

## 明 細 書

発明の名称：排ガス水銀除去システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、排ガス水銀除去システムに関する。本願は、2018年6月29日に出願された特願2018-124452号に対して優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] ごみ焼却炉を備えた清掃工場やボイラを備えた石炭火力発電所などのプラントから排出される排ガスには、毒性の高い水銀が含まれるため、従来から、排ガスに含まれる水銀を活性炭で吸着して除去するシステムが種々検討されてきた。

特許文献1には、ごみ焼却炉から排出される排ガスに含まれる水銀の濃度を、集塵装置であるバグフィルタの下流に設置した水銀濃度計で測定し、バグフィルタの上流側の配管内に供給する活性炭の供給量を水銀濃度計の出力値に応じて調整するシステムが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6070971号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来のシステムでは、排ガスに含まれる水銀の濃度（以下、「排ガス水銀濃度」という）に関係なく、常時少量かつ一定量の活性炭を連続的に排ガスに供給している。このため、突発的に排ガス水銀濃度が上昇しても、当該活性炭で吸着・除去できる排ガス水銀濃度までは、特段の処理をする必要がない。

しかしながら、排ガス水銀濃度が当該活性炭の許容する水銀の吸着量、すなわち当該活性炭の処理量を上回った場合、活性炭により処理しきれなかつ

た水銀を含む排ガスが煙突からプラントの外へ排出されることになる。

[0005] そこで、従来のシステムでは、水銀濃度計で集塵装置の下流の水銀濃度を計測し、水銀濃度計の出力値が当該活性炭の許容する処理量を上回った場合、それに応じて増加した量（当該出力値が示す濃度の水銀を吸着するのに必要十分な量）の活性炭を集塵装置の上流に供給していた。

[0006] しかし、排ガス中の水銀濃度は短時間（数十秒間～数分間）で急峻に増加することが多いため、集塵装置の下流で計測した濃度の水銀を処理するのに必要十分な量の活性炭を集塵装置の上流で供給しても、その供給場所における水銀濃度は急峻に増加しているため、当該活性炭の処理量をはるかに上回り、結局、十分に水銀の処理をできずに、法的な基準値を超える量の水銀を含む排ガスを煙突から排出する危険性があった。

[0007] 上述のように常時少量ではなく、常時多量に一定量の活性炭を連続的に排ガスに供給すれば、この危険性は低減するが、不経済である。

すなわち、従来のシステムでは、経済的かつ効果的に、排ガスに含まれる水銀の排出量（大気へ放出される水銀の排出量）を低下させることが困難であった。

[0008] この発明は、従来と同様の構成のシステム、すなわち集塵装置の下流の排ガスに含まれる水銀の濃度を水銀濃度計で測定し、且つ、集塵装置の上流側の配管内に供給する活性炭の供給量を当該水銀濃度計の出力値に応じて調整するシステムでありながら、大気放出される水銀の排出量を、従来に比べ、経済的かつ効果的に低下させることができる排ガス水銀除去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

[0009] 本発明の排ガス水銀除去システムは、水銀を含む排ガスを除塵処理する集塵装置から排出される前記排ガスに含まれる前記水銀の濃度を測定し、前記測定の結果に対応する出力値を出力する水銀濃度計と、活性炭を前記集塵装置の上流の前記排ガスへ供給する活性炭供給装置と、前記出力値に基づいて前記活性炭供給装置を制御する制御装置と、を有し、前記制御装置は、前記

出力値が第一の閾値未満の場合、所定量の前記活性炭を間欠的に供給するよう前記活性炭供給装置を制御し、前記出力値が前記第一の閾値以上、且つ、前記出力値の上昇速度が第一の上昇速度未満の場合、前記所定量より多い第一の供給量の前記活性炭を供給し、前記第一の供給量の前記活性炭を供給した後に、前記出力値の上昇速度が0以上になったら、前記第一の供給量より多い第二の供給量の前記活性炭を供給するよう前記活性炭供給装置を制御し、前記出力値が前記第一の閾値以上、且つ、前記出力値の上昇速度が前記第一の上昇速度以上で第二の上昇速度未満の場合、前記第二の供給量の前記活性炭を供給するよう前記活性炭供給装置を制御し、前記第一の供給量又は前記第二の供給量の前記活性炭を供給した後に、前記出力値の上昇速度が0未満の場合、前記出力値が前記第一の閾値より大きい第二の閾値未満となるまで、その時点の前記活性炭の供給量を維持し、前記出力値が前記第二の閾値未満になったら、前記その時点の前記活性炭の供給量を低減し、前記出力値が前記第一の閾値より小さい第三の閾値未満になったら、前記所定量の前記活性炭を前記間欠的に供給するよう前記活性炭供給装置を制御する。

