

明 細 書

発明の名称：自動炉壁清掃システム

技術分野

[0001] 本発明は、ストーカ炉など廃棄物焼却炉の炉壁の清掃を自動で行う自動炉壁清掃システムに関する。

背景技術

[0002] 廃棄物焼却炉プラントにおいて、ストーカ炉など廃棄物焼却炉（以下、「焼却炉」という）の炉壁の清掃は、当該プラントの運転が休止中、言い換えれば、焼却炉が休炉中に実施される。

そして、一般的に、炉壁の清掃は、作業員が焼却炉の内部（炉内）に入り、清掃装置を自らの手で操作して実施される。清掃装置としては、砂、ドライアイスなどのブラスト材（研掃材）を炉壁に吹き付けて、壁面に付着したクリンカや飛灰等を剥離させるブラスト装置が主に用いられる。

作業員が焼却炉の炉内に入って清掃作業をする場合、作業中は煤塵が舞って作業員の視界が遮られるので、例えば、清掃作業で生じた煤塵を一般的な吸引装置（集塵フィルタと送風機とを備える）で吸引し、視界を良好にする技術がある（例えば、特許文献１）。

また、休炉中の第一焼却炉の排ガス流路の途中のマンホールにダクトの一端を設置するとともに、このダクトの他端を第一焼却炉に併設され且つ運転中の第二焼却炉に接続し、新たな吸引装置を設けることなく第二焼却炉の二次空気用送風機を利用して、第一焼却炉から第二焼却炉へ煤塵を吸引することで、第一焼却炉の炉内における視界を良好にする技術もある（例えば、特許文献２）。

[0003] ところで、焼却炉において、ボイラ水管が配置される炉壁は、通常、十数メートルの高さである。このため、炉壁を清掃する際は、作業員が炉内に足場を組んで清掃作業を行ってきた。

しかし、作業員による高所の清掃作業は危険を伴うため、安全確認を頻繁

に行う必要がある。また、防塵服や防塵マスクを着用すると疲労しやすいため、作業員が炉内で清掃作業を長時間行うことは難しい。このため、炉壁の清掃作業の工期は長期化しがちであった。

そこで、炉内下方に固定し且つ炉壁に沿って設置したマストを昇降可能な架台に取り付けられた清掃装置、または、炉壁の上方から吊り下げて昇降可能な架台に取り付けられた清掃装置を、作業員が焼却炉の外部（炉外）から遠隔操作して清掃作業を実施する技術が開発されている（例えば、特許文献3または特許文献4）。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2008-281332号公報
特許文献2：特開2004-294051号公報
特許文献3：特開2002-320937号公報
特許文献4：特開2004-138258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3または特許文献4の技術では、炉内の作業員による清掃作業ではなく、清掃装置による自動の清掃作業であることから、清掃作業で生じた煤塵やクリンカは、そのまま重力沈降させている。

しかし、これでは、架台の昇降移動等に伴い、飛散した軽量の煤塵等が清掃装置の備える撮像装置の前を舞い、精密な清掃制御が困難となる。そこで、当該清掃装置に、特許文献1または特許文献2のような技術を組み合わせることが考えられる。

- [0006] しかし、特許文献1のように集塵フィルタと送風機とを備えた一般的な吸引装置を特許文献3または特許文献4の清掃装置に適用した場合、吸引装置を清掃装置とともに昇降可能な架台に設置するか、または、吸引装置を炉内または炉外の床等に設置して、当該吸引装置から当該清掃装置まで、煤塵を

吸引するための屈曲可能な長い配管を接続することになる。

ここで、清掃作業の工期を短期にするには、吸引装置の備える集塵フィルタの交換頻度は低い方が望ましい。交換頻度を低減するためには、集塵フィルタの大型化が必要である。しかし、集塵フィルタを大型化すると重量が増加するので、吸引装置を、清掃装置とともに昇降可能な架台に配置することは、昇降駆動するための電力消費の観点で不都合である。

一方、吸引装置を床等に設置して上述の屈曲可能な長い配管を使用する場合には、大きな吸引力を要するため、吸引装置は大型の送風機を備える必要がある。大型の送風機は大きな電力を消費するので、やはり、電力消費の観点で不都合である。

[0007] また、新たな吸引装置を設けないことを特徴の一つとする特許文献2の技術の特許文献3または特許文献4の清掃装置に適用した場合、そもそも2つの焼却炉が必要であり、また、休炉中の焼却炉と運転中の焼却炉との間に分岐ダクトが必要になるなど装置が高価となる恐れがあるため、製造コストの観点で不都合である。

[0008] そこで、本発明は、廃棄物焼却炉プラントが休止中に使用される自動炉壁清掃システムであって、清掃作業の工期を短期化するとともに、経済的かつ精密に清掃作業を実施する自動炉壁清掃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] 本発明の自動炉壁清掃システムは、廃棄物を焼却する焼却炉と、前記焼却炉から鉛直上向きに延在し前記焼却炉から排出された排ガスの第一流路と、第一流路の上端に接続し且つ前記上端から下向きに延在する第二流路と、第二流路の下端に接続し且つ前記下端から上向きに延在する第三流路とを備えた廃棄物焼却炉プラントが休止中に使用される自動炉壁清掃システムである。

