

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5437151号  
(P5437151)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B01D 53/50</b>	<b>(2006.01)</b>	B01D 53/34	125Q
<b>B01D 53/77</b>	<b>(2006.01)</b>	B01D 53/34	135Z
<b>B01D 53/62</b>	<b>(2006.01)</b>	B01D 53/18	Z ABE
<b>B01D 53/18</b>	<b>(2006.01)</b>	F23C 9/08	
<b>F23C 9/08</b>	<b>(2006.01)</b>	F23L 7/00	A

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2010-101919 (P2010-101919)

(22) 出願日

平成22年4月27日(2010.4.27)

(65) 公開番号

特開2011-230047 (P2011-230047A)

(43) 公開日

平成23年11月17日(2011.11.17)

審査請求日

平成25年4月23日(2013.4.23)

(73) 特許権者 000005441

バブコック日立株式会社

東京都千代田区外神田四丁目14番1号

(74) 代理人 100096541

弁理士 松永 孝義

(74) 代理人 100133318

弁理士 飯塚 向日子

(72) 発明者 三井 良晃

広島県呉市宝町5番3号

バブコック日立株式

会社 呉研究所内

(72) 発明者 今田 典幸

広島県呉市宝町5番3号

バブコック日立株式

会社 呉研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】排煙脱硫装置及びこれを備えた酸素燃焼装置と方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ボイラ等の燃焼装置(13)から排出される燃焼排ガスを導入してスプレノズル(4)から噴霧した石灰分を含む脱硫吸收液(6)と気液接触させて排ガス中の硫黄酸化物を除去する脱硫吸收部(26)と、前記気液接触後の脱硫吸收液(6)を貯留する脱硫吸收液溜め部(11)とを備えた湿式排煙脱硫装置(3)であって、

脱硫吸收部(26)には、前記燃焼排ガスを導入する入口ダクト(1)と、該入口ダクト(1)から導入した排ガスが上向きに流れる上昇流領域(29)を形成して該上昇流領域(29)に前記スプレノズル(4)の一部が配置される第1の吸收部と、該第1の吸收部のガス流れの後流側に排ガスが下向きに流れる下降流領域(30)を形成して該下降流領域(30)に前記スプレノズル(4)の他部が配置される第2の吸收部と、該第2の吸收部から浄化したガスを外部に排出する出口ダクト(2)とを備え、前記第1の吸收部の上部に空間部を形成し、該空間部には第1の吸收部を経た排ガスの一部を燃焼装置(13)へ供給するために再循環ガスとして利用するための再循環出口ダクト(2')を接続したことを特徴とする排煙脱硫装置。

## 【請求項 2】

前記脱硫吸收部(26)は、前記脱硫吸收液溜め部(11)の脱硫吸收液(6)の液面よりも低い位置であって、前記酸化用ガス供給部(9)が設けられた壁面から離れた前記脱硫吸收液溜め部(11)の中央寄りに、該吸收液溜め部(11)の水平断面積以下の水平断面積を持つ下端開口部(7b)を設けた水封管(7)を有することを特徴とする請求

10

20

項 1 記載の湿式排煙脱硫装置。

【請求項 3】

上昇流領域(29)と下降流領域(30)の断面積比が4:1~29:1になるように設置し、下降流領域(30)のガス流速を4~27m/sにしたことを特徴とする請求項1記載の湿式排煙脱硫装置。

【請求項 4】

酸素製造装置(19)と、

該酸素製造装置(19)で製造した酸素と請求項1に記載の排煙脱硫装置(3)の再循環出口ダクト(2')から排出される排ガスを燃焼装置(13)の燃焼用ガスの一部として供給する排ガス再循環ライン(18)と、

10

請求項1に記載の排煙脱硫装置(3)と、

該排煙脱硫装置(3)の出口ダクト(2)から浄化処理した排ガスを導入して排ガス中のCO<sub>2</sub>を回収するCO<sub>2</sub>回収装置(17)と  
を設けたことを特徴とする酸素燃焼装置。

10

【請求項 5】

請求項1に記載の排煙脱硫装置(3)の再循環出口ダクト(2')から排出される排ガスと酸素製造装置(19)で製造した酸素を燃焼装置(13)の燃焼用ガスの一部として供給し、請求項1に記載の排煙脱硫装置(3)の出口ダクト(2)から浄化処理した排ガスを導入して排ガス中のCO<sub>2</sub>をCO<sub>2</sub>回収装置(17)で回収することを特徴とする酸素燃焼方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火力発電用ボイラープラント等において、燃焼排ガスに含まれるSO<sub>2</sub>(硫黄酸化物)を除去する排煙脱硫装置(以下、単に脱硫装置ということもある)及びこの排煙脱硫装置を備え、空気から窒素分を分離して得られた酸素を用いて石炭等の燃料をボイラで燃焼させる酸素燃焼システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の脱硫装置3の構成例を図7に示す。

30

脱硫装置3は主に、脱硫吸收液6を噴霧するスプレノズル4、吸収液循環ポンプ5、ミストエリミネータ8、脱硫吸收液6中に生成した亜硫酸の酸化用ガス供給部9、攪拌機10、吸収液を溜めて亜硫酸を酸化する吸収液溜め部11等から構成される。

【0003】

脱硫装置3は前記吸収液貯め部11の上側に図示しない燃焼装置からの排ガスをほぼ水平方向に導入する入口ダクト1と排ガスをほぼ水平方向に排出する出口ダクト2をそれぞれ対向する側壁に設けた脱硫吸收部26がある。該入口ダクト1と出口ダクト2の間の脱硫装置3の内部の空間には排ガス流路があり、該排ガス流路は脱硫装置3の内部の空間を二室に分割する仕切板22で仕切られている。該仕切板22の下端部側を吸収液に浸漬され、上端部は脱硫装置3の内部の天井に達しない高さまであり、排ガス流路内を流れる排ガスは入口ダクト1側の空間を仕切板22に沿って上昇し、脱硫装置3の内部の天井と仕切板22の上端部との間の開口部からなる流路から出口ダクト2側の空間に向かって降下し、出口ダクト2から排出する。

40

【0004】

脱硫装置3