[0010] このような構成によれば、水銀濃度計の出力値の変化の速度に対応して活性炭の供給量を変化させ、活性炭を連続供給することができる。すなわち、水銀濃度計の計測場所を流れる排ガス中の水銀濃度が、当該水銀濃度の計測の後、急速に上昇するのか、横這いであるのか、または下降するのか、水銀濃度計の出力値の変化の速度に基づいて予測し、集塵装置の上流側で供給する活性炭の供給量を、当該速度に対応して、それぞれ大幅に増加、緩やかに増加、維持または減少することができる。言い換えれば、活性炭の供給場所における水銀濃度の変化を予測して適切な量の活性炭が事前に供給されるので、経済的かつ効果的に、大気放出される排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0011] この構成では、上昇速度が急速に増加する場合には活性炭の供給量を事前に大幅に増加し、緩やかに上昇する場合には事前、且つ、段階的に増加することができる。また、一旦、活性炭を増加させて供給した後も上昇速度が0

以上の場合には、さらに活性炭を増加させて供給する。すなわち、排ガス水銀濃度の上昇速度に応じて多段階的に活性炭の量を増加して供給するので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0012] 排ガス水銀濃度は、特段の処理を実施しない場合、ピーク到達後、長時間（数十分間～数時間）かけて緩やかに低下することがある。よって、この構成では、排ガス水銀濃度が下降する速度（以下、「下降速度」といい、排ガス水銀濃度の上昇速度が0未満の場合に相当）によらず、排ガス水銀濃度が所定値（第二の閾値、例えば法定の基準値）未満に低下するまでは、その時点の活性炭供給量を維持して急速に排ガス水銀濃度を低下させる。そして、当該所定値未満の場合は、排ガス水銀濃度の下降速度に応じて活性炭の量を低減して供給する。このため、ピーク到達後、長時間（数十分間～数時間）かけて緩やかに低下する排ガス水銀濃度を急速に下げることができ、また、上記所定値未満では排ガス水銀濃度の下降速度に応じて段階的に活性炭の量を低減し、最終的には活性炭を間欠的に供給するので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0013] 上記排ガス水銀除去システムにおいて、前記測定の結果は、前記測定をした時点の前記水銀の濃度であってよい。

[0014] このような構成によれば、水銀濃度計の測定の結果に対応する出力値は、測定をした時点の水銀の濃度そのものに対応した値となる。従って、複数の測定時点の水銀の濃度の平均値を出力値とする水銀濃度計を使用する場合に比べ、活性炭を供給する際の応答速度を上昇させるのみならず、水銀濃度計の出力値の変化の速度も均されることがないので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0015] 上記排ガス水銀除去システムにおいて、前記活性炭は、ハロゲン添着活性炭であってよい。

[0016] このような構成によれば、通常の活性炭に比べ、水銀の存在形態や共存ガスの影響を受けにくいと、安定、且つ、高い水銀除去性能を得ることができ

きるので、より効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0017] 上記排ガス水銀除去システムは、ごみ焼却炉と、前記ごみ焼却炉の下流、且つ、前記集塵装置の上流に配置された減温塔をさらに備え、前記集塵装置は、バグフィルタであり、前記排ガスは、前記ごみ焼却炉から排出され、前記制御装置は、前記出力値が前記第一の閾値以上の場合、前記減温塔を制御して前記排ガスの温度を低下させてよい。

[0018] このような構成によれば、減温塔を制御して排ガスの温度を低下させることによって、水銀の除去量を増加させることができるので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0019] 上記排ガス水銀除去システムは、前記バグフィルタから排出される飛灰を、前記バグフィルタの上流、且つ、前記減温塔の下流に搬送して前記排ガスに向けて供給する飛灰循環装置を備えてよい。

[0020] このような構成によれば、バグフィルタから排出される飛灰に含まれる未反応の活性炭を再利用することができるため、新品の活性炭の供給量を低減することができ、より経済的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

