

明 細 書

発明の名称：排ガス処理システム及び排ガス処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、排ガス処理システム及び排ガス処理方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、焼却炉から排出される排ガスを減温塔で減温してから、排ガスをろ過式集塵装置に通すことにより、排ガス中の固形物や酸性ガスを除去した後、煙突から大気中に排出させるようにしている。

しかし、排ガスをろ過式集塵装置に通すだけでは酸性ガスを完全に除去できない。現在、国内の多くの焼却プラントでは、減温塔からろ過式集塵装置までの煙道に、酸性ガスを中和して除去するために消石灰を連続的に吹込む乾式排ガス処理方法を採用している。例えば、焼却炉などのガス発生源から排出される排ガスを浄化するろ過式集塵装置の不織布等の布に、排ガス中の酸性ガスを中和作用により除去するための薬剤を投入する排ガス処理方法、ならびに排ガス処理装置が多く用いられている。しかし、排ガスの処理は不十分で、硫酸化物等の酸性ガスが漏洩している。そのために、排ガス中の酸性ガスを除去するために以下のような提案がなされている。

[0003] 特許文献 1 では、ろ過式集塵装置の出口側または入口側における排ガス中の酸性ガス濃度の計測値が、所定値を超過しかつ当該超過している状態が所定時間継続した場合に、計測値に応じて設定される量のナトリウム系薬剤をろ過式集塵装置の入口側に供給するごみ焼却炉排ガス処理方法が開示されている。また、特許文献 2 では、排ガスの酸性ガス濃度を測定する上流側酸性ガス濃度計と、集塵装置よりも下流側で排ガスの酸性ガス濃度を測定する下流側酸性ガス濃度計とを有し、反応部と集塵装置の間で排ガスに粉末中和剤を供給し酸性ガスの残部を中和する排ガス処理装置が開示されている。特許文献 3 では、N 時間前の SO_x 濃度の N 時間移動平均値と、現在の SO_x 濃度の N 時間移動平均値との差分である第 1 差分と、N 時間前に脱硫剤の添加

量の算出に用いた制御値と、に基づいて、今回の制御値を算出し、今回の制御値に基づいて脱硫剤の添加量を決定する脱硫剤添加制御方法が開示されている。

[0004] しかしながら、特許文献1ないし3では、いずれも、酸性ガス中の硫黄酸化物(SO_x)を分析するものであり、硫黄酸化物の分析結果が出るまでには相当の時間を要するために、排ガス中の硫黄酸化物の濃度が大幅に増加したとしても、分析結果が出るまでのタイムラグによって、増加した硫黄酸化物を処理するのに必要な処理剤の添加量を、直ちに添加することはできず、その結果、十分に処理しきれない硫黄酸化物が大気中に排出される場合がある。このため、硫黄酸化物を処理する処理剤は、必要添加量よりもある程度多めの量を添加する必要があるが、必要添加量より多めの添加量の処理剤を添加することは、排ガス回収部で分離除去される飛灰等を含む固形物に、未反応の処理剤も含まることになるため、固形物の回収量が増加することになる。このように増加した固形物は、埋め立てなどにより処分する場合、埋め立て場の収容スペースを余分に用意する必要があることから好ましくない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-070471号公報

特許文献2：特開2017-124348号公報

特許文献3：特開2017-176922号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで、本発明は、以上の実情に鑑みてなされたものであり、排ガス中の酸性ガスの濃度変動に連動した酸素ガス濃度の変動によって酸性ガスの濃度が増加し始める時期を早期に予測し、適正な添加量の処理剤を適正なタイミングで添加することができる排ガス処理システム及び排ガス処理方法を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明の要旨構成は以下のとおりである。

(1) 排ガスを処理するための排ガス処理部と、前記排ガス処理部で処理した排ガスから固形分を分離除去する排ガス回収部と、前記排ガスを処理するための処理剤を貯留する処理剤貯留部と、前記排ガス回収部の上流側及び下流側のうちの少なくとも一方の側に配設され、前記排ガス中の酸素ガス濃度を少なくとも分析する排ガス分析部を有し、前記排ガス分析部で分析した前記酸素ガス濃度の変動量に基づき、前記排ガス処理部で処理する前記排ガス中に含まれる酸性ガスの処理に必要な処理剤の添加量を算出し、算出した添加量の処理剤の供給を指示する処理剤添加管理部と、前記処理剤添加管理部から指示された添加量の処理剤を、前記処理剤貯留部から前記排ガス処理部に供給する処理剤供給部と、を備える排ガス処理システム。