本発明の自動炉壁清掃システムは、

第一流路の周囲の炉壁に沿って昇降可能且つ水平に配置された架台と、

架台に設置され且つ架台の端部に沿って延在する軌道と、
軌道に沿って清掃装置駆動部により移動可能であり、ブラストノズルの噴射口から炉壁にブラスト材を噴射して炉壁を清掃し、清掃の状況を撮像装置で撮像し、撮像の方向に生じた煤塵を吸引ノズルで吸引する清掃装置と、
撮像装置で撮像した清掃の状況に基づき、架台の昇降と、清掃装置の軌道に沿った移動と、上記噴射とを制御する制御装置と、
架台または清掃装置に設置され、少なくとも送風機を備え、且つ、集塵フィルタを備えず、当該送風機により上記吸引ノズルから吸引した煤塵を上向きに排出する第一吸引装置と、
第一吸引装置とは別個に、前記第二流路または前記第三流路の周囲の炉壁に着脱可能に配置され、第一流路から第二流路に向かう気流を発生させる第二吸引装置とを有する。

発明の効果

[0010] 本発明の自動炉壁清掃システムによれば、第一吸引装置は、一般的な吸引装置と異なり、集塵フィルタを備えていない。従って、第一吸引装置は、一般的な吸引装置に比べ軽量であり、また、集塵フィルタの交換が必要ないため清掃作業の工期を短くすることができる。

また、第一吸引装置は、昇降可能な架台または清掃装置に設置されるので、炉内または炉外の床等に設置される場合に比べ、第一吸引装置は小型の送風機を備えることができる。従って、第一吸引装置は、集塵フィルタが不要であることに加え、大型な送風機を必要としないので、小型かつ軽量となる。よって、架台を昇降駆動するための消費電力の観点および第一吸引装置の製造コストの観点で経済的に優れる。

さらに、第二吸引装置は着脱可能であり、また、1つの焼却炉を含む廃棄物焼却炉プラントで実施可能である。従って、2つの焼却炉やそれらを接続する分岐ダクトが不要であるため、自動炉壁清掃システムの製造コストの観点で経済的に優れる。

その上、清掃装置が炉壁の清掃中に吸引ノズルで吸引した煤塵を、第一流

路から炉壁で隔てられた第二流路に移動させるよう、第一吸引装置は、当該煤塵を上向きに排出する。

従って、第一吸引装置による排出の運動エネルギーと第二吸引装置による気流の総合力によって、つまり上方に向かう運動エネルギーの合成ベクトルを大きくすることによって、清掃装置の備える撮像装置の前を舞い飛んで早々に落下しない比較的軽い煤塵等、言い換えれば、清掃装置が炉壁を清掃する際に生じ、清掃装置が備える撮像装置と炉壁との間を遮蔽して良好な撮像を妨げる煤塵等を容易に第一流路から第二流路へ移動させ、第一流路から分離することができる。第二流路においては、第二吸引装置による気流は下方に向かう流れであるため、一旦、第二流路に移動した煤塵等が、再び第一流路に舞い戻る可能性は極めて低い。

よって、煤塵等が撮像装置の前に舞い戻る不都合を低減することができるので、撮像装置による良好な撮像に基づき、清掃装置は精密な清掃を自動で行うことができる。そして、この清掃作業は、炉内に作業員が入っての清掃作業ではないため、清掃作業の工期を短くすることができる。

以上のとおり、本発明の自動炉壁清掃システムによれば、清掃作業の工期を短期化するとともに、経済的かつ精密に清掃作業を実施することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態に係る自動炉壁清掃システム 1 を廃棄物焼却炉プラント 2 とともに示す概略構成図である。

[図2]実施形態に係る自動炉壁清掃システム 1 の要部を図 1 の矢印 A から見た概略構成図である。

[図3]実施形態に係る自動炉壁清掃システム 1 の要部を図 2 の矢印 B から見た概略構成図である。

[図4]ロボットアームを適用した清掃装置 2 1' の概略構成図である。

[図5]第一吸引装置 3 0' の概略構成図である。

[図6]第一吸引装置 3 0' ' の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図1乃至図6を参照して、本発明の自動炉壁清掃システムについて説明する。以下に示す構成等はい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。本発明の実施形態で示す各構成は、それらの趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。また、当該各構成は、本発明の必須の構成要件を除き、必要に応じて取捨選択することができ、あるいは適宜組み合わせることができる。

[0013] 図1は、実施形態の自動炉壁清掃システム1を廃棄物焼却炉プラント2とともに示す概略構成図である。後述するように、廃棄物焼却炉プラント2内で、自動炉壁清掃システム1の架台20は昇降可能であり、清掃装置21は架台20の軌道24を移動可能であるので、図1は、ある時点（ある瞬間）における自動炉壁清掃システム1の状態を示している。そして、図2は、当該時点において、図1の矢印Aから見た自動炉壁清掃システム1の要部の概略構成図である。また、図3は、当該時点において、図2の矢印Bから見た自動炉壁清掃システム1の要部の概略構成図である。

