

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5848192号
(P5848192)

(45) 発行日 平成28年1月27日 (2016. 1. 27)

(24) 登録日 平成27年12月4日 (2015. 12. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

B O 1 D 53/50 (2006. 01)

B O 1 D 53/50 2 4 5

B O 1 D 53/18 (2006. 01)

B O 1 D 53/50 Z A B

B O 1 D 53/18 1 2 O

請求項の数 1 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-111978 (P2012-111978)
 (22) 出願日 平成24年5月15日 (2012. 5. 15)
 (65) 公開番号 特開2013-237017 (P2013-237017A)
 (43) 公開日 平成25年11月28日 (2013. 11. 28)
 審査請求日 平成26年8月20日 (2014. 8. 20)

(73) 特許権者 592205610
 木村 健
 茨城県水戸市吉沢町742番九号
 (73) 特許権者 599038547
 木村 紀子
 東京都渋谷区富ヶ谷2-9-9 富ヶ谷パ
 ークガーデン202号
 (73) 特許権者 599038569
 佐藤 淳子
 茨城県水戸市吉沢町742番9号
 (73) 特許権者 599038558
 木村 茂
 東京都練馬区貫井3-19-15-301
 (74) 代理人 100070183
 弁理士 吉村 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排煙脱硫装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の長さに形成され、一方側に設けられたガス導入口及び他方側に設けられたガス排出口を有する固定ダクトと、

両端面及び円周面のそれぞれが格子状とされた略円筒状に形成され、一方側の端面を前記ガス導入口側に対面させ、他方側の端面を前記ガス排出口側に対面させ、水平軸を中心に回転自在に支承された状態で、前記固定ダクト内に配設された籠型回転円筒体と、

気液接触用充填物を前記籠型回転円筒体内に充填してなり、前記ガス導入口から導入されたガスを軸方向に通過させる回転充填層と、

前記回転充填層の前記ガス導入口側及び前記ガス排出口側のそれぞれに配設されたガスシールプレートと、

前記回転充填層の下方に配設され、その一部に連通部分を有する仕切り板によって区分された複数の連通貯留区分を有するスラリー貯留槽と、

吸収剤スラリーを前記スラリー貯留槽における前記ガス排出口側に供給するスラリー供給手段と、

前記吸収剤スラリーを前記スラリー貯留槽における前記ガス導入口側から排出するスラリー排出手段と、

前記複数の連通貯留区分のそれぞれに対応して設けられ、対応する前記連通貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記回転充填層における該連通貯留区分の上方の部位に散布するスラリー散布手段と、を備え、

10

20

前記複数の連通貯留区分は、前記軸方向に沿って並ぶように配設され、

前記スラリー供給手段によって前記スラリー貯留槽における前記ガス排出口側に供給された前記吸収剤スラリーが、脱硫反応及び石膏化反応をしつつ、前記複数の連通貯留区分を経由して前記ガス導入口側へと移動されて、前記スラリー排出手段によって前記スラリー貯留槽における前記ガス導入口側から排出される排煙脱硫装置において、

前記スラリー貯留槽が、前記連通部分を有していない仕切り板によって区分されてなる独立貯留区分と、

所定の液位を保つように前記吸収剤スラリーを前記独立貯留区分に供給する液位調整手段と、

前記独立貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記回転充填層における該独立貯留区分の上方の部位に散布するスラリー散布手段と、を備え、

前記独立貯留区分は、前記複数の連通貯留区分の前記ガス排出口側に位置し、

前記スラリー供給手段は、前記独立貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記複数の連通貯留区分のうち最も前記ガス排出口側に位置する連通貯留区分に供給し、該吸収剤スラリーの供給量を調整可能としたことを特徴とする排煙脱硫装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工場や発電所等から発生する排煙から亜硫酸ガスを除去するための排煙脱硫装置であって、特に、エネルギー消費の原因となるスラリー循環量及び通風圧損失を減少することを可能とし、また、将来に設置することが考えられる炭酸ガス回収装置の前段として設置する場合を想定して、脱硫率をほぼ100%とするとともに、副生品をほぼ100%石膏化することを可能とする排煙脱硫装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、吸収剤スラリーを垂直方向に流下し、ケーシングを円筒体とし、この円筒体内に処理ガス（排煙）を流すことによって、処理ガス中から亜硫酸ガスを除去する排煙脱硫装置が知られている。

特に、日本では、堅型円筒体を用いて、処理ガスを垂直方向に流す方式の排煙脱硫装置が広く使われている。

しかしながら、この堅型円筒体を用いる方式の排煙脱硫装置では、スラリー循環量が増加して、エネルギー消費が大きくなるという問題がある。具体的には、堅型円筒体を用いる方式の排煙脱硫装置では、ガス処理量が円筒体直径の2乗に比例して増加し、これに伴い、吸収剤となるスラリーの循環量も円筒体直径の2乗に比例して増加するため、エネルギー消費が大きくなる。

一方、回転軸が水平方向に延びるように配設される水平円筒体を用いてガスを水平方向に流す方式の排煙脱硫装置では、ガス処理量が円筒体直径の2乗に比例して増加する点は、堅型円筒体を用いる排煙脱硫装置と同様であるが、スラリー循環量は、円筒体直径の1乗に比例して増加するにとどまる。

したがって、1次式と2次式のグラフを頭に画いてみるまでもなく、排煙脱硫装置では、堅型円筒体を用いるよりも水平円筒体を用いた方が、スラリー循環量が少なく済み、エネルギー消費が小さくなるため、有利となっている。特に、大型装置である排煙脱硫装置では、円筒体も大きくなるため、堅型円筒体を用いるよりも水平円筒体を用いた方が断然有利となっている。

なお、日本において堅型円筒体を用いる方式の排煙脱硫装置が広く使われている理由は、本来小型装置をもとに発展されたガス吸収装置の考え方を大型装置である排煙脱硫装置に適用したことに基因すると考えられる。