(2) 前記排ガス分析部が、前記排ガス回収部の下流側に配設される、(1)に記載の排ガス処理システム。

(3) 前記処理剤が、前記排ガス中の酸性ガスを中和する特性を有する、(1)又は(2)に記載の排ガス処理システム。

(4) 前記酸性ガスが、硫黄酸化物ガスである、(1)ないし(3)のいずれかに記載の排ガス処理システム。

(5) 排ガスに含まれる気体と固形物とを分離して固形物を回収除去する排ガス回収部の上流側及び下流側のうちの少なくとも一方の側に配設され、前記排ガス中の酸素ガス濃度を少なくとも分析する排ガス分析部を有する処理剤添加管理部の前記排ガス分析部で分析した前記酸素ガス濃度の変動量に基づき、前記排ガス処理部で処理する前記排ガス中に含まれる酸性ガスの処理に必要な処理剤の添加量を算出し、算出した添加量の処理剤の供給を処理剤供給部に指示し、指示された添加量の処理剤を、処理剤貯留部から前記排ガス処理部に供給して、前記排ガス中に含まれる酸性ガスを処理する、排ガス処理方法。

発明の効果

[0008] 本発明の排ガス処理システム及び排ガス処理方法によって、大気中に放出される排ガスに含まれる硫黄酸化物の濃度が急激に高くなることなく、安定して低く抑制することができ、しかも、排ガス回収部で分離除去される固形物中の未反応な処理剤の量も少なくなる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の排ガス処理方法を実施する排ガス処理システムの構成を示す図である。

[図2]排ガスに含まれる SO_2 の濃度の分析結果に基づいて、処理剤を添加した時の SO_2 濃度、 O_2 濃度、及び消石灰の投入量の推移を示すグラフである。

[図3]排ガスに含まれる O_2 の濃度の分析結果に基づいて、処理剤を添加した時の SO_2 濃度、 O_2 濃度、及び消石灰の投入量の推移を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態を説明する。以下の説明は、本発明における実施の形態の一例であって、特許請求の範囲を限定するものではない。

[0011] (排ガス処理システム)

本実施形態に係る排ガス処理システム1は、排ガスを処理するための排ガス処理部11と、排ガス処理部11で処理した排ガスから固形分を分離して回収する排ガス回収部16と、排ガスを処理するための処理剤を貯留する処理剤貯留部12と、排ガス回収部16の上流側及び下流側のうちの少なくとも一方の側に配設され、排ガス中の酸素ガス(O_2)濃度を少なくとも分析する排ガス分析部131、132を有し、前記排ガス分析部131、132で分析した酸素ガス濃度の変動量に基づき、排ガス処理部11で処理する排ガスに含まれる酸性ガスの処理に必要な処理剤の添加量を算出し、算出した添加量の処理剤の供給を指示する処理剤添加管理部13と、処理剤添加管理部13から指示された添加量の処理剤を、処理剤貯留部12から排ガス処理部11に供給する処理剤供給部14と、を備える排ガス処理システムである。さらに、排ガス処理システム1は、排ガス中の酸素ガス濃度を分析する排

ガス分析部 131、132 を配設される。

[0012] (排ガス処理システムの構成)

図 1 は、本発明の排ガス処理方法を実施する排ガス処理システムの構成を示す図である。なお、図 1 において、各ブロックを繋ぐ線のうち、実線は物の流れ、一点鎖線は情報の流れを表している。

本実施形態に係る処理剤の排ガス処理システム 1 は、焼却炉 F、排ガス処理部 11、処理剤供給部 12、処理剤貯留部 14 と、排ガス分析部 131、132 を含む処理剤添加管理部 13 と、排ガス回収部 16 とで主として構成されて、その他に流量計 17、煙突 18 を設けている。以下に、排ガス処理システム 1 の構成に関して詳述する。