### 発明の効果

[0021] 本発明によれば、水銀濃度計の出力値の変化の速度に基づいて、水銀濃度の変化を予測して事前に適切な量の活性炭が供給されるので、経済的かつ効果的に、大気放出される排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態の排ガス水銀除去システムの概略構成図である。

[図2]本発明の実施形態の排ガス水銀除去システムの制御について説明するフローチャートである。

[図3]本発明の変形例の排ガス水銀除去システムの概略構成図である。

[図4]本発明の変形例の排ガス水銀除去システムの概略構成図である。

### 発明を実施するための形態

- [0023] 以下、本発明の実施形態の排ガス水銀除去システムについて図面を参照して詳細に説明する。本発明の排ガス水銀除去システムは、水銀を含む排ガスを排出するプラントであれば、ごみ焼却炉を備えた清掃工場やボイラを備えた石炭火力発電所を含むいかなるプラントにも適用可能である。以下、ごみ焼却炉を備えた清掃工場（ごみ処理プラント）を実施形態として説明する。
- [0024] 図1に示すように、ごみ処理プラント1（排ガス水銀処理システム）は、ごみ等の被焼却物を焼却するごみ焼却炉3（例えば、順送式のストーカ炉）と、ごみ焼却炉3で発生した排ガスEと熱交換するボイラ4と、ボイラ4を通過した排ガスEに水等を噴霧してその温度を低下させる減温塔6と、減温塔6を通過した排ガスEに含まれる煤塵を除塵する集塵装置（バグフィルタ）7と、減温塔6と集塵装置7を接続して排ガスEを通過させる配管（ダクト）9aと、集塵装置7で除塵された排ガスEを大気に放出する煙突8と、集塵装置7と煙突8を接続して排ガスEを通過させる配管（ダクト）9bと、配管9bに配置されて配管9bの内部を流れる排ガスEに含まれる水銀の濃度（排ガス水銀濃度）を計測する水銀濃度計11と、配管9aの内部に活性炭を供給する活性炭供給装置12と、水銀濃度計11の出力値に応じて活性炭供給装置12を制御する制御装置13を有している。
- [0025] 活性炭供給装置12は、活性炭が貯留されるホッパ14と、ホッパ14から配管9aの内部へ活性炭を定量供給するフィーダ15を有している。フィーダ15は、例えば、ロータリーフィーダである。フィーダ15がロータリーフィーダの場合、制御装置13は、ロータリーフィーダの回転速度を増減することで、活性炭の供給量を増減させるよう制御することができる。
- [0026] 水銀濃度計11は、所定の時間間隔（例えば、20秒間隔）で自動的に且つ連続的に出力値を出力する連続水銀濃度計である。また、水銀濃度計11は、所定の時間間隔において測定された複数の測定値を測定の結果とし、これら複数の測定値の平均値に対応した出力値を制御装置13へ送信する水銀濃度計でもよいし、平均値を出力値とせず、測定した時点のただ一つの測定値

そのものを測定の結果とし、これに対応した出力値を制御装置 13 へ送信する水銀濃度計でもよい。このため、いずれの場合も、水銀濃度計 11 の出力値は、「測定の結果に対応する」値といえる。また、水銀濃度計 11 の出力値は一般的にデジタル値であり、(1) 排ガス水銀濃度の値そのものを示す場合もあれば、(2) 水銀濃度計 11 により暗号化されて出力され、制御装置 13 により復号されて初めて水銀濃度の値が得られる場合もある。いずれにしても、出力値は、排ガス水銀濃度に相当または対応する値である。

[0027] ただし、測定した時点のただ一つの測定値そのものを出力値とする水銀濃度計は、複数の測定値が均されないで、起動した当初から高速に出力値を出力することができる。このため、排ガス水銀濃度をより迅速かつ効果的に低下させる観点から、本発明の排ガス水銀処理システムにおいては、複数の測定時点の水銀の濃度の平均値を出力値とする水銀濃度計よりも測定した時点のただ一つの測定値そのものを出力値とする水銀濃度計を用いるのが望ましい。