【0003】

ここで、水平円筒体を用いる排煙脱硫装置として、例えば、特許文献1、2に示すものが知られている。

特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置は、一端に被処理ガス入り口を有する環状エンド・プレートと、また他端に出口を有する環状エンド・プレートを、それぞれ設けたところの内壁に脱硫剤を汲み上げる U 字状の樋からなる多数のリフターを軸方向に平行に取り付けるとともに、内部全空間に空隙あるいは空孔を有する多数の独立した充填物を充填した回転円筒体を水平かつ回転可能に配設し、かつ該回転円筒体の一端に吸収剤スラリー供給手段を、また他端にその排出口を設けたものである。

そして、この排煙脱硫装置では、充填物の下部をスラリー貯留部内に浸漬させつつ回転円筒体を回転させて処理ガスと吸収剤スラリーとを向流又は並流接触させることにより気液接触させる。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置を実施した実績として、回転円筒体（回転充填層）の直径が 1 m の実験機、回転円筒体の直径が 3 . 2 m の実用 1 号機、回転円筒体の直径が 4 . 5 m の実用 2 号機及び回転円筒体の直径が 4 . 5 m の実用 3 号機があり、それぞれ成功し、特に、実用 1 号機及び実用 2 号機は、4 0 年近い運転実績をもっている。ここで、各機では、回転円筒体（回転充填層）の軸方向の長さは、3 m となっている。なお、副産物を亜硫酸カルシウムとして考えれば、回転円筒体の長さをさらに短くすることが可能である（1 m 程度まで）。

これらの装置の成功は、上記した「大型装置である排煙脱硫装置では、縦型円筒体を用いるよりも水平円筒体を用いた方が断然有利となっている」旨の所論を裏付けるものとなっている。

各装置の運転実績を表 1 に示す。

【表 1】

	ガス処理量(Nm ³ /h)	直径(m)	長さ(m)	スラリー循環量(m ³ /h)
実験機	5,000	1	3	150
実用1号機	60,000	3.2	3	480
実用2号機	90,000	4.5	3	675
実用3号機	90,000	4.5	3	675

表 1 に示すように、各機では、スラリー循環量は、回転円筒体の直径の 1 乗に比例して増加するとどまっており、「大型装置である排煙脱硫装置では、縦型円筒体を用いるよりも水平円筒体を用いた方が断然有利となっている」ことがわかる。

このように、特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置では、スラリーの循環量については、回転円筒体の直径に比例してスラリー循環量を考えるしか、考えようがない点に注目すべきである。

また、表 1 に示すように、各機では、回転円筒体（回転充填層）の軸方向の長さが 3 m となっており、これは、回転円筒体の直径を 3 m 以上とする場合には、縦型円筒体を用いるよりも水平円筒体を用いた方が有利であることを示している。

ここで、見逃してはならない点は、回転円筒体の直径が大きくなると、スラリーの落下高さが回転円筒体の直径に比例して大きくなることである。すなわち、スラリーの 1 回の落下にともなう化学反応量は、回転円筒体の直径が 1 m の場合を基準として、直径が 3 . 2 m の場合は 3 . 2 倍、直径が 4 . 5 m の場合は 4 . 5 倍になる。したがって、後述する試設計機 4 の場合は、回転円筒体の直径が 2 4 . 3 m であるから、スラリーの 1 回の落下にともなう化学反応量は 2 4 . 3 倍となる。

このことが、ガスを垂直方向に流すよりもガスを水平方向に流す方が有利である根源と考えてよいであろう。

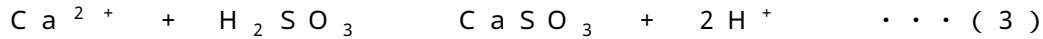
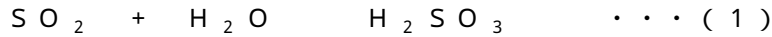
【 0 0 0 5 】

一方、特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置の作用は、化学反応の面からみると、亜硫酸ガスの吸収剤として石灰石スラリーを用いて、副産品として石膏を生成するものである

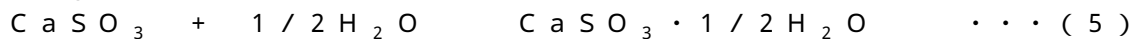
。この際、中間製品として亜硫酸カルシウムが生成され、この亜硫酸カルシウムが処理ガス（排煙）中の酸素により酸化されて石膏となるという過程をとる。

この亜硫酸ガスの石膏化の過程については、処理ガス中の酸素濃度及び装置から排出される石膏スラリーのPH（ペーハー）との間に微妙な関係があることが知られた。

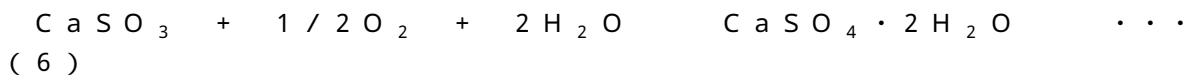
上記の亜硫酸ガスの石膏化の過程についての知見を整理すると、以下のように考えられる。