[0013] (焼却炉)

焼却炉 F は、例としては、都市ごみ廃棄物焼却炉、産業廃棄物焼却炉、発電ボイラ、炭化炉、民間工場等の燃焼施設をいう。一般的に、都市ごみ廃棄物焼却炉から排出される排ガスには、焼却対象となるごみの種類によって塩化水素 (HCl)、硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x) などの有害な酸性ガス、固形物（以下、「飛灰」と記す。）が含まれるようになっている。この中で、最も量の多いのが硫黄酸化物となっている。排ガスとしては、その発生源や含有成分について特に限定されるものではなく、各種の廃棄物の焼却により生成したガスをいう。「酸性ガス」とは、溶液に溶解して酸性を示すガスをいい、例えば、塩化水素や硫黄酸化物などを含むガスをいう。

[0014] (排ガス処理部)

排ガス処理部 11 は、排ガスに対し処理剤の投入・添加の処理を施すものである。排ガスは、硫黄酸化物を含む酸性ガスであるため、大気への排出に先立って、酸性ガスを中和して環境への有害ガスの排出を抑制する必要がある。そこで、排ガス処理部 11 では、排ガスに対し処理剤として中和剤を添加して中和する。

処理剤（以下、「中和剤」と記すことがある。）としては、中和剤を用い

る。このような処理剤は、排ガスと接触させることで排ガス中に含まれる酸性ガスを中和することができる。

[0015] 排ガス処理部 11 としては、排ガスと固体である処理剤を接触させて反応させることができるものであれば特に限定されず、例えば煙道（ガスの流路）の一部などを排ガス処理部 11 とすることができる。このうち、煙道としては、排ガスを下流側のバグフィルターなどの排ガス回収部 16 へ移送するための移送管などの一部を用いてもよい。さらに、排ガス処理部 11 は、煙道（ガスの流路）に、追加的に設けた閉鎖的な容器、各種反応容器などで構成することもできる。

[0016] なお、排ガスに含まれる酸性ガスは、排ガス処理部 11 で全量を化学的に中和する必要はなく、処理剤が排ガスとともに移送されるにしたがって、その下流側（例えば、排ガス処理部 11 から排ガス回収部 16 までの煙道）で中和してもよい。例えば、処理剤として消石灰を用いた場合、消石灰は酸性ガスとの反応が遅いので、このようなことが起り得る。

[0017] また、排ガスの処理は連続式で行うことができる。また、例えば閉鎖的な容器や気相反応用の各種反応容器を用いるなどして、バッチ式で行ってもよい。いずれの場合においても、排ガスの処理量は特に限定されず、廃棄物の焼却により発生する排ガス量等を考慮して適宜設計することができる。

[0018] （処理剤貯留部）

処理剤貯留部 14 は、排ガスを処理するための処理剤を貯留するものである。本実施形態における排ガス処理システム 1 では、貯留部 14 に貯留されている処理剤を管理する。貯留部 14 としては、処理剤を貯留することができるものであれば特に限定されないが、例えば、貯留タンクやサイロを用いることができる。貯留部 14 の容量や形状としては、特に限定されず、その設置スペースや排ガス処理の稼働計画、排ガスの処理量、排ガスの処理頻度、処理剤の発注頻度等を考慮して適宜設計することができる。

[0019] （処理剤添加管理部）

処理剤添加管理部 13 は、排ガス処理部 11 の上流側及び下流側の双方又

はいずれか一方に配設される排ガス分析部 131 及び 132 を有する。処理剤添加管理部 13 は、排ガス分析部 131、132 によって排ガスを分析し、排ガスの処理に必要な処理剤の添加量を算出し、算出した添加量の処理剤の供給を指示するものである。このように、処理剤添加管理部 13 は、処理すべき排ガスの性質（例えば、酸性ガスの濃度及び流量）、排ガス処理部 11 の大きさなどに応じて分析値の変動量に応じて、処理剤の添加量を変動させている。なお、ここにおける「上流側」及び「下流側」とは、排ガスの流れにおける上流、下流をいう。