[0028] なお、活性炭供給装置 12 は、例として、活性炭の最大供給能力が  $800 \text{ mg} / \text{Nm}^3$  の装置であるとして説明する。また、活性炭供給装置 12 は、活性炭の供給量を多段階に変更できる。ここでは、5 段階の例を示す。具体的には、活性炭供給装置 12 は、最大供給能力の 5 % の供給量 ( $40 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ ) を所定量 A0 とし、最大供給能力の 25 % の供給量 ( $200 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ ) を第一供給量 A1 とし、最大供給能力の 50 % の供給量 ( $400 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ ) を第二供給量 A2 とし、最大供給能力の 75 % の供給量 ( $600 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ ) を第三供給量 A3 とし、最大供給能力の 100 % の供給量 ( $800 \text{ mg} / \text{Nm}^3$ ) を第四供給量 A4 とする 5 段階の供給量の変更が可能である。

[0029] では、図 2 を用いて、ごみ処理プラント 1 (排ガス水銀処理システム) の制御につき詳述する。

まず、ごみ処理プラント 1 の運転が開始されると、制御装置 13 は、活性炭供給装置 12 を制御して、所定量 A0 の活性炭を配管 9a 内に所定時間間隔で間欠的に供給する (ステップ S1)。ここでは、例として、5 分間の間

隔で間欠的に活性炭を供給する。言い換えれば、活性炭の供給と活性炭の供給の停止を5分間ごとに交互に繰り返す。

間欠的に少量の活性炭を供給するのは、水銀以外にダイオキシン類などを集塵装置7で除去するためである。

[0030] 制御装置13は、水銀濃度計11が所定間隔（例えば、20秒間隔）で送信する出力値を連続して受信しており、受信した出力値が第一の閾値C1未満か第一の閾値C1以上かを判定する（ステップS2）。受信した出力値が第一の閾値C1未満の場合、制御装置13はステップS1の実行、すなわち活性炭の間欠的な供給を続行する。受信した出力値が第一の閾値C1以上の場合、後述するように、制御装置13は、出力値の変化の速度に応じて、活性炭の供給量を所定量A0よりも増加させ、且つ、間欠的ではなく連続的に活性炭を供給する制御を開始する。

[0031] なお、制御装置13は、新たな出力値を受信するたびに出力値の変化の速度を算出する。当該速度は、新たな出力値とその1つ前に受信した出力値（すなわち、直近の出力値）の差を先述の所定間隔である20秒間で除算することで算出できる。すなわち、

（出力値の変化の速度）＝（（新たな出力値）－（直近の出力値））／所定間隔

とすることができる。

また、平成30年4月1日に施行された改正大気汚染防止法では、新設の廃棄物焼却炉における水銀の排出基準値を単位時間平均で $30\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ としている。そこで、ここでは、法定の基準値よりもやや小さい排ガス水銀濃度の段階から早期に排ガス水銀濃度を低下させるべく、第一の閾値C1を一例として $20\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ に相当する値に設定している。

[0032] では、次に、ステップS2で、制御装置13の受信した出力値が第一の閾値C1以上であった場合につき、説明を進める。

まず、制御装置13は、受信した新たな出力値を用いて出力値の変化の速度（上昇速度）を算出し、上昇速度が第一の上昇速度V1未満か（ステップ

S 3 1)、第一の上昇速度 $V_1$ 以上かつ第二の上昇速度 $V_2$ 未満か(ステップS 3 2)、第二の上昇速度 $V_2$ 以上かつ第三の上昇速度 $V_3$ 未満か(ステップS 3 3)、第三の上昇速度 $V_3$ 以上か(ステップS 3 4)を判定する。ここでは、例として、第一の上昇速度 $V_1$ を $1\mu\text{g}/\text{Nm}^3\cdot\text{s}$ に相当する値、第二の上昇速度 $V_2$ を $3\mu\text{g}/\text{Nm}^3\cdot\text{s}$ に相当する値、第三の上昇速度 $V_3$ を $5\mu\text{g}/\text{Nm}^3\cdot\text{s}$ に相当する値としている。