（水溶性亜硫酸カルシウム）

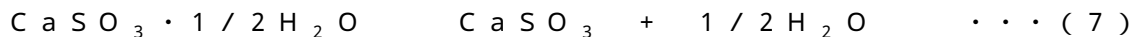


（亜硫酸カルシウム結晶）

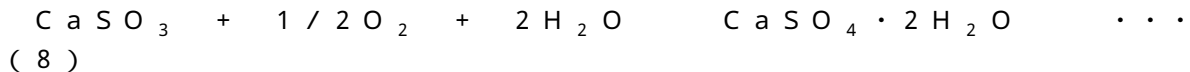


（石膏結晶）

スラリー出口側（ガス導入口側）の酸性スラリー中では、亜硫酸カルシウムの結晶は溶解して、下記式（7）に示す反応がおこる。



さらに、上記式（4）の $1/2\text{O}_2$ 及び処理ガス中の過剰空気の O_2 と反応して、下記式（8）に示す反応がおこる。



【0006】

また、引用文献2に記載された有害ガスの脱硫装置は、固定ダクト内に水平軸を中心に回転自在に支承されたところの、内部に気液接触充填物が充填された籠型回転円筒体の設置と、籠型回転円筒体の下方に配設されたスラリー貯留槽と、スラリー貯留槽内の吸収剤スラリーを汲み上げて籠型回転円筒体の外周面に還流させるスラリー還流手段と、を備えている。そして、この有害ガスの脱硫装置では、吸収剤スラリーを還流させるだけで籠型回転円筒体を回転させることができるため、籠型回転円筒体の電気的な駆動手段が不要となり、装置を小型化することが可能となるとともに、使用電力量を抑制することが可能となる。

【0007】

近年、工場や発電所等から発生する排煙から地球温暖化の原因となる炭酸ガスを回収しなければならないと言われている。そして、排煙から炭酸ガスを回収する前段として、排煙から亜硫酸ガスを除去する排煙脱硫装置が使用されているが、この排煙脱硫装置には、低コストであるばかりでなく、高性能（脱硫率がほぼ100%であること）が求められる。

そして、これに関連する本発明者の特許発明として、特許文献3に示すものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】実公昭53-19171号公報

【特許文献2】特許第4418987号公報

【特許文献3】特許第4505041号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載された排煙脱硫装置では、脱硫率が低下する恐れがある。

10

20

30

40

50

すなわち、特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置では、処理ガス中の酸素量が多い場合には、処理ガス中の酸素により亜硫酸カルシウムを酸化して石膏とすることができる。しかしながら、処理ガス中の酸素量が少ない場合には、装置内に酸素（空気）を持ち込む手段がなく、石膏化反応が十分に進まないという欠点がある。この場合、装置の排液の PH（ペーハー）を下げて酸性状態として運転すれば石膏化が可能であるが、そのためには、石灰石スラリーの供給量を理論的所要量より下げて運転する必要がある、すると、石灰石スラリーが不足して脱硫率が低下する。

【 0 0 1 0 】

一方、特許文献 2 に記載された有害ガスの脱硫装置では、循環するスラリーに空気を吹き込んで処理ガス中の酸素量不足を補う手段を取り得るが、その効果をあげるためには、スラリー貯留槽におけるスラリー出口側（ガス導入口側）で酸性が強く、スラリー入口側（ガス排出口側）で塩基性が強くなるように吸収剤スラリーの流れを形成する必要があった。

10

また、特許文献 2 に記載された有害ガスの脱硫装置においても、石灰石スラリーが不足して脱硫率が低下する傾向がある。

本発明の課題は、排煙脱硫装置において、副生品中の亜硫酸カルシウムをほぼ 1 0 0 % 石膏化するとともに、脱硫率をほぼ 1 0 0 % とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するために、本発明に係る排煙脱硫装置は、所定の長さに形成され、一方側に設けられたガス導入口及び他方側に設けられたガス排出口を有する固定ダクトと、両端面及び円周面のそれぞれが格子状とされた略円筒状に形成され、一方側の端面を前記ガス導入口側に対面させ、他方側の端面を前記ガス排出口側に対面させ、水平軸を中心に回転自在に支承された状態で、前記固定ダクト内に配設された籠型回転円筒体と、気液接触用充填物を前記籠型回転円筒体内に充填してなり、前記ガス導入口から導入されたガスを軸方向に通過させる回転充填層と、前記回転充填層の前記ガス導入口側及び前記ガス排出口側のそれぞれに配設されたガスシールプレートと、前記回転充填層の下方に配設され、その一部に連通部分を有する仕切り板によって区分された複数の連通貯留区分を有するスラリー貯留槽と、吸収剤スラリーを前記スラリー貯留槽における前記ガス排出口側に供給するスラリー供給手段と、前記吸収剤スラリーを前記スラリー貯留槽における前記ガス導入口側から排出するスラリー排出手段と、前記複数の連通貯留区分のそれぞれに対応して設けられ、対応する前記連通貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記回転充填層における該連通貯留区分の上方の部位に散布するスラリー散布手段と、を備え、前記複数の連通貯留区分は、前記軸方向に沿って並ぶように配設され、前記スラリー供給手段によって前記スラリー貯留槽における前記ガス排出口側に供給された前記吸収剤スラリーは、脱硫反応及び石膏化反応をしつつ、前記複数の連通貯留区分を経由して前記ガス導入口側へと移動されて、前記スラリー排出手段によって前記スラリー貯留槽における前記ガス導入口側から排出されることを特徴とする。

20

30

【 0 0 1 2 】

また本発明の排煙脱硫装置では、スラリー貯留槽内において、複数の連通貯留区分が軸方向に沿って並ぶように設けられている。そして、スラリー貯留槽のガス排出口側に供給された吸収剤スラリーは、脱硫反応及び石膏化反応をしつつ、複数の連通貯留区分を経由してガス導入口側へと移動されて、スラリー貯留槽のガス導入口側から排出される。

40

これによって、各連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの PH（ペーハー）を比較すると、複数の連通貯留区分のうちガス排出口側に位置する連通貯留区分ほど、該連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの塩基性が強くなり、複数の連通貯留区分のうちガス導入口側に位置する連通貯留区分ほど、該連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの酸性が強くなる。

これに伴い、回転充填層の各部位に散布される吸収剤スラリーの PH を比較すると、ガス排出口側の部位ほど、該部位に散布される吸収剤スラリーの塩基性が強くなり、ガス導