[0020] なお、処理剤添加管理部 13 から送信される処理剤の添加量に関する指示は、例えば排ガス処理部 11 の上流側に設けた定量フィーダーなどの処理剤供給部 14 に伝達され、その指示に基づき処理剤供給部 14 を作動させて、排ガス処理部 11 に所定量の処理剤を添加することができる。

[0021] 処理剤添加管理部 13 は、排ガス処理部 11 における排ガスの処理を実施した時に、一定量（例えば、一定流量、一定時間、または一つのバッチ）の排ガスあたり、一定の添加量の処理剤で処理した場合における排ガスの処理回数や処理時間で硫黄酸化物等の各成分の減少するときの数値記憶させた数値を用いて、種々の数値を算出する演算回路を有することが好ましい。演算処理する制御方式は、排ガス中の酸性ガスを分析して、それらを中和するために必要な処理剤の量を算出する方法（フィードフォワード制御）や、処理後の排ガス中の酸性ガスに基づいて必要な処理剤の量を算出する方法（フィードバック制御）がある。

[0022] （排ガス分析部）

排ガス分析部 131、132 は、それぞれ処理剤添加前後の排ガスの性質を分析するもので、排ガス中の塩化水素（HCl）、硫黄酸化物（SO_x）、窒素酸化物（NO_x）の濃度を分析することができる。また、排ガスの流量も分析することができる。この排ガス分析部 131、132 の分析値を処理剤添加管理部 13 が管理する。

排ガス分析部 131、132 は排ガス回収部 16 の下流側に設けることが

好ましい。排ガス回収部 16 の上流側でもよいが、排ガス回収部 16 の上流側は飛灰が多く、この飛灰を濾過・回収した排ガスを排ガス分析部 132 で分析することで、排ガスの分析精度を向上させることができる。このことから、排ガス分析部 132 では、硫黄酸化物濃度に代わり、酸素ガス濃度の分析を実施し、その分析の結果酸素ガス濃度が低下し始めたら、酸素ガス濃度に応じて処理剤を添加する。酸素ガス濃度の分析方式は、ジルコニア方式、磁気方式、レーザ分光方式、電極方式がある。いずれの方式でも用いることができるが、好ましくは、ジルコニア方式を用いる。

[0023] ジルコニア方式は、ジルコニア素子の両面に多孔質の白金電極を貼りつけて加熱し、それぞれの面に酸素ガス分圧の異なるガスを接触させると、酸素濃淡電池が発生します。この電池の作用によって、両電極間に起電力が発生し、酸素ガス濃度が分析できるものである。また、排ガス処理部 11 の上流側及び下流側にそれぞれ配置された排ガス分析部 131 及び 132 から得られる分析結果を相互に照らし合わせることで、排ガスの中和に必要な処理剤の量をより正確に算出することもできる。

[0024] さらに、処理剤の使用量の算出精度をより高めるために、排ガス流量計 19 より排ガス量を分析する。なお、排ガス量は、処理剤の添加前後で殆ど変化しないので、図 1 においては、排ガス流量計を排ガス分析部 132 とともに配置しているが、排ガス流量計の位置はこの例に限定されない。排ガス量を分析することにより、酸性ガス濃度の分析の分析値と合わせて、排ガスに含まれる酸性ガスの絶対量を算出することができ、求められる処理剤の質量をより精度よく算出することができる。

[0025] (処理剤供給部)

処理剤供給部 14 は、処理剤添加管理部 13 により指示された添加量の処理剤を、供給部 12 から排ガス処理部 11 に供給するものである。

処理剤供給部 14 は、処理剤を処理剤供給部 12 から排ガス処理部 11 に所定量供給できる構成であればよく、特に限定はされないが、例えば、定量フィーダーや、ポンプ、粉体供給機で構成することができる。

[0026] (処理剤)

処理剤は、排ガス中の酸性ガスを中和する特性を有する。処理剤としては、液体状であっても、あるいは粉末状（固体状）であってもよいが、排ガスを分析することでその添加量が算出可能である成分を有することが必要である。

