる。

[0042] 前記充填材 52 としては、例えば金属製、望ましくはステンレス製のポールリングを用いることができる。なお、前段に設けた LDH 反応塔 32 によって酸性ガス量が減少しているので、SUS316 や 316L 等の高価な材料は必要なく、より安価な SUS304 で十分である。このポールリングも差圧が所定値を上回らない程度に径が小さいものを用いることが望ましい。

[0043] 凝縮水タンク 56 に集められた凝縮水は、例えば冷却水供給設備 60 のポンプ 62 により間接熱交換器 64 を介して間接冷却水により冷却された後、直接冷却水として前記ガス冷却塔 50 の上部に供給される。ここで、ガス冷却塔 50 では、高温の排ガスに直接冷却水を連続で接触させると直接冷却水の温度が上昇して冷却効率が低下するので、これを防ぐために間接熱交換器 64 で直接冷却水を冷却している。

[0044] 前記ガス冷却塔 50 では、図 2 に示すように 100℃ 以上、例えば 160℃ 程度の排ガスを 40～60℃ 程度に冷却せしめるための冷却水が噴霧され、前記排ガスと直接接触して排ガスの温度を冷却せしめ、排ガス中の水分が凝縮して発生する凝縮水が短時間保有可能な凝縮水タンク 56 に集められる。

- [0045] このとき、LDH反応塔32にて十分に酸性ガスが除去されていれば、この凝縮水のpHは中性付近になるが、LDH粒33の酸性ガス吸着能が低下して前記ガス冷却塔50への酸性ガス導入量が増えてくると前記凝縮水のpHは酸性側に低下する。この現象を利用して、pH計66により凝縮水のpHを監視し、LDH粒33の再生時期又は交換時期を管理することができる。あるいは、pHが酸性側に移行した際に注入するpH調整剤であるアルカリ性水溶液、例えば苛性ソーダ水溶液などの添加量を監視し、管理することでLDH粒33の再生時期又は交換時期を管理することも可能である。ここで、LDH反応塔32の上流側にガス冷却塔50を設置すると、酸性ガスを含む排ガスを冷却水との直接接触にて冷却するため、酸性成分が凝縮水に移行してpHが酸性側に低下する。すると中和処理のための苛性ソーダ水溶液等のアルカリ性水溶液使用量が増大し、コスト増加と共に凝縮水量も増大して好ましくない。
- [0046] 前記ガス冷却塔50内で所定温度、例えば40～60℃程度に冷却された排ガスは、ガス冷却塔50の上部に設けられたガス排出口50Bから、吸引ファン70を経て、CO₂分離回収設備80に供給される。このCO₂分離回収設備80で回収されたCO₂が煙道82で排出されると共に、残りの排ガスは煙道84によりメインライン10の煙突18に戻される。
- [0047] 次に本発明の第2実施形態を図4に示す。この第2実施形態は、第1実施形態と同様のバイパスライン20に設けられた排ガス前処理設備30において、再生槽40をLDH反応塔32の直下に設けて装置を小型化したものである。
- [0048] 本実施形態では、再生槽40で再生されたLDH粒33がLDH排出設備38によりLDH反応塔32の外に排出され、乾燥機42で乾燥された後、LDH供給設備36に供給されて循環使用される。
- [0049] 他の構成及び作用については第1実施形態と同様であるので説明は省略する。
- [0050] 次にバイパスライン20でなくメインライン10中にLDH反応塔32と

ガス冷却塔50を設けた本発明の第3実施形態を図5に示す。

[0051] 他の構成及び作用については第1実施形態と同様であるので説明は省略する。

[0052] 本実施形態によれば、バイパスライン20を設けることなく本発明を実施することができる。

[0053] 前記実施形態においては、いずれも再生槽40及び乾燥機42を設けているので、LDH粒33を再生して循環利用することができ、高い経済性を有する。なお、再生槽40や乾燥機42を省略してLDH粒33を使い切りとすることも可能である。

[0054] 前記実施形態では、LDH反応塔32に充填するLDHをLDH粒33とし、LDH反応塔32内で移動層が形成されるようにしていたが、必ずしもLDH粒33を用いる必要は無く、LDH反応塔32内で移動層が形成されなくても良い。