50

入口側の部位ほど、該部位に散布される吸収剤スラリーの酸性が強くなる。

これにより、ガス導入口側から排出される吸収剤スラリー（石膏スラリー）のPHを下げ、酸性とすることができ、亜硫酸カルシウムの石膏化をより確実に行うことができる。この石膏化作用は、スラリー貯留槽に吹き込まれる空気によりさらに確実なものとなり、ガス導入口側から排出される石膏スラリーの酸性の程度を弱めることができる。

したがって、第一の発明に係る排煙脱硫装置によれば、副生品中の亜硫酸カルシウムをほぼ100%石膏化することが可能となるとともに、脱硫率をほぼ100%とすることが可能となる。

ここで、本発明に係るスラリー供給手段としては、後述するスラリーフィーダー62が該当し、スラリー排出手段としては、後述するスラリー排出装置64が該当し、スラリー散布手段としては、後述する循環装置63が該当する。

10

【0013】

さらに本発明に係る排煙脱硫装置は、前記スラリー貯留槽において前記連通部分を有していない仕切り板によって区分されてなる独立貯留区分と、所定の液位を保つように前記吸収剤スラリーを前記独立貯留区分に供給する液位調整手段と、前記独立貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記回転充填層における該独立貯留区分の上方の部位に散布するスラリー散布手段と、を備え、前記独立貯留区分は、前記複数の連通貯留区分の前記ガス排出口側に位置し、前記スラリー供給手段は、前記独立貯留区分から抽出した前記吸収剤スラリーを前記複数の連通貯留区分のうち最も前記ガス排出口側に位置する連通貯留区分に供給し、該吸収剤スラリーの供給量を調整可能となっていることを特徴とする。

20

【0014】

また本発明に係る排煙脱硫装置では、スラリー貯留槽内において、複数の連通貯留区分のガス排出口側に、連通貯留区分に連通していない独立貯留区分が設けられている。そして、独立貯留区分における吸収剤スラリーの液位が所定の位置となるように、吸収剤スラリーが独立貯留区分に供給される。

これによって、複数の連通貯留区分よりガス排出口側に位置する独立貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーでは、吸収剤が大過剰の状態となる。これに伴い、回転充填層のうち独立貯留区分の上方の部位（最もガス排出口側の部位）に、吸収剤が大過剰の状態の吸収剤スラリーが散布される。したがって、吸収剤スラリーの供給量を低減しても脱硫率をほぼ100%とすることが可能となる。

30

例えば、スラリー貯留槽において4つの連通貯留区分a～d及び独立貯留区分e（合計5つの貯留区分）を設けた場合には、最もガス導入口側に位置する連通貯留区分aに貯留されている吸収剤スラリーは酸性～中性となり、連通貯留区分aよりガス排出口側に位置する連通貯留区分b～dに貯留されている吸収剤スラリーは塩基性となり、最もガス排出口側に位置する独立貯留区分eに貯留されている吸収剤スラリーでは吸収剤（石灰石）が大過剰の状態となる。そして、この状態で、各貯留区分a～eに貯留されている吸収剤スラリーが、回転充填層における各貯留区分a～eの上方の部位に散布・循環される。

この際、5つの貯留区分a～eのうちガス排出口側から2番目に位置する連通貯留区分dに供給される吸収剤スラリー量は、ガス導入口側から排出される石膏スラリーが酸性（PH3～6）となるように調整される。

40

ここで、吸収剤スラリーの供給量を処理ガス量及び亜硫酸ガス濃度から計算される理論供給量の95%とすると、回転充填層のうち連通貯留区分aの上方から連通貯留区分dの上方までの部位におけるガスの脱硫率は、吸収剤不足により、95%程度となる。しかしながら、吸収剤が大過剰の状態となっている吸収剤スラリーを散布する独立貯留区分eが、連通貯留区分dのガス排出口側に配設されていることによって、回転充填層のうち独立貯留槽eの上方の部位において残り5%の亜硫酸ガスが脱硫される。これにより、回転充填層の全体において、ほぼ100%の脱硫率を達成することができる。

したがって、本発明に係る排煙脱硫装置によれば、副生品中の亜硫酸カルシウムをほぼ100%石膏化することが可能となるとともに、脱硫率をほぼ100%とすることが可能となる。

50

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る排煙脱硫装置によれば、ガス導入口側から排出される吸収剤スラリー（石膏スラリー）のPHを下げて酸性とすることができ、亜硫酸カルシウムの石膏化をより確実に行うことができる。この石膏化作用は、スラリー貯留槽に吹き込まれる空気によりさらに確実なものとなり、ガス導入口側から排出される石膏スラリーの酸性の度を弱めることができる。

また、本発明に係る排煙脱硫装置によれば、前段落で説明したメカニズムにより脱硫率をほぼ100%とすることができる。

10

すなわち、本発明に係る排煙脱硫装置によれば、副生品中の亜硫酸カルシウムをほぼ100%石膏化することが可能となるとともに、脱硫率をほぼ100%とすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る排煙脱硫装置の断面図である。

【図2】図1に示す排煙脱硫装置が備えるスラリー貯留槽の平面図である。

【図3】図1に示すA-A線に沿う断面図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0017】

以下、本発明の実施形態に係る排煙脱硫装置1について、図面を参照しながら説明する。

排煙脱硫装置1は、工場や発電所等の排煙経路に設置されて、排出される排煙（処理ガス）から亜硫酸ガスを除去する装置である。

特に、排煙脱硫装置1は、排煙から炭酸ガスを回収する炭酸ガス回収装置の前段として設置されると、一層有利となる。

【0018】

（排煙脱硫装置1の構成）

図1は、本発明の実施形態に係る排煙脱硫装置1の断面図である。図1は、排煙脱硫装置1を籠型回転円筒体20の水平軸21に沿って鉛直方向に切断した状態を示している。また、図1では、循環する吸収剤スラリーの流れを実線矢印で示し、処理ガスの流れを破線矢印で示している。