図1乃至図3では、X軸、Y軸およびZ軸からなる直交座標系を図示して説明する。X軸は水平方向であり、Y軸は鉛直方向であって、Z軸はX軸およびY軸の双方に直交する方向である。なお、Y軸の矢印方向は、鉛直方向且つ上方に向かう方向である。

[0014] 図1に示すように、自動炉壁清掃システム1は、廃棄物を焼却する焼却炉3と、焼却炉3から鉛直上向きに延在し焼却炉3から排出された排ガスの第一流路（1パス）と、第一流路（1パス）の上端に接続し且つ当該上端から下向きに延在する第二流路（2パス）と、第二流路（2パス）の下端に接続し且つ当該下端から上向きに延在する第三流路（3パス）とを備えた廃棄物焼却炉プラント2が、運転を休止中に使用されるシステムである。

ここで、各流路8（第一流路、第二流路、第三流路）における「1パス」、「2パス」、「3パス」の「パス」は、英語で「pass」を意味する。

廃棄物焼却炉プラント2は、上述の構成に加え、第三流路（3パス）を通

過した排ガスの熱を熱交換するエコノマイザ9と、当該熱交換された排ガスを冷却する減温塔10と、当該冷却された排ガスの煤塵を除塵する除塵装置11（バグフィルタ）と、当該除塵された排ガスを大気へ排出する煙突12を備える。

また、廃棄物焼却炉プラント2は、除塵装置11の下流且つ煙突12の上流に誘引送風機13を備えており、廃棄物焼却炉プラント2が運転中は、誘引送風機13が稼働することで、第一流路（1パス）から煙突12に向かう気流が発生する。廃棄物焼却炉プラント2が休止中、すなわち焼却炉3が休炉中は、誘引送風機13が停止するため、当該気流は発生しない。

[0015] 焼却炉3は、いかなる種類の焼却炉でもよいが、図1では、ストーカ炉を例示する。従って、焼却炉3は、廃棄物を貯留するホッパ5と、ホッパ5の下方からホッパ5が貯留した廃棄物を押し出すフィーダ6と、フィーダ6に押し出された廃棄物を搬送しながら焼却するストーカ4と、ストーカ4で焼却された残渣が排出される灰シュート7とを備える。

なお、ここでは、ストーカ4は、説明の簡便のため、それぞれに複数のストーカ（火格子）が配置された乾燥段、燃焼段、並びに後燃焼段の総称を指すものとする。また、焼却炉3は、第一流路（1パス）の周囲の炉壁8Bと気密に接続されるので、廃棄物焼却炉プラント2が運転中は、誘引送風機13が稼働することで、焼却炉3の炉内は引圧されて負圧になる。

[0016] 第二流路（2パス）、第三流路（3パス）、または、第二流路（2パス）と第三流路（3パス）の接続箇所の周囲の炉壁8Bには、作業員が炉壁8Bの外部から内部へ立ち入ることができる点検口としてマンホール8Aが設置されている。また、焼却炉3の後燃焼段近傍の灰シュート7の壁面には、作業員が焼却炉3の外部（炉外）から内部（炉内）へ立ち入ることができる点検口としてマンホール7Aが設置されている。マンホール7Aとマンホール8Aにはいずれも扉が設置されており、廃棄物焼却炉プラント2が運転中は、これらの扉はいずれも気密に閉じられている。

[0017] なお、ボイラを備える廃棄物焼却炉プラント2においては、第一流路（1

パス)、第二流路(2パス)、第三流路(3パス)の周囲の炉壁8Bに、排ガスの熱を熱交換するボイラ管群が配置される。

炉壁8Bは、X軸とZ軸からなる平面上の断面が略四角形の筒形状の構造物であり、第一流路(1パス)、第二流路(2パス)、及び、第三流路(3パス)は、各々に対応する炉壁8Bにより気密に接続される。

[0018] 自動炉壁清掃システム1は、特許文献3のように、架台20を炉内下方の作業床に固定したマストを用いて昇降させるシステムであっても、特許文献4のように、架台20を焼却炉3の上方から吊り下げて昇降させるシステムであってもよい。また、自動炉壁清掃システム1は、特許文献3や特許文献4と異なり、安定的に昇降移動することができるドローン(例えば、飛行型のドローン)に架台を取り付け、当該架台をドローンと共に昇降させるシステムであってもよい。

ここでは、作業床に固定したマストを使用するシステムの一例を説明する。

[0019] 図1の作業床22Aは、マスト22や架台20などを作業員が組み立てる作業場所となる足場であり、ストーカ4上に設置する。作業床22Aは組立式であり、マンホール7Aを通過可能な長さ及び幅の板材を複数組み合わせることで形成される。ストーカ4は水平でない場合があり、例えば図1に示すようにY軸方向に傾いている場合があるので、適宜、作業床22Aを支える脚部が設置され、作業床22Aは水平に設置される。作業床22Aは、ストーカ4上の大部分を覆う床、すなわち、乾燥段、燃焼段、後燃焼段の上にこれらの全面を実質的に覆って配置される床(全面床)であることが、作業員の安全または上記組み立ての作業効率を向上する観点で望ましい。