[0027] 処理剤としては、特に限定されるものでなく、例えば、水酸化カルシウム、酸化カルシウム、炭酸カルシウム、水酸化マグネシウム、酸化マグネシウム、炭酸マグネシウム、水酸化カルシウム－水酸化マグネシウム、酸化カルシウム－酸化マグネシウム、炭酸カルシウム－炭酸マグネシウム、水酸化ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウムなどを用いることができる。処理剤は1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0028] 処理剤として、粉末状のものを用いる場合、その平均粒子径としては、 $1\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $2\ \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。処理剤の平均粒子径が $1\ \mu\text{m}$ 以上であることにより、下流側の排ガス回収部16における差圧上昇の防止や、回収効率の低下による排ガス中の酸性ガス濃度の上昇を防ぐことができる。また、処理剤の平均粒子径としては、 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $40\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $30\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。処理剤の平均粒子径が $50\ \mu\text{m}$ 以下であることにより、排ガスが接触するのに十分な大きな処理剤の比表面積を確保することができる。

[0029] (排ガス回収部)

排ガス処理システム1は、排ガス処理部11の下流側に、バグフィルターのような排ガス回収部16を設ける。排ガス回収部16は、排ガスに含まれる固形物である飛灰を除去する。ここで除去される飛灰には、排ガス処理部11に添加された処理剤の一部が、排ガス処理の中和反応に使用されないで未反応のまま残った場合には、この未反応な処理剤も含まれている。その他に、処理剤と反応した硫黄酸化物、未反応の塩化水素(HCl)や、硫黄酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)も含まれる。一定時間経過後には、

排ガス回収部 1 6 に集められた飛灰は回収され、外部に排出される。

[0030] (供給量測定計)

処理剤添加管理部 1 3 は、処理剤供給部 1 4 の下流側、かつ排ガス処理部 1 1 の上流側に、供給量測定計（図示せず）を有していてもよい。供給量測定計は、処理剤供給部 1 4 から排ガス処理部 1 1 に供給される処理剤の量を測定するものである。

[0031] (排ガス処理方法)

本実施形態に係る排ガス処理方法は、排ガスに含まれる気体と固形物とを分離して固形物を回収除去する排ガス回収部 1 6 の上流側及び下流側のうちの少なくとも一方の側に配設され、前記排ガス中の酸素ガス濃度を少なくとも分析する排ガス分析部 1 3 1、1 3 2 を有する処理剤添加管理部 1 3 の排ガス分析部 1 3 1、1 3 2 で、分析した酸素ガス濃度の変動量に基づき、排ガス処理部 1 1 で処理する排ガス中に含まれる酸性ガスの処理に必要な処理剤の添加量を算出し、算出した添加量の処理剤の供給を処理剤供給部 1 4 に指示し、指示された添加量の処理剤を処理剤貯留部 1 2 から排ガス処理部 1 1 に供給して、排ガス中に含まれる酸性ガスを処理する。

[0032] (排ガス処理システムの動作)

ここで、排ガス処理システム 1 の排ガス処理方法における動作について説明する。

排ガスが焼却炉 F において廃棄物が焼却されて生成したものである場合、例えば以下の経路を経て処理される。焼却炉 F において生成した排ガスは、煙道および減温塔（いずれも図示せず）を経由することにより冷却され、排ガス回収部 1 6 にて、飛灰が除去又は回収される。その後、排ガス回収部 1 6 を経て、処理剤添加管理部 1 3 の排ガス分析部 1 3 2 に移送される。この排ガス分析部 1 3 2 で、排ガス中の酸素ガス濃度を分析した後、処理剤添加管理部 1 3 から酸素ガス濃度の変動量に応じて、排ガスに含まれる硫黄酸化物を処理するのに必要な量の処理剤を添加する指示が出される。処理剤添加管理部 1 3 からの指示により処理剤供給部 1 2 から供給された処理剤で、排

ガス処理部 11 にて排ガス中の硫黄酸化物が中和処理される。次いで、排ガス分析部 132 で、酸素ガス濃度又は硫黄酸化物濃度などを分析し、排ガスの硫黄酸化物濃度が基準以下であることを確認の上、煙突 18 を経て大気中に排出される。なお、排ガス回収部 16 で除去された飛灰は、さらに重金属などを固定化し除去して埋め立てなどの処理がなされる。

[0033] (酸素ガス濃度の挙動)