30

図2は、図1に示す排煙脱硫装置1が備えるスラリー貯留槽40の平面図である。特に、図2では、スラリー貯留槽40内における仕切り板43、44の配置を示しており、吸収剤スラリーの流れを実線矢印で示し、処理ガスの流れを破線矢印で示している。

図3は、図1に示すA-A線に沿う断面図である。図3は、ガスシールプレート50を籠型回転円筒体20の水平軸21に沿う向きから見た状態を示している。

【0019】

図1に示す排煙脱硫装置1は、固定ダクト10と、固定ダクト10内に配設された籠型回転円筒体20と、籠型回転円筒体20内に形成された回転充填層30と、回転充填層30の下方に配設されたスラリー貯留槽40と、一対のガスシールプレート50と、吸収剤スラリーを循環させるスラリー循環システム60と、を備えている。

40

固定ダクト10は、所定の長さに形成され、水平方向に向けて配設されている。固定ダクト10は、その中央部を下方及び前後方向（図1に示す奥行き方向）に膨らませることによって、その内部に籠型回転円筒体20を設置可能な内部空間が形成されている。固定ダクト10は、処理ガスが流れる方向（図1に示す左右方向）の一方側に設けられたガス導入口11と、他方側に設けられたガス排出口12と、を有している。また、ガス排出口12には、ミストセパレータ13が配設されている。

【0020】

50

籠型回転円筒体 20 は、略円筒状の籠型に形成されている。また、籠型回転円筒体 20 は、その両端面及び円周面を含む略全体が格子状に形成されている。本実施形態では、籠型回転円筒体 20 の両端面及び円周面は、75 mm φ × 75 mm φ の気液接触用充填物を充填するために、60 mm 程度の間隔の格子状に形成されている。籠型回転円筒体 20 は、一方側の端面をガス導入口 11 側に対面させ、他方側の端面をガス排出口 12 側に対面させ、一對のボス 22 a, 22 b に挿通された水平軸 21 を中心に回転自在に配置されている。水平軸 21 は、一端がガス導入口 11 側に、他端がガス排出口 12 側に配置される、3つの軸受 23 a, 23 b, 23 c によって回転自在に支承されている。

そして、籠型回転円筒体 20 は、ギヤードモータ 24 によって、水平軸 21 を中心に回転駆動される。籠型回転円筒体 20 の回転速度は、5 rpm 程度とする。なお、本実施形態では、ギヤードモータ 24 によって籠型回転円筒体 20 を回転させる構成としているが、ギヤードモータ 24 を省略して、回転充填層 30 の上方から散布される吸収剤スラリーの重さを利用した水車の原理により籠型回転円筒体 20 を回転させる構成としても構わない(特許文献 2 参照)。

【0021】

回転充填層 30 は、多数の気液接触用充填物を籠型回転円筒体 20 内に充填することにより形成されている。気液接触用充填物としては、樹脂製円筒状体、ラシヒリング、ボールリング、ネットリング等、籠型回転円筒体 20 内に多数の空隙を形成することができるものが用いられる。回転充填層 30 は、ガス導入口 11 から導入されたガスを軸方向(水平軸 21 が延びる方向)に通過させることが可能となっている。

スラリー貯留槽 40 は、固定ダクト 10 内の底部に配設され、回転充填層 30 の下方に位置している。スラリー貯留槽 40 は、上方が開放された箱形に形成され、吸収剤スラリーを貯留・循環させることが可能となるように形成されている。ここで、本実施形態では、吸収剤として、石灰石を用いており、吸収剤スラリーとして、石灰石スラリーを用いている。

図 1 及び図 2 に示すように、スラリー貯留槽 40 内には、その一部に連通部分 43 a を有する仕切り板 43 によって区分された複数(本実施形態では、4 つ)の連通貯留区分 41 a ~ 41 d と、連通部分を有していない仕切り板 44 によって区分されてなる独立貯留区分 42 と、が設けられている。4 つの連通貯留区分 41 a ~ 41 d 及び独立貯留区分 42 は、軸方向(水平軸 21 が延びる方向)に沿って並ぶように配設されている。具体的には、連通貯留区分 41 a が最もガス導入口 11 側に配置され、ガス導入口 11 側からガス排出口 12 側に向かって連通貯留区分 41 b、連通貯留区分 41 c、連通貯留区分 41 d の順に配置され、独立貯留区分 42 が最もガス排出口 12 側に配置されている。そして、隣接する連通貯留区分 41 a ~ 41 d 間では、仕切り板 43 の連通部分 43 a を介して、吸収剤スラリーが流入・流出することが可能となっている。一方、独立貯留区分 42 は、隣接する連通貯留区分 41 d に連通していない状態となっている。

【0022】

図 1 及び図 3 に示すように、ガスシールプレート 50 は、回転充填層 30 のガス導入口 11 側及びガス排出口 12 側のそれぞれに配設されている。各ガスシールプレート 50 は、略四角形の平板状に形成され、その中心部に円形の貫通孔が設けられている。各ガスシールプレート 50 の貫通孔の直径は、籠型回転円筒体 20 (回転充填層 30) の直径より小さくなっている。そして、各ガスシールプレート 50 は、その下端部がスラリー貯留槽 40 に貯留されている吸収剤スラリーの液中に挿入された状態で配設され、籠型回転円筒体 20 (回転充填層 30) と固定ダクト 10 の内面との間をシールする。

【0023】

スラリー循環システム 60 は、液位調整装置 61 と、スラリーフィーダー 62 と、循環装置 63 と、スラリー排出装置 64 と、空気吹込装置 65 と、を備えている。

液位調整装置 61 は、石灰石スラリー供給パイプ 61 a と、石灰石スラリー供給パイプ 61 a を介して吸収剤スラリー(石灰石スラリー)を独立貯留区分 42 に供給するスラリー供給手段(図示せず)を有している。液位調整装置 61 は、所定の液位を保つように吸