[0020] 図1乃至図3に示すように、マスト22は、作業床22Aに2つ、すなわち一対、設置及び固定される。2つのマスト22は組立式であり、マンホール7Aを通過可能な長さ及び幅の柱状部材を複数組み合わせることで、それぞれ一本の柱となり、Y軸方向(鉛直方向)に沿って立設される。

柱状のマスト22の一端は作業床22Aに固定され、他端は第一流路(1

パス)のY軸方向における最上部近傍(天井付近)に位置する。マスト22が大きく揺れないよう、当該他端近傍には、特許文献3の振れ止め装置を設置してもよい。

マスト22には、ラック(板状または棒状の歯車)が形成されており、一方、後述する架台20に設置された架台駆動軸23Aの両端にはそれぞれピニオン(円形歯車)が配置されており、これらラックとピニオンが噛み合うようにマスト22と架台駆動軸23Aが配置される。そして、架台駆動装置23が、架台駆動軸23Aの中心軸を回転軸として架台駆動軸23Aを回転、すなわちピニオンを回転させることで、架台20の昇降が可能となる。この機構は、いわゆる「ラックアンドピニオン」機構である。

作業床22A、マスト22、「ラックアンドピニオン」機構で架台20を昇降させる構造については、例えば、太平電業株式会社の製品名「セーフティステージ」を流用することができる。

[0021] そして、自動炉壁清掃システム1は、第一流路(1パス)の周囲の炉壁8Bに沿って昇降可能且つ水平に配置された架台20と、架台20に設置され且つ架台20の端部に沿って延在する軌道24を備える。

架台20は、図2に示すように、X軸およびZ軸からなる平面を第一流路(1パス)の上記天井から見て、炉壁8Bと中心が同じ且つ炉壁8Bと相似形の外周を持つ枠部20Aと、枠部20Aと中心が同じ且つ枠部20Aと相似形の外周を持ち、枠部の内側を貫通した貫通穴20Dと、貫通穴20Dの内部に配置され且つX軸に沿って両端が枠部20Aの内周(貫通穴20Dの外周に相当)にそれぞれ接続された直線状の縦材20Bと、貫通穴20Dの内部に配置され且つZ軸に沿って両端が枠部20Aの内周にそれぞれ接続された直線状の横材20Cを備える。

[0022] 縦材20Bと横材20Cは、貫通穴20Dに複数配置され、枠部20Aを補強するとともに、後述のように、架台駆動装置23や制御装置29などを架台20に固定する際の支持材となる。

図2に示すように、縦材20Bと横材20Cは格子状に複数設置され、複

数の縦材 20B の間隔は互いに均等であり、複数の横材 20C の間隔は互いに均等である。隣り合う 2 つの縦材 20B と隣り合う 2 つの横材 20C とで囲まれる空間は、マスト 22 が縦材 20B または横材 20C と接触することなく挿通可能な寸法である。

一对のマスト 22 は、架台 20 の貫通穴 20D に、縦材 20B または横材 20C と接触することなく配置される。ここでは、2 つのマスト 22 は、Z 軸方向に並んで配置されている。

[0023] 架台 20 は、格子状に複数の縦材 20B と横材 20C が配置される貫通穴 20D を備えるので、縦材 20B 及び横材 20C により枠部 20A の強度を確保しつつ、貫通穴 20D を設けない場合に比べ軽量化することができる。

架台 20 には作業員が搭乗する必要がないため、枠部 20A は、後述の軌道 24 が設置可能な幅があればよい。従って、強度など諸条件が許容する限り、貫通穴 20D をできるだけ大きく形成することで、架台 20 はより軽量になり、架台 20 の昇降に要する電力消費をより小さくすることができる。

[0024] 架台駆動装置 23 は、架台 20 の中央近傍に配置され、縦材 20B または横材 20C に固定される。

後述（[0032] 参照）の第一吸引装置 30 は、後述（[0029] 参照）の清掃装置 21（または清掃装置 21'）に搭載されてもよいが、ここでは、図 2 に示すように架台 20 に設置された例を示す。第一吸引装置 30 の排出口 30A が、第一流路（1パス）と第二流路（2パス）の接続箇所に近い位置になるよう、第一吸引装置 30 は、架台駆動装置 23 よりも X 軸の矢印方向側に配置され、排出口 30A を X 軸の矢印方向側（かつ Y 軸の矢印方向側）に向けて、縦材 20B または横材 20C に固定される。

後述（[0037] 参照）の制御装置 29 は、架台駆動装置 23、第一吸引装置 30、及び、清掃装置 21 を制御する装置であるため、制御用配線の長さを短くするよう、架台駆動装置 23 と第一吸引装置 30 の近傍に配置されて、縦材 20B または横材 20C に固定される。