本実施形態は、排ガス分析部 132 で排ガス中の酸素ガス (O_2) 濃度を分析する。従来は、排ガス中の酸性ガスに対する処理剤による処理は、中和する目的の酸性ガス、例えば硫黄酸化物 (SO_x) の排ガス中の濃度を分析していた。しかし、排ガス分析部 132 で酸性ガス (例えばイオウ酸化物 SO_x) を分析して結果が出るまでには相当の時間 (例えば 4 分以上) を要していたため、その分析結果の酸性ガスの濃度に基づいて適量の処理剤を、排ガス処理部に添加して排ガスを処理したとしても、処理剤を添加する時点では、処理する排ガスに含まれる酸性ガスの濃度は変動している可能性があるため、添加した処理剤の量は必ずしも過不足なく添加しているとは言えず、酸性ガスの濃度を安定して低く抑制することができず、酸性ガスが一時的に高濃度に上昇変動する場合があった。

そこで、本発明者が鋭意検討を行った結果、排ガス中に含まれる、酸性ガス濃度と酸素ガス濃度には相関関係があり、酸性ガス濃度が高くなり始めると同時に、酸素ガス濃度が低下し始めることを見出した。また、排ガス中の酸素ガスの分析は、分析してから結果が出るまでの時間が、酸性ガスの分析時間に比べて半分以下と短い (例えば 2 分程度) ことから、排ガス中の酸素ガス濃度を分析し、酸素ガス濃度が下がり始めたら、酸性ガスが上昇し始めると予測して、直ちに酸素ガス濃度の低下割合に応じて必要な処理剤を排ガス処理部に添加したところ、酸性ガスが一時的に高濃度に上昇することがなく、酸性ガスの濃度を安定して低く抑制することができることが明らかになった。このことから、本発明では、排ガス中の硫黄酸化物濃度の分析結果を使用する代わり、排ガス中の酸素ガス濃度の分析結果に基づき、排ガス中の

酸素ガス濃度の低下が始まった時点で適正量の処理剤を添加して、排ガス中の硫黄酸化物の中和処理を実施することによって、酸性ガスが一時的に高濃度に上昇変動することなく、酸性ガスの濃度を安定して低く抑制することができる。

[0034] 酸素ガス濃度と硫黄酸化物濃度との相関は、排ガス処理システムの装置の特性、装置の大きさ、排ガスが発生する反応の状況等によって異なってくる。したがって、個々の排ガス処理システムによる酸素ガス濃度と硫黄酸化物濃度との関係を調べた検量線を予め作成しておき、その上で、排ガス量と併せて考慮することで、排ガスに含まれる酸性ガスの処理に必要な処理剤の添加量を決定することができる。

[0035] (硫黄酸化物濃度の分析時間)

また、硫黄酸化物濃度の分析には、硫黄酸化物の主体となる二酸化硫黄の赤外領域における光吸収を利用して、二酸化硫黄濃度を求める方式で実施していた。具体的には、二酸化硫黄の $7.3 \mu\text{m}$ 付近における赤外線吸収量を分析し、排ガス中に含まれる二酸化硫黄濃度を連続的に分析した。しかし、硫黄酸化物の現在の分析は、分析原理にもよるが、結果ができるまでに数分の時間、最低限として現状では4分の時間を要していた。その時間分に応じて、焼却炉Fから排ガス回収部11を通して煙突18に排ガスが流れている。したがって、分析を始めてから結果ができるまでの間に、処理剤が投入されていない排ガスが大気中に流れていた。

[0036] (酸素ガス濃度の分析時間)

そこで、本実施形態の排ガス処理システム1は、排ガス中の硫黄酸化物濃度を分析するのではなく、排ガス中の酸素ガスに着目し、その酸素ガス濃度を分析・測定する。分析・測定方式は、ジルコニア式を用いた酸素濃度計で、排ガス処理システム1の排ガス分析部132の上流又は下流に設けて分析することができる。通常は、酸素ガス濃度分析では、ジルコニア方式では2分で分析でき、硫黄酸化物の濃度分析に比較して短時間で分析ができる。したがって、酸素濃度計の分析時間は、排ガスが排ガス分析部132に達して