[0055] 又、ガス冷却塔50の構成も、間接熱交換器64を用いるものに限定されない。

[0056] 各所における排ガスの温度も一例に過ぎない。

[0057] なお、前記説明では、本発明を都市ごみ等の廃棄物焼却施設の排ガスのCO₂分離回収の前処理に適用していたが、本発明の適用対象はこれに限定されず、例えば石炭火力発電施設などの排ガスのCO₂分離回収の前処理にも同様に適用することができる。

産業上の利用可能性

[0058] ごみを含む廃棄物の焼却施設や石灰火力発電施設などで燃焼排ガスに含まれる二酸化炭素CO₂を分離回収する際に、排ガス中の酸性ガスの除去を効率良く、且つ低い設備費、運転費で行うことが可能な排ガス前処理設備を提供できる。

符号の説明

[0059] 10…メインライン

12…焼却炉・ボイラ

- 1 4 …集塵器
- 1 6 …誘引ファン
- 1 8 …煙突
- 2 0 …バイパスライン
- 3 0 …排ガス前処理設備
- 3 2 …L D H 反応塔
- 3 3 …L D H 粒
- 3 4 …L D H 充填層
- 3 6 …L D H 供給設備
- 3 8 …L D H 排出設備
- 4 0 …再生槽
- 4 2 …乾燥機
- 5 0 …ガス冷却塔
- 5 2 …充填材
- 5 3 …充填材充填層
- 5 4 …冷却水分散板
- 5 6 …凝縮水タンク
- 6 0 …冷却水供給設備
- 6 4 …間接熱交換器
- 6 6 …p H 計
- 7 0 …吸引ファン
- 8 0 …C O₂分離回収設備

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼排ガスから CO_2 を分離回収する CO_2 分離回収装置の入口側に配置される排ガス前処理設備であって、
層状複水酸化物LDHを充填したLDH反応塔と、
前記LDH反応塔から排出された燃焼排ガスを冷却水で冷却せしめるガス冷却塔と、
を備えたことを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項2] 請求項1に記載の排ガス前処理設備において、
前記LDHが粒状とされていることを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項3] 請求項2に記載の排ガス前処理設備において、
前記LDHの粒の直径が0.5～4mm、望ましくは、直径1.0～2.5mmであることを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項4] 請求項1に記載の排ガス前処理設備において、
前記LDH反応塔が、前記LDHを上から下に移動するように充填したものであり、吸着完了した前記LDHを再生して、前記LDH反応塔上部から供給可能とされていることを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項5] 請求項4に記載の排ガス前処理設備において、
前記LDH反応塔の上部には酸性ガス除去能力を有するLDHを補充するLDH供給設備、下部には酸性ガスが吸着完了したLDHを切り出すLDH切出器、及び切り出されたLDHを排出するLDH排出設備が備えられていることを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項6] 請求項5に記載の排ガス前処理設備において、
前記LDH切出器の切り出し量が、ガス冷却塔の凝縮水タンク内の凝縮水のpH、或いは、該凝縮水タンクに供給するpH調整剤の供給量に応じて制御されることを特徴とする排ガス前処理設備。
- [請求項7] 請求項4に記載の排ガス前処理設備において、

前記再生を行うための再生槽が前記LDH反応塔の下部に設けられていることを特徴とする排ガス前処理設備。

[請求項8] 請求項1に記載の排ガス前処理設備が、焼却炉又はボイラから煙突に至るメインラインのバイパスに設けられていることを特徴とする排ガス処理設備。

[請求項9] 請求項1に記載の排ガス前処理設備が、焼却炉又はボイラから煙突に至るメインラインの途中に設けられていることを特徴とする排ガス処理設備。

[請求項10] 請求項1乃至7のいずれかに記載の排ガス前処理設備を用いたCO₂分離回収方法において、前記ガス冷却塔冷却水のpH値を監視し、所定値を下回った時に前記LDHの再生又は交換を行うことを特徴とする排ガス前処理設備のCO₂分離回収方法。

[請求項11] 請求項1乃至7のいずれかに記載の排ガス前処理設備を用いたCO₂分離回収方法において、前記ガス冷却塔冷却水のpH値から決定されるpH調整剤の添加量を監視し、所定値を超過した時に前記LDHの再生又は交換を行うことを特徴とする排ガス前処理設備のCO₂分離回収方法。