10

20

30

40

50

収剤スラリーを独立貯留区分 4 2 に供給する。

スラリーフィーダー 6 2 は、吸収剤スラリーをスラリー貯留槽 4 0 におけるガス排出口 1 2 側に供給する。具体的には、スラリーフィーダー 6 2 は、独立貯留区分 4 2 から抽出した吸収剤スラリーを複数の連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d のうち最もガス排出口 1 2 側に位置する連通貯留区分 4 1 d に供給する。この際、スラリーフィーダー 6 2 は、吸収剤スラリーの供給量を調整可能となっている。

循環装置 6 3 は、吸収剤スラリーを回転充填層 3 0 に散布するスラリー散布装置 6 3 a と、スラリー散布装置 6 3 a 及びスラリー貯留槽 4 0 を連結する配管 6 3 b と、配管 6 3 b を介してスラリー貯留槽 4 0 に貯留されている吸収剤スラリーをスラリー散布装置 6 3 a に送り込む循環ポンプ 6 3 c と、を有している。

10

ここで、スラリー散布装置 6 3 a は、スプレーノズルによって吸収剤スラリーを散布する構成であっても、パイプの先端から吸収剤スラリーを流下させる構成であっても、どちらでも構わない。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、4 つの連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d 及び独立貯留区分 4 2 のそれぞれに対応する循環装置 6 3 (合計 5 基の循環装置 6 3) が設けられている。具体的には、本実施形態では、5 基のスラリー散布装置 6 3 a と、5 つの配管 6 3 b と、5 基の循環ポンプ 6 3 c (図 1 に示す P a , P b , P c , P d , P e) と、を有している。ここで、図 1 では、各循環ポンプ 6 3 c の下方、各配管 6 3 b の上方及び各スラリー散布装置 6 3 a の上方のそれぞれに記号 a ~ e が付されているが、これは、同一の記号 a ~ e が付されている循環ポンプ 6 3 a、配管 6 3 b 及びスラリー散布装置 6 3 a が接続されていることを示している。そして、各循環装置 6 3 は、対応する貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d , 4 2 から抽出した吸収剤スラリーを回転充填層 3 0 における当該貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d , 4 2 の上方の部位に散布する。

20

【 0 0 2 5 】

スラリー排出装置 6 4 は、石膏スラリー排出パイプ 6 4 a と、石膏スラリー排出パイプ 6 4 a に設けられたバルブ 6 4 b と、を有している。スラリー排出装置 6 4 は、吸収剤スラリー (石膏スラリー) をスラリー貯留槽 4 0 におけるガス導入口 1 1 側から排出する。具体的には、スラリー排出装置 6 4 は、複数の連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d のうち最もガス導入口 1 1 側に位置する連通貯留区分 4 1 a から吸収剤スラリー (石膏スラリー) を排出する。この際、スラリー排出装置 6 4 は、吸収剤スラリーの排出量を調整することによって、各連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d の液位を調整可能となっている。

30

空気吹込装置 6 5 は、4 つの連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d 及び独立貯留区分 4 2 のそれぞれに貯留されている吸収剤スラリーの液中に空気を吹き込むことが可能となっている。

【 0 0 2 6 】

(排煙脱硫装置 1 のコントロール)

次に、排煙脱硫装置 1 のコントロールについて説明する。

液位調整装置 6 1 によるスラリー貯留槽 4 0 への吸収剤スラリー (石灰石スラリー) の供給は、ガス排出口 1 2 側に位置する独立貯留区分 4 2 における吸収剤スラリーの液面の高さ (液位) が所定の高さとなるようにコントロールする。

40

スラリーフィーダー 6 2 による連通貯留区分 4 1 d への吸収剤スラリーの供給は、ガス導入口 1 1 側に位置する連通貯留区分 4 1 a から排出される吸収剤スラリー (石膏スラリー) の PH が 3 ~ 6 の範囲内となるようにコントロールする。

【 0 0 2 7 】

この場合、吸収剤スラリーを酸性にコントロールするため、吸収剤スラリーに含まれる吸収剤 (石灰石) の量が、処理ガス量及び亜硫酸ガス濃度から計算される理論的所要量に対して不足する。これにより、回転充填層 3 0 のうち連通貯留区分 a の上方から連通貯留区分 d の上方までの部位における処理ガスの脱硫率は、石灰石不足により 9 5 % 程度となる。しかしながら、吸収剤が大過剰の状態となっている吸収剤スラリーを貯留する独立貯留区分 4 2 が 5 つの貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d , 4 2 のうち最もガス排出口 1 2 側に配置さ

50

れていることによって、吸収剤が大過剰の状態となっている吸収剤スラリーが回転充填層 30 のうち最もガス排出口 12 側の部位に散布され、この部位において残り 5 % の亜硫酸ガスが脱硫される。これにより、回転充填層の全体において、ほぼ 100 % の脱硫率を達成することができる。

スラリー貯留槽 40 (連通貯留区分 41 a ~ 41 d) における吸収剤スラリーの液位は、スラリー排出装置 64 のバルブ 64 b の開閉を制御することによりコントロールする。

【 0028 】

(排煙脱硫装置 1 の作用)

次に、排煙脱硫装置 1 の作用について説明する。

排煙脱硫装置 1 では、処理ガスは、図示しない送風機によりガス導入口 11 から固定ダクト 10 内に送り込まれ、固定ダクト 10 内の中央に配置された籠型回転円筒体 20 (回転充填層 30) を通過して、ミストセパレータ 13 を経た後に、ガス排出口 12 から排気される。