から、短時間にすることができるので排ガス回収部 16 の下流側であっても酸素ガス濃度を分析し分析値を出して、短時間で処理剤添加管理部 13 から処理剤供給部 12 に指示を出せることで、処理剤供給部 12 が処理剤の供給をして、排ガス処理部 11 で処理する。これで、処理剤で中和されない排ガスを減らし、中和されずに大気中に漏洩する排ガスを減少させることができる。

[0037] (酸素ガス濃度の変化の利用)

以上説明したように、排ガス分析部 132 における分析対象である酸素ガス濃度、硫黄酸化物濃度の分析にかかる時間と、排ガス処理システム 1 における酸素ガス濃度、硫黄酸化物濃度の変化の挙動に現れる時間差との両方を利用することで、処理剤で中和されない排ガスを大きく減らし、中和されずに大気中に漏洩する排ガスを少なくすることができる。このように、硫黄酸化物の中和処理に対応できない遅延時間を極力少なくすることで、硫黄酸化物を含む排ガスの煙突からの漏洩を抑えることができた。

[0038] (処理剤の段階的添加)

また、1 時間あたりに処理する酸性ガスの質量を排ガス量と硫黄酸化物濃度から求め、単位量の硫黄酸化物に対する中和反応を考慮した処理剤の量を掛けることで必要な処理剤の量を求めていた。そのうえで、フィードフォワード制御方式又はフィードバック制御方式で、排ガスに対する処理剤の添加の制御を実施していた。したがって、本実施形態では、これまでの硫黄酸化物濃度の分析による制御方式と同様に、排ガス分析部 132 で分析した酸素ガス濃度の変化の数値を基に、処理剤の添加量を制御するロジックを処理剤添加管理部 13 に組み込むことで、硫黄酸化物の処理を制御している。

[0039] しかし、酸素ガス濃度の変化は、硫黄酸化物濃度よりも変化が緩やかである。また、酸素ガス濃度の変化は、処理剤を添加する開始時点を指示しているが、酸素ガス濃度と硫黄酸化物濃度が完全に対応しているわけではない。そこで、酸素ガス濃度の変化に完全に対応させるのではなく、酸素ガス濃度変化に対応して処理剤の添加量を段階的に可変させることが好ましい。例え

ば、酸素ガス濃度が低下した時に、低下分に応じて処理剤の量を決めるのではなく、最初の処理剤の添加であっても多くの量を添加する。酸素ガス濃度に対して段階的な添加する量を決めておく。その後、酸素ガス濃度の低下傾向が小さくなってきたところで処理剤を添加する量を大きく減らして少なくする。このように段階的処理をすることで、排ガス処理システム 1 における酸素ガス濃度に対応して、硫黄酸化物の中和処理を実施することができる。

[0040] (上流側の排ガス分析部)

また、酸素ガス濃度の分析値は、排ガス回収部 16 の下流側の排ガス分析部 132 を用いたが、排ガス回収部 16 の上流側の排ガス分析部 131 の分析による分析値で処理剤添加管理部 13 が管理することでもよい。処理剤供給部 12 と排ガスを分析する位置が距離的・時間的に近いほうが排ガスに対して即応的な処理剤の添加を可能にする。

実施例

[0041] 以下、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

[0042] 排ガス中の硫黄酸化物を中和させて排ガス回収部で回収するためには、通常では、排ガス回収部の後に、硫黄酸化物の量を分析する。硫黄酸化物の制御には、硫黄分析結果に基づき、PID等のフィードバック制御方式が用いられ、処理剤の添加量の制御が行われている。これまで、多くの場合、排ガス回収部の下流側で硫黄酸化物濃度を分析し、その分析結果から、排ガス回収部の上流側で処理剤を提供していた。排ガス回収部の下流側での酸素ガス濃度及び硫黄酸化物濃度の分析の影響を比較するために、それぞれの濃度分析を実施した時の硫黄酸化物濃度の推移と処理剤である消石灰の消費の状況を分析した。

[0043] (比較例 1)