[0033] そして、上昇速度が第一の上昇速度 $V_1$ 未満の場合、制御装置13は、活性炭供給装置12を制御して、第一供給量 $A_1$ の活性炭を連続的に供給する(ステップS 4 1)。上昇速度が第一の上昇速度 $V_1$ 以上かつ第二の上昇速度 $V_2$ 未満の場合、第二供給量 $A_2$ の活性炭を連続的に供給する(ステップS 4 2)。上昇速度が第二の上昇速度 $V_2$ 以上かつ第三の上昇速度 $V_3$ 未満の場合、第三供給量 $A_3$ の活性炭を連続的に供給する(ステップS 4 3)。上昇速度が第三の上昇速度 $V_3$ 以上の場合、第四供給量 $A_4$ の活性炭を連続的に供給する(ステップS 4 4)。

すなわち、出力値が第一の閾値 $C_1$ 以上であった場合には、排ガス水銀濃度の上昇速度が急速に上昇する場合には活性炭の供給量を即時に大幅増加させ、緩やかに上昇する場合には小幅増加させることができる。

[0034] 次に、ステップS 4 1、S 4 2、S 4 3、またはS 4 4の実行の後、制御装置13は、水銀濃度計11から新たな出力値を受信する。そして、先述のように、制御装置13は上昇速度を算出し、上昇速度が0未満か0以上かを判定する。図2では、ステップS 4 1の後に実行する当該判定をステップS 5 1、ステップS 4 2の後に実行する当該判定をステップS 5 2、ステップS 4 3の後に実行する当該判定をステップS 5 3、ステップS 4 4の後に実行する当該判定をステップS 5 4としている。

[0035] ステップS 5 1で、上昇速度が0以上と判定した場合、排ガス水銀濃度は増加中(上昇中)もしくは活性炭供給量と均衡が取れた状態である。排ガス水銀濃度を早期に減少させるためには、現時点で供給している活性炭の供給量をさらに増加させる必要があるが、経済性を鑑みて、段階的に増加させる

。そこで、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 2 を実行する。すなわち、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第一供給量 A 1 よりも一段階上の供給量である第二供給量 A 2 を供給する。

[0036] 同様に、ステップ S 5 2 で、上昇速度が 0 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度は増加中（上昇中）もしくは活性炭供給量と均衡が取れた状態であるので、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 3 を実行する。すなわち、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第二供給量 A 2 よりも一段階上の供給量である第三供給量 A 3 を供給する。ステップ S 5 3 で、上昇速度が 0 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 4 を実行する。すなわち、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第三供給量 A 3 よりも一段階上の供給量である第四供給量 A 4 を供給する。

ただし、ステップ S 5 4 で、上昇速度が 0 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度は増加中（上昇中）もしくは活性炭供給量と均衡が取れた状態であるが、この時点で供給している活性炭の供給量は、活性炭供給装置 1 2 の最大の供給量である第四供給量 A 4 であるので、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 4 を続行する。

[0037] ステップ S 5 1、S 5 2、S 5 3、または S 5 4 で、上昇速度が 0 未満と判定した場合、排ガス水銀濃度は減少中（下降中）である。そして、制御装置 1 3 は、受信した出力値が第二の閾値 C 2 未満か第二の閾値 C 2 以上かを判定する。図 2 では、ステップ S 5 1 の後に実行する当該判定をステップ S 6 1、ステップ S 5 2 の後に実行する当該判定をステップ S 6 2、ステップ S 5 3 の後に実行する当該判定をステップ S 6 3、ステップ S 5 4 の後に実行する当該判定をステップ S 6 4 としている。

[0038] ここで、第二の閾値 C 2 は、一例として、法定の基準値に相当する値であり、新設の廃棄物焼却炉における水銀の基準値である  $30 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （単位時間平均値）に相当する値に設定している。

そして、ステップ S 6 1、S 6 2、S 6 3、または S 6 4 で、第二の閾値 C 2 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度は下降中であるものの、長時間継

続した場合、基準値を超過する可能性がある。このため、下降中であっても、この時点で活性炭の供給量を減少させると、排ガス水銀濃度の早期低減が困難である。

[0039] そこで、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、現時点で供給している活性炭の供給量を維持する。すなわち、ステップ S 6 1 で、第二の閾値 C 2 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 1 を続行する。同様に、ステップ S 6 2 で、第二の閾値 C 2 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 2 を続行する。ステップ S 6 3 で、第二の閾値 C 2 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 3 を続行する。ステップ S 6 4 で、第二の閾値 C 2 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 4 4 を続行する。