一方、スラリー貯留槽 40 内では、スラリーフィーダー 62 が独立貯留区分 42 から抽出した吸収剤スラリーを複数の連通貯留区分 41 a ~ 41 d のうち最もガス排出口 12 側に位置する連通貯留区分 41 d に供給する。そして、スラリー貯留槽 40 におけるガス排出口 12 側 (連通貯留区分 41 d) に供給された吸収剤スラリーは、脱硫反応及び石膏化反応をしつつ、複数の連通貯留区分 41 a ~ 41 d を経由してガス導入口 11 側へと移動されて、スラリー排出装置 64 によってスラリー貯留槽 40 におけるガス導入口 11 側 (連通貯留区分 41 a) から排出される。

この際、各貯留区分 41 a ~ 41 d , 42 に貯留されている吸収剤スラリーは、各貯留区分 41 a ~ 41 d , 42 に対応して設けられている循環装置 63 によって籠型回転円筒体 20 に散布される。

【 0029 】

籠型回転円筒体 20 に散布された吸収剤スラリーは、籠型回転円筒体 20 内を流下する吸収剤スラリーの重力及び籠型回転円筒体 20 自体の回転の影響を受けながら気液接触充填物等の表面を流下し、その際に形成されるスラリー液膜が固定ダクト 10 内を通過する処理ガスとの広い面積での気液接触による反応を行いつつ、スラリー貯留槽 40 内の各貯留区分 41 a ~ 41 d , 42 に落下する。

そして、スラリー貯留槽 40 内に流下した吸収剤スラリーは、処理ガスとの気液接触による反応で生成された多量の石膏を含んでいる。

また、スラリー貯留槽 40 内では、空気吹込装置 65 が吸収剤スラリーの液中に空気を吹き込むことによって、吸収剤スラリーが攪拌されるとともに、新鮮な酸素が補給されて石灰石粉を溶解しつつ吸収剤スラリーが順次循環される。

【 0030 】

以上のように、排煙脱硫装置 1 では、スラリー貯留槽 40 内において、複数の貯留区分 41 a ~ 41 d , 42 が軸方向に沿って並ぶように設けられている。そして、スラリー貯留槽 40 のガス排出口 12 側 (独立貯留区分 42) に供給された吸収剤スラリーは、脱硫反応及び石膏化反応をしつつ、複数の連通貯留区分 41 a ~ 41 d を経由してガス導入口 11 側へと移動されて、スラリー貯留槽 40 のガス導入口 11 側 (連通貯留区分 41 a) から排出される。

これによって、各連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの PH (ペーハー) を比較すると、複数の連通貯留区分のうちガス排出口 12 側に位置する連通貯留区分ほど、該連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの塩基性が強くなり、複数の連通貯留区分のうちガス導入口 11 側に位置する連通貯留区分ほど、該連通貯留区分に貯留されている吸収剤スラリーの酸性が強くなる。

【 0031 】

これに伴い、回転充填層 30 の各部位に散布される吸収剤スラリーの PH を比較すると、ガス排出口 12 側の部位ほど、該部位に散布される吸収剤スラリーの塩基性が強くなり、ガス導入口 11 側の部位ほど、該部位に散布される吸収剤スラリーの酸性が強くなる。

これにより、ガス導入口 1 1 側から排出される吸収剤スラリー（石膏スラリー）の P H を下げて酸性とすることができ、亜硫酸カルシウムの石膏化をより確実に行うことができる。この石膏化作用は、スラリー貯留槽 4 0 に吹き込まれる空気によりさらに確実なものとなり、ガス導入口 1 1 側から排出される石膏スラリーの酸性の度を弱めることができる。

【 0 0 3 2 】

特に、排煙脱硫装置 1 では、複数の連通貯留区分 4 1 a ~ 4 1 d よりガス排出口 1 2 側に位置する独立貯留区分 4 2 に貯留されている吸収剤スラリーでは、吸収剤が大過剰の状態となる。これに伴い、回転充填層 3 0 のうち独立貯留区分 4 2 の上方の部位（最もガス排出口 1 2 側の部位）に、吸収剤が大過剰の状態の吸収剤スラリーが散布される。

10

ここで、吸収剤スラリーの供給量を処理ガス量及び亜硫酸ガス濃度から計算される理論供給量の 9 5 % とすると、回転充填層 3 0 のうち連通貯留区分 4 1 a の上方から連通貯留区分 4 1 d の上方までの部位におけるガスの脱硫率は、吸収剤不足により、9 5 % 程度となる。しかしながら、吸収剤が大過剰の状態となっている吸収剤スラリーを散布する独立貯留区分 4 2 が、連通貯留区分 4 1 d のガス排出口 1 2 側に配設されていることによって、回転充填層 3 0 のうち独立貯留槽 4 2 の上方の部位において残り 5 % の亜硫酸ガスが脱硫される。これにより、回転充填層 3 0 の全体において、ほぼ 1 0 0 % の脱硫率を達成することができる。

したがって、排煙脱硫装置 1 によれば、副生品中の亜硫酸カルシウムをほぼ 1 0 0 % 石膏化することが可能となるとともに、脱硫率をほぼ 1 0 0 % とすることが可能となる。

20

【実施例】

【 0 0 3 3 】

次に、排煙脱硫装置 1 の実施例について説明する。

特許文献 1 に記載された排煙脱硫装置の実施例（回転充填層の直径が 1 m の実験機、回転円筒体の直径が 3 . 2 m の実用 1 号機、回転円筒体の直径が 4 . 5 m の実用 2 号機及び回転円筒体の直径が 4 . 5 m の実用 3 号機）のデータを基に、脱硫率 1 0 0 % の石灰石 - 石膏法による排煙脱硫装置 1 の試設計機 1 ~ 4 の試設計を行った。