なお、架台駆動装置 23、第一吸引装置 30、並びに、制御装置 29 を縦

材 20B または横材 20C に固定する際、これら装置を安定的に固定するため、少なくとも 2 つの縦材 20B の上に載置、少なくとも 2 つの横材 20C の上に載置、または、少なくとも 1 つの縦材 20B と少なくとも 1 つの横材 20C のいずれの上にも載置して固定するのが望ましい。

[0025] 図 2 に示すように、架台 20 の略四角形の枠部 20A には、当該四角形の四辺のうち特定の 1 つの辺に相当する箇所の枠部 20A に、一端 24A と他端 24B が近接して配置され、一端 24A から当該特定の辺と異なる他の 3 辺を経由して他端 24B まで延在する軌道 24、言い換えれば、上記天井から見て C 字型の軌道 24 が設置される。

軌道 24 が切れ目のない円型ではなく一部に空隙のある C 字型であるので、清掃装置 21 は、軌道 24 上を完全に一周することはできないが、一端 24A と他端 24B との間で往復運動することが可能である。

清掃装置 21 が枠部 20A を一周できないように軌道 24 が形成されるので、架台 20 に設置される制御装置 29、第一吸引装置 30、または清掃装置 21 の間に接続される配線等（制御用配線（図示省略）、清掃装置 21 と第一吸引装置 30 とに接続される屈曲可能な第一吸引管 27A、など）の長さを必要かつ最小限な長さにすることができ、経済的観点で優れる。

なお、仮に、清掃装置 21 が枠部 20A を一周以上、周回できるように構成した場合、マスト 22 や、架台 20 に設置される制御装置 29、第一吸引装置 30、または、架台駆動装置 23 に当該配線等が絡まって、これら装置や当該配線等が故障する恐れがあるが、自動炉壁清掃システム 1 は、清掃装置 21 が枠部 20A を一周できないように軌道 24 が形成されるので、当該故障の恐れはない。

[0026] 軌道 24 は、清掃装置 21 が枠部 20A を一周できなければよいので、切れ目のない円型の軌道を形成し、一端 24A と他端 24B に相当する位置に、例えば清掃装置 21 の移動を阻止する車輪止めを設置してもよい。

軌道 24 は、電車やモノレールのようなレール状の軌道でもよいし、枠部 20A に凹んだ誘導路を形成する形式の軌道でもよい。従って、清掃装置 2

1の清掃装置駆動部28は、軌道24の形状に対応した車輪等の移動手段を備える。

[0027] 清掃装置21は、軌道24に沿って清掃装置駆動部28により移動可能であり、ブラストノズル25の噴射口25Aから炉壁8Bにブラスト材を噴射して炉壁8Bを清掃し、当該清掃の状況を撮像装置26（例えば、ビデオカメラ）で撮像し、当該撮像の方向に生じた煤塵を吸引ノズル27で吸引する装置である。

清掃装置21は、少なくとも、清掃装置駆動部28と、ブラストノズル25と、吸引ノズル27と、撮像装置26とが、一体にユニット化された構成となる。

先述のように、架台20に第一吸引装置30を固定せず、清掃装置駆動部28に第一吸引装置30を搭載して移動可能とする場合は、清掃装置21は、第一吸引装置30を含んで一体にユニット化される。

図1乃至図3の清掃装置21は、清掃装置駆動部28上に筐体（付番なし）が設置され、当該筐体に、ブラストノズル25、吸引ノズル27、撮像装置26が、この順にY軸矢印方向（上方）に向かって設置されている。ブラストノズル25と吸引ノズル27は炉壁8Bに向かって水平方向に固定され、また、吸引ノズル27は、ブラストノズル25よりも短く形成される。

[0028] なお、ブラストノズル25には、図1及び図3に示す屈曲可能なブラスト材供給管25Bの一端が接続される。ブラスト材供給管25Bの他端は、図1に示すように、マンホール7Aを通して、炉外に配置されたブラスト材供給装置25Cに接続される。ブラスト材供給装置25Cは、ブラスト材を清掃装置21へ供給する装置である。

ブラスト材供給管25Bは、架台20の貫通穴20Dに挿通されるのではなく、図3に示すように、清掃装置21の筐体（付番なし）のブラストノズル25が設置された面にブラストノズル25と同方向から設置され、架台20の枠部20Aの外側、すなわち、枠部20Aと炉壁8Bとの間に配置される。従って、ブラスト材供給管25Bは、清掃装置21から架台20の外側

へ垂れ下がり、清掃装置 21 の移動に容易に追従するので、円滑な清掃作業を実施することができる。

ブラスト材は、一般的に、砂、ドライアイスなどの固体であるが、ここでは、これらの固体に限らず、空気などの気体や水などの液体の場合もありうる。

[0029] ここで、清掃装置 21 は、図 1 乃至図 3 に示すような、ブラストノズル 25、吸引ノズル 27、並びに撮像装置 26 の位置が固定された装置のほか、図 4 に示すようなロボットアーム 50 で当該位置が移動可能な装置（清掃装置 21'）であってもよい。