[0040] ステップ S 6 1、S 6 2、S 6 3、または S 6 4 で、第二の閾値 C 2 未満と判定した場合、排ガス水銀濃度は下降中であり、かつ、排ガス水銀濃度は、法定の基準値をすでに下回っている。そこで、制御装置 1 3 は、経済性を鑑みて、現時点で供給している活性炭の供給量を段階的に減少させる。

[0041] すなわち、ステップ S 6 4 で、第二の閾値 C 2 未満と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 7 4 を実行する。ステップ S 7 4 では、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第四供給量 A 4 よりも一段階下の供給量である第三供給量 A 3 を供給する。このとき、制御装置 1 3 は、水銀濃度計 1 1 から新たな出力値を受信しており、上昇速度が 0 未満か 0 以上かを判定する。そして、上昇速度が 0 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度が再び増加する可能性があることから、元の活性炭の供給量である第四供給量 A 4 に戻すべく、制御装置 1 3 はステップ S 4 4 を実行する。一方、上昇速度が 0 未満と判定した場合、排ガス水銀濃度は継続的に減少していることから、制御装置 1 3 はステップ S 6 3 を実行する。

[0042] 同様に、ステップ S 6 3 で、第二の閾値 C 2 未満と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 7 3 を実行する。ステップ S 7 3 では、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第三供給量 A 3 よりも一段階下の供給量

である第二供給量 A 2 を供給する。このとき、制御装置 1 3 は、水銀濃度計 1 1 から新たな出力値を受信しており、上昇速度が 0 未満か 0 以上かを判定する。そして、上昇速度が 0 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度が再び増加する可能性があることから、元の活性炭の供給量である第三供給量 A 3 に戻すべく、制御装置 1 3 はステップ S 4 3 を実行する。一方、上昇速度が 0 未満と判定した場合、排ガス水銀濃度は継続的に減少していることから、制御装置 1 3 はステップ S 6 2 を実行する。

[0043] また、ステップ S 6 2 で、第二の閾値 C 2 未満と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 7 2 を実行する。ステップ S 7 2 では、制御装置 1 3 は活性炭供給装置 1 2 を制御して、第二供給量 A 2 よりも一段階下の供給量である第一供給量 A 1 を供給する。このとき、制御装置 1 3 は、水銀濃度計 1 1 から新たな出力値を受信しており、上昇速度が 0 未満か 0 以上かを判定する。そして、上昇速度が 0 以上と判定した場合、排ガス水銀濃度が再び増加する可能性があることから、元の活性炭の供給量である第二供給量 A 2 に戻すべく、制御装置 1 3 はステップ S 4 2 を実行する。一方、上昇速度が 0 未満と判定した場合、排ガス水銀濃度は継続的に減少していることから、制御装置 1 3 はステップ S 6 1 を実行する。

[0044] さらに、ステップ S 6 1 で、直近の出力値が第二の閾値 C 2 未満と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップ S 7 1 を実行する。この時点において、連続的に供給される活性炭量としては最少の第一供給量 A 1 が供給されている。そこで、制御装置 1 3 は、供給する活性炭量をさらに少なくするため、間欠的な供給とすべく S 1 を実行するか否かを判定する必要がある。

[0045] このため、S 6 1 の実行の後、制御装置 1 3 は、当該直近の出力値が第三の閾値 C 3 未満か第三の閾値 C 3 以上かを判定する。ここで、第三の閾値 C 3 は、第一の閾値 C 1 よりも小さい  $10 \mu\text{g} / \text{Nm}^3$  に相当する値に設定している。すなわち、第三の閾値 C 3 は、この時点の排ガス水銀濃度が法定の基準値より十分に小さく、且つ、活性炭の連続的な供給を開始する第一の閾値 C 1 に相当する値よりも小さい値としている。

[0046] ステップS 7 1 で、第三の閾値C 3 未満と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップS 1 を実行する。この場合、排ガス水銀濃度は基準値を大幅に下回っており、経済性を考慮し、活性炭の供給量を増加する必要のない通常の制御に復帰する。

ステップS 7 1 で、第三の閾値C 3 以上と判定した場合、制御装置 1 3 は、ステップS 3 1 を実行する。そして、再び、排ガス水銀濃度が上昇する予兆がないか確認する。