各試設計機の試設計の結果を表 2 に示す。

【表 2】

30

	試設計機 1	試設計機 2	試設計機 3	試設計機 4
ガス処理量 (Nm ³ /h)	20 万	50 万	100 万	300 万
導入口亜硫酸ガス濃度 (ppm)	1000	1000	1000	1000
籠型回転円筒体の直径 (m)	6.2	9.9	14.0	24.3
籠型回転円筒体の長さ (m)	3	3	3	3
籠型回転円筒体の回転速度 (rpm)	5	5	5	5
スラリー落下部最大面積 (m ²)	6.2 × 3.0	9.9 × 3.0	14.0 × 3.0	24.3 × 3.0
循環ポンプの容量 (m ³ /h) (Pa + Pb + Pc + Pd + Pe)	930	1495	2100	3645
脱硫率 (%)	100	100	100	100
副生品	石膏	石膏	石膏	石膏
ポンプの所要ヘッド (m)	10	15	20	30
通風圧損失 (mm)	200 以下	200 以下	200 以下	200 以下
面積当りのスラリー量	50m ³ /m ² h	50m ³ /m ² h	50m ³ /m ² h	50m ³ /m ² h

40

【 0 0 3 4 】

雑誌「火力原子力発電」によれば、3 0 0 万 Nm³ / h 級の設備として、松浦火力 2 号機（電発）、常陸那珂 1 号機（東電）が紹介されており、松浦火力 2 号機の場合では、

循環ポンプ：7 2 . 5 m³ / m i n × 1 2 台、

50

通風機： $39,200\text{ m}^3/\text{min} \times 560\text{ mm A q}$
常陸那珂1号機の場合では、

循環ポンプ： $127.5\text{ m}^3/\text{min} \times 5$ 台、
という記載がある。これを計算してみると、スラリー循環量は、前者が $52,200\text{ m}^3/\text{h}$ 、また後者が $38,250\text{ m}^3/\text{h}$ ということになる。

これらの数字を試設計機4と比較すると、下記表3に示すようになる。

【表3】

	スラリー循環量	比率
電発松島	52,200	14.3
東電常陸那珂	38,250	10.5
本発明(試設計機4)	3,645	1

10

表3に示すように、本発明と電発松島・東電常陸那珂とでは、スラリー循環量に非常に大きな差がある。

【0035】

日本で使用されている石灰石・石膏法排煙脱硫装置は、スプレータワー方式が主流であるが、脱硫率100%を確保する手段を用意するものではなく、表3に示すように循環ポンプによるスラリー循環量も桁ちがいに大きく、通風圧損失も大きいため、エネルギー消費が大きいという欠点がある。

20

これに対して、本発明に係る排煙脱硫装置1によれば、スラリー循環量を低減することができ、回転円筒体の長さも短いので、通風圧損失が低減され、エネルギー消費を抑制することが可能となる。

【符号の説明】

【0036】

1	排煙脱硫装置
10	固定ダクト
11	ガス導入口
12	ガス排出口
13	ミストセパレータ
20	籠型回転円筒体
21	水平軸
22a, 22b	ボス
23a, 23b, 23c	軸受
24	ギヤードモータ
30	回転充填層
40	スラリー貯留槽
41a ~ 41d	連通貯留区分
42	独立貯留区分
43	仕切り板
43a	連通部分
44	仕切り板
50	ガスシールプレート
60	スラリー循環システム
61a	石灰石スラリー供給パイプ
61	液位調整装置
62	スラリーフィーダー

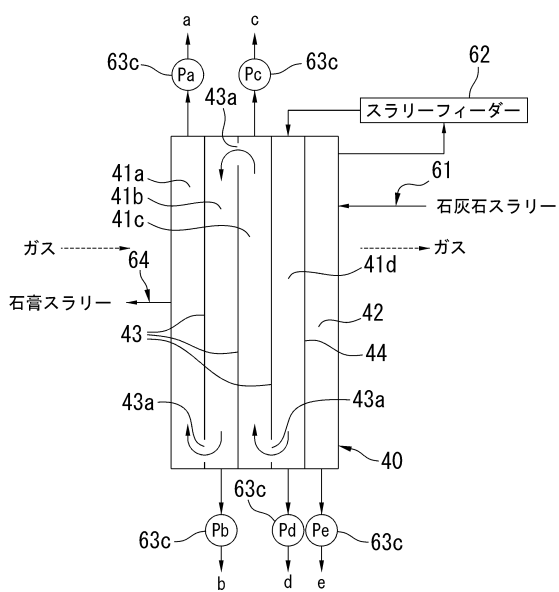
30

40

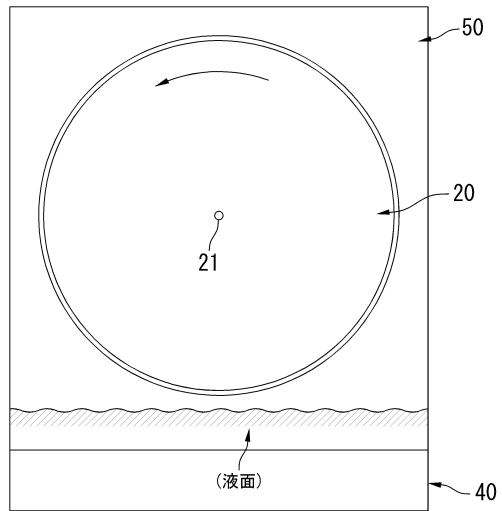
50

- 循環装置
スラリー散布装置
配管
循環ポンプ
スラリー排出装置
石膏スラリー排出パイプ
バルブ
空気吹込装置

【圖 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 健
茨城県水戸市吉沢町742-9

審査官 山田 貴之

(56)参考文献 特開2008-012401(JP,A)
特開平03-008409(JP,A)
特開昭60-172335(JP,A)
特開2007-021317(JP,A)
特開平05-269324(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D	53/02 - 53/18
B01D	53/34 - 53/85
B01D	53/92
B01D	53/96
A61L	9/00 - 9/04
A61L	9/14 - 9/22
F23J	15/00
C01F	11/46