ロボットアーム 50 は、関節部にて屈折可能に設けられたアーム 51 と、清掃装置駆動部 28 上に設置され、アーム 51 の基端部を回転可能に支持するベース 52 を備える。そして、アーム 51 の先端部 53 には、ブラストノズル 25、撮像装置 26 および吸引ノズル 27 が設けられる。

制御装置 29 は、ロボットアーム 50 を制御して、アーム 51 の関節部を屈折または伸長し、清掃装置駆動部 28 に対する先端部 53 の上下方向（Y 軸方向）および水平方向（X 軸方向）の位置を変更可能である。また、制御装置 29 は、ロボットアーム 50 を制御して、先端部 53 を上下方向に回転し、ブラストノズル 25 の噴射口 25A の出射角度を変更可能である。

従って、清掃装置 21' は、清掃装置 21 に比べ、ブラストノズル 25 と炉壁 8B との距離を所定距離に保ち、ブラスト材が炉壁 8B に当たる角度を適宜変更可能であるので、より精密な清掃制御が可能となる。

[0030] 自動炉壁清掃システム 1 は、架台 20 または清掃装置 21 に設置され、少なくとも送風機 32 を備え、且つ、集塵フィルタを備えず、送風機 32 により吸引ノズル 27 から吸引した煤塵を上向きに排出する第一吸引装置 30 と、第一吸引装置 30 とは別個に、第二流路（2 パス）または第三流路（3 パス）の周囲の炉壁 8B に着脱可能に配置され、第一流路（1 パス）から第二流路（2 パス）に向かう気流を発生させる第二吸引装置 40 を備える。

仮に誘引送風機 13 が休炉中に稼働された場合、排ガスに含まれる成分が

除塵装置 11（バグフィルタ）に悪影響を及ぼしかねない。従って、ここでは、誘引送風機 13 を稼働せず、第二吸引装置 40 を設置している。

第二吸引装置 40 は、マンホール 8A の扉を開けて気密に接続された屈曲可能な第二吸引管 40A に接続され、第二流路（2 パス）または第三流路（3 パス）の周囲の炉壁 8B に着脱可能である。

[0031] 第二吸引装置 40 は、炉内の有害物質を含む煤塵を炉外へ漏洩しないよう、第一吸引装置 30 と異なり、送風機に加え、集塵フィルタを備える。

第二吸引装置 40 が発生させる気流は、清掃作業で生じる小さく且つ軽量の煤塵等を第二流路（2 パス）へ移動させる程度でよい。従って、第三流路（3 パス）より後流に同様の吸引装置を配置する場合に比べ、第二吸引装置 40 は小型で吸引力の小さな送風機を備えることができるので、経済的観点で優れる。

[0032] 第一吸引装置 30 は、排出口 30A を備えた筐体に送風機が収納されており、屈曲可能な第一吸引管 27A が当該筐体と吸引ノズル 27 とに接続された構成を採用することができる。第一吸引装置 30 は、少なくとも送風機を備えるが、一般的な吸引装置とは異なり、あえて煤塵を捕集するための集塵フィルタを備えていない。このため、第一吸引装置 30 は、安価に製造可能であり、軽量化を図ることができる。

また、第一吸引装置 30 は、安価であるので、仮に故障したとしても低コストで取り換え可能である。言い換えれば、受注した清掃作業の工期の間に、または、当該工期の後に、使い捨てにすることもできる。

第一吸引装置 30 は、送風機の駆動により生じた負圧により、吸引ノズル 27 から煤塵を吸引するとともに、吸引ノズル 27 から吸引した煤塵を清掃装置 21 よりも Y 軸方向上向きに排出するように排出口 30A の向きが設定される。

第一吸引装置 30 は、排出口 30A を少なくとも上方に向けていれば、清掃装置 21 の備える撮像装置 26 の前をブラウン運動等の現象で舞い飛んで早々に落下しない比較的軽い煤塵等を、第一吸引装置 30 による排出の運動

エネルギーと第二吸引装置４０による気流の総合力によって、言い換えれば上方に向かう運動エネルギーの合成ベクトルを大きくすることによって、容易に第一流路から第二流路へ移動させ、第一流路から分離することができる。従って、第一吸引装置３０の排出口３０Ａは、排出の角度を上方に向けて固定したものでよい。

[0033] ここで、図２において、清掃装置２１が軌道２４を移動して第一吸引装置３０の近傍で清掃作業を行う場合、清掃装置２１の吸引ノズル２７が、小さく且つ軽量の煤塵に加え、比較的大きく重量のある煤塵やクリンカを吸い込んで排出口３０Ａから排出すると、撮像装置２６の前に、これら大きく重量のある煤塵やクリンカが落下することがありうる。

しかし、これら大きく重量のある煤塵等が撮像装置２６の前を重力で落下するのは一瞬であり、小さく且つ軽量の煤塵のように撮像装置２６の前を長時間舞い飛び、撮像を遮ることはない。従って、撮像装置２６の前にこれら大きく重量のある煤塵やクリンカが落下したとしても、清掃装置２１による自動の清掃作業の性能に影響はない。