[0047] 上記実施形態によれば、水銀濃度計 1 1 の計測場所を流れる排ガス中の水銀濃度が、水銀濃度計 1 1 の計測の後、急速に上昇するのか、横這いであるのか、または下降するのか、水銀濃度計 1 1 の出力値の変化の速度に基づいて予測し、集塵装置 7 の上流側で供給する活性炭の供給量を、当該速度に対応して、それぞれ大幅に増加、緩やかに増加、維持または減少することができる。言い換えれば、活性炭の供給場所における水銀濃度の変化を予測して適切な量の活性炭が事前に供給されるので、経済的かつ効果的に、大気放出される排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0048] また、本実施形態では、上昇速度が急速に増加する場合には事前に活性炭の供給量を大幅に増加、緩やかに上昇する場合には事前、且つ、段階的に増加することができ、また、一旦、活性炭を増加させて供給した後も 0 以上の上昇速度がある場合には、さらに活性炭を増加させて供給する。すなわち、排ガス水銀濃度の上昇速度に応じて多段階的に活性炭の量を増加して供給するので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0049] さらに、本実施形態では、排ガス水銀濃度の下降速度によらず、排ガス水銀濃度が所定値（第二の閾値、例えば法定の基準値）未満に低下するまでは、その時点の活性炭供給量を維持して急速に排ガス水銀濃度を低下させる。そして、当該所定値未満の場合は、排ガス水銀濃度の下降速度に応じて活性炭の量を低減して供給する。このため、排ガス水銀濃度を急速に下げることができ、また、上記所定値未満では排ガス水銀濃度の下降速度に応じて活性

炭の量を低減し、最終的には活性炭を間欠的に供給するので、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0050] 本実施形態において、活性炭をハロゲン添着活性炭としてもよい。ハロゲン添着活性炭は、通常の活性炭に比べ、より安定した高い水銀除去性能を得ることができる。

[0051] (変形例 1)

以下、本発明の実施形態の変形例について図面を参照して詳細に説明する。なお、本変形例 1 では、上述した実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図 3 に示すように、本変形例の排ガス水銀除去システム 1 B は、制御装置 1 3 B が活性炭供給装置 1 2 だけでなく、減温塔 6 も制御することを特徴としている。

[0052] 本変形例の制御装置 1 3 B は、水銀濃度計 1 1 の出力値が第一の閾値 C 1 以上になった場合に、減温塔 6 を制御して噴霧する水の量を増加させ、集塵装置 7 に入る排ガス E の温度を通常時より低下させる。ただし、低温腐食の発生しない程度の温度とする。

水銀の除去量は、排ガス E の温度が低いと増加するので、変形例 1 により、より経済的かつ効果的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0053] (変形例 2)

以下、本発明の実施形態の変形例について図面を参照して詳細に説明する。なお、本変形例 2 では、上述した実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図 4 に示すように、本変形例の排ガス水銀除去システム 1 C は、飛灰循環装置 2 7 を備えていることを特徴としている。

[0054] 飛灰循環装置 2 7 は、集塵装置 7 の逆洗によって、集塵装置 7 の底部から排出される飛灰を搬送する搬送部 2 8 と、搬送された飛灰を集塵装置 7 の上流、且つ、減温塔 6 の下流の配管 9 a 内に噴出（噴射）して供給する噴出部

29とを有している。

変形例2によれば、集塵装置7から排出される飛灰に含まれる未反応の活性炭を再利用することができるため、新品の活性炭の供給量を低減することができる、より経済的に、排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

[0055] 以上、本発明の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。例えば、実施形態の排ガス水銀処理システムが、変形例1と変形例2の特徴をいずれも備えてよい。

### 産業上の利用可能性

[0056] 本発明は、ごみ焼却炉を備えた清掃工場やボイラを備えた石炭火力発電所などのプラントから排出される排ガスから、水銀を除去する水銀除去システムに関する。本発明によれば、経済的かつ効果的に、大気放出される排ガス中の水銀の排出量を低下させることができる。

### 符号の説明

[0057] 1、1B、1C ごみ処理プラント（排ガス水銀除去システム）  
3 ごみ焼却炉  
4 ボイラ  
6 減温塔  
7 集塵装置  
8 煙突  
9a 配管  
9b 配管  
11 水銀濃度計  
12 活性炭供給装置  
13、13B 制御装置  
14 ホッパ  
15 フィーダ

2 8 搬送部

2 9 噴出部

E 排ガス