比較例 1 として、上述した排ガス処理システムを配備している工場で、従来と同じ排ガス処理方法で、硫黄酸化物濃度を分析して、排ガス処理を実施した。

ここでは、酸素ガス濃度の変化に関係なく、硫黄酸化物濃度の変化をとらえ、処理剤の添加を開始した。このときの、硫黄酸化物濃度と処理剤の添加の時間の推移を図2に示している。硫黄酸化物濃度の分析は、赤外線方式を用いる硫黄酸化物の分析計で排ガスが分析計に達してからの応答時間が数分、具体的には、90%応答までに240秒程度である。一方、酸素ガス濃度は、ジルコニア方式で、90%応答までに120秒程度で分析することができる。

[0044] 図1に示す排ガス処理システムの排ガス処理部に排ガスを流し、図2に示すように、硫黄酸化物である二酸化硫黄(SO_2)濃度が高くなり始めた時点で、処理剤である消石灰を投入した。しかし、排ガス回収部の下流側にある排ガス分析部の位置では、 SO_2 濃度が急激に増加し始めた。その後、1～2分くらい経過したときに SO_2 濃度がピークに達した後に、処理剤添加の効果が始まって SO_2 濃度が低下している。このことから、排ガス処理部内への処理剤の添加が、排ガスに含まれる SO_2 濃度が十分に処理しきれていないことがわかる。処理剤が混じった排ガスが排ガス分析部にきたときには、処理剤で処理されていない硫黄酸化物を多く含んだ排ガスが、1～2分の間に煙突を通して大気中に排出・漏洩されたことになる。

[0045] (実施例1)

次に、酸素ガス(O_2)濃度の変化をとらえ、処理剤を添加した。このときの、 O_2 濃度と処理剤の量の推移を図3に示している。

実施例1では、予め排ガス中に含まれる SO_2 濃度と O_2 濃度を分析し、検量線を作成した上で、以下のように段階的に処理剤の添加量を可変させるプログラムを導入し、従来の制御方式と本プログラムで添加量が高い値を採用する方式とした。表1に、酸素ガス濃度(%)と投入する消石灰の量(kg/h)の関係を示している。

[0046]

[表1]

酸素ガス濃度 (%)	10.0以上	7.0～10.0	6.0～7.0	4.5～6.0	4.5以下
消石灰添加量 (kg/h)	77	150	200	250	300

[0047] 図3に示すように、排ガスを流して1分経過後に、酸素濃度が10%より低くなってきたところで、処理剤である消石灰を投入した。しかし、排ガス回収部の下流側にある排ガス分析部には、酸素ガス濃度が低下した時から2分後に硫酸化物濃度の高い排ガスが流れてきた。したがって、処理剤が混じった排ガスが排ガス分析部に到達したときには、中和処理されていない硫酸化物を多く含んだ排ガスは外部に排出されたことになる。しかしながら、硫酸化物濃度の上昇の1分くらい前に、消石灰の添加が始まっている。そのため、硫酸化物濃度のピークが、比較例1に比べて、非常に低くなっている。また、酸素ガス濃度の変化に連続的に消石灰の添加量を変えるのではなく、酸素ガス濃度の変化に段階的に添加量を変えることで、多めの消石灰の消費量であるが、硫酸化物に対して未処理の硫酸化物生じないようにしている。これらの処理によって、処理剤が添加処理されていない硫酸化物を多く含んだ排ガスの外部に排出・漏洩が非常に少ないことを示している。

[0048] ただし、実施例1では、比較例1と比較して、早くから消石灰を添加していることから、添加している時間が長く、消石灰の添加量が大きくなっていることがわかる。ただし、これによっても、排ガス中の硫酸化物の中和処理が十分実施できていることがわかる。

[0049] なお、図2及び図3に示される消石灰から明らかなように、実際の排ガス処理システムでは、酸素、硫酸化物濃度に関係なく、常に一定量の処理剤を添加している。ここで、「処理剤の添加」とは、平常な添加から多量の処理剤を添加することをいう。

符号の説明

[0050]	1	排ガス処理システム
	1 1	排ガス処理部
	1 2	処理剤貯留部
	1 3	処理剤添加管理部
	1 3 1, 1 3 2	排ガス分析部
	1 4	処理剤供給部
	1 6	排ガス回収部
	1 7	排ガス流量計
	1 8	煙突
	F	焼却炉