一方、第一吸引装置３０と第二吸引装置４０により、清掃作業で生じる小さく且つ軽量の煤塵を第一流路（１パス）から炉壁で隔てられた別の領域である第二流路（２パス）へ容易に移動させることができる。

従って、自動炉壁清掃システム１は、精密な清掃作業を実施できる。

[0034] 上述したように、第一吸引装置３０は、排出口３０Ａの角度を上向きに固定した場合でも効果を奏する。しかし、第一吸引装置３０は、架台２０の昇降に伴い、上下方向（Ｙ軸方向）の位置（高さ）が変化するので、より効果的に、小さく且つ軽量の煤塵を第一流路（１パス）から第二流路（２パス）へ移動させることができる構成、具体的には、架台２０の上下方向の位置に応じて、排出口３０Ａの角度を変化させる構成を採用するのが望ましい。例えば、架台２０がいかような位置に上下昇降しても、図１の破線矢印で示すように、第一流路（１パス）と第二流路（２パス）との接続箇所へ向かって第一吸引装置３０が吸引した煤塵を排出するのが望ましい。

そこで、架台 20 の上下方向の位置に応じて、排出口 30A の上下方向の角度を調整する機能を備えた第一吸引装置の例（図 5 の第一吸引装置 30' および図 6 の第一吸引装置 30''）を、以下に説明する。

[0035] 図 5 は、第一吸引装置 30' の概略構成図である。

吸引装置 30' は、第一吸引管 27A の他端に接続された筐体 31 と、筐体 31 に収容され且つ固定された送風機 32 とを備える。筐体 31 の一端には排出口 30A が設けられる。

筐体 31 は、固定台 33 の上面に対し排出口 30A とは反対側の端辺を中心に回転可能に取り付けられている。筐体 31 の固定台 33 に対する回転角度を調整することで、排出口 30A の向きを調整可能である。

制御装置 29 は、架台 20 の昇降駆動に伴い、筐体 31 の固定台 33 に対する回転角度を制御して、排出口 30A が第一流路（1パス）と第二流路（2パス）との接続箇所へ向かって煤塵を排出するように調整する。すなわち、架台 20 の上下方向の位置（高さ）が変わっても、排出口 30A の向き（煤塵の排出方向）を第一流路（1パス）と第二流路（2パス）との接続部分に向くように変えることができるので、小さく且つ軽量の煤塵を効果的に第二流路（2パス）へ送り込むことができる。

[0036] 図 6 は、第一吸引装置 30'' の概略構成図である。

第一吸引装置 30'' は、筐体 31 の固定方法、および、排出ノズル 34 を備える点が第一吸引装置 30' と異なり、その他の構成は第一吸引装置 30' と同一である。

第一吸引装置 30'' は、筐体 31 が固定台 33 に移動不能に固定されている。また、筐体 31 の一端に排出ノズル 34 の一端が回転可能に取り付けられており、排出ノズル 34 の他端に排出口 30A が設けられている。

制御装置 29 は、架台 20 の昇降駆動に伴い、排出ノズル 34 の筐体 31 に対する回転角度を制御して、排出口 30A が第一流路（1パス）と第二流路（2パス）との接続箇所へ向かって煤塵を排出するように調整する。これにより、第一吸引装置 30' と同様の効果が得られる。

[0037] 制御装置 29 は、撮像装置 26 で撮像した上記清掃の状況に基づき、架台 20 の昇降と、清掃装置 21 の軌道 24 に沿った移動と、ブラストノズル 25 からのブラスト材の噴射を制御する。制御装置 29 は、人工知能（AI）を搭載し、人工知能により当該制御を行ってもよい。

自動炉壁清掃システム 1 による清掃作業は、第一流路（1パス）の炉壁 8B の天井近傍から下方の作業床 22A 近傍まで、基本的には制御装置 29 により全自動で実施される。ただし、炉外の作業員が、無線通信または有線通信により遠隔監視をしながら制御装置 29 を制御して、清掃作業を実施してもよい。

制御装置 29 は、清掃装置 21 の備える撮像装置 26 から撮像した映像データを取得して、当該映像データを解析し、炉壁 8B の清掃の状況を把握する。そして、制御装置 29 は、当該状況に基づき、架台駆動装置 23 を制御して架台 20 を上下方向（Y 軸方向）に移動させ、清掃装置 21 の備える清掃装置駆動部 28 を制御してユニット化された清掃装置 21 を軌道 24 上で移動させ、炉外に配置されたブラスト材供給装置 25C を制御して清掃装置 21 の備えるブラストノズル 25 からブラスト材を噴射させる。

ブラスト材の噴射の制御は、例えばブラスト材の噴射の強弱を制御することや、ブラスト材の噴射の開始または停止の制御を含む。

[0038] 以上の構成により、自動炉壁清掃システム 1 は、清掃作業の工期を短期化するとともに、経済的かつ精密に、作業員の介在しない自動の清掃作業を実施することができる。

なお、清掃装置 21、21' において、ブラストノズル 25 に替えて電動ピックを装着して、電動ピックを用いて清掃作業をしてもよい。また、清掃作業の後、ブラストノズル 25 に替えて、吹付ノズルを装着して、吹付ノズルにより不定形耐火物を炉壁に吹き付け、炉壁 8B の補修作業を自動で行ってもよい。

符号の説明

[0039] 1 自動炉壁清掃システム

- 2 廃棄物焼却炉プラント
- 3 焼却炉
- 4 ストーカ
- 5 ホッパ
- 6 フィーダ
- 7 灰シュート
- 7 A マンホール
- 8 流路（第一流路、第二流路、第三流路）
- 8 A マンホール
- 8 B 炉壁
- 9 エコノマイザ
- 10 減温塔
- 11 除塵装置（バグフィルタ）
- 12 煙突
- 13 誘引送風機
- 20 架台
- 20 A 枠部
- 20 B 縦材
- 20 C 横材
- 20 D 貫通穴
- 21、21' 清掃装置
- 22 マスト
- 22 A 作業床（全面床）
- 23 架台駆動装置
- 23 A 架台駆動軸
- 24 軌道（例：レール）
- 24 A 一端
- 24 B 他端

- 2 5 ブラストノズル
- 2 5 A 噴射口
- 2 5 B ブラスト材供給管（ブラスト材供給ホース）
- 2 5 C ブラスト材供給装置
- 2 6 撮像装置
- 2 7 吸引ノズル
- 2 7 A 第一吸引管（第一吸引ホース）
- 2 8 清掃装置駆動部
- 2 9 制御装置
- 3 0、3 0'、3 0' ' 第一吸引装置
- 3 0 A 排出口
- 3 1 筐体
- 3 2 送風機
- 3 3 固定台
- 3 4 排出ノズル
- 4 0 第二吸引装置
- 4 0 A 第二吸引管（第二吸引ホース）
- 5 0 ロボットアーム
- 5 1 アーム
- 5 2 ベース
- 5 3 先端部

請求の範囲

- [請求項1] 廃棄物を焼却する焼却炉と、前記焼却炉から鉛直上向きに延在し前記焼却炉から排出された排ガスの第一流路と、前記第一流路の上端に接続し且つ前記上端から下向きに延在する第二流路と、前記第二流路の下端に接続し且つ前記下端から上向きに延在する第三流路とを備えた廃棄物焼却炉プラントが休止中に使用される自動炉壁清掃システムであって、
- 前記第一流路の周囲の炉壁に沿って昇降可能且つ水平に配置された架台と、
- 前記架台に設置され且つ前記架台の端部に沿って延在する軌道と、
- 前記軌道に沿って清掃装置駆動部により移動可能であり、ブラストノズルの噴射口から前記炉壁にブラスト材を噴射して前記炉壁を清掃し、前記清掃の状況を撮像装置で撮像し、前記撮像の方向に生じた煤塵を吸引ノズルで吸引する清掃装置と、
- 前記撮像装置で撮像した前記清掃の状況に基づき、前記架台の昇降と、前記清掃装置の前記軌道に沿った移動と、前記噴射とを制御する制御装置と、
- 前記架台または前記清掃装置に設置され、少なくとも送風機を備え、且つ、集塵フィルタを備えず、前記送風機により前記吸引ノズルから吸引した煤塵を上向きに排出する第一吸引装置と、
- 前記第一吸引装置とは別個に、前記第二流路または前記第三流路の周囲の炉壁に着脱可能に配置され、前記第一流路から前記第二流路に向かう気流を発生させる第二吸引装置と
- を有する自動炉壁清掃システム。
- [請求項2] 前記第一吸引装置は、前記吸引した煤塵を、前記第一流路と前記第二流路との接続箇所に向かって排出する請求項1に記載の自動炉壁清掃システム。
- [請求項3] 前記第二吸引装置は、前記第二流路と前記第三流路との接続箇所近

傍の壁面に配置されたマンホールに気密に設置される請求項 2 に記載の自動炉壁清掃システム。

[請求項 4] 前記清掃装置は、前記ブラストノズルを先端に備えたロボットアームをさらに有し、

前記制御装置は、前記ロボットアームを伸縮駆動することで、前記噴射口と前記炉壁との間の距離を所定距離に制御する請求項 3 に記載の自動炉壁清掃システム。

[請求項 5] 前記焼却炉はストーカ炉であり、

前記ストーカ炉のストーカ上に鉛直方向に沿って設置されたマストと、

前記架台を前記マストに沿ってラックアンドピニオン機構で昇降させる架台駆動装置と、

前記清掃装置に接続された屈曲可能なブラスト材供給管を介して前記ブラスト材を前記清掃装置に搬送するブラスト材供給装置とをさらに有し、

前記架台の形状は、前記マストを挿通する貫通穴を備えた枠形状をなし、

前記軌道は、前記清掃装置が前記枠を周回できないよう一端を始点とし他端を終点とする略 C 字型の軌道であり、

前記ブラスト材供給管は、前記架台と前記炉壁との間に配置され、

前記ブラスト材供給装置は、前記ストーカ炉の炉外に配置され、

前記制御装置は、前記架台駆動装置を制御して前記架台を昇降させる請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項に記載の自動炉壁清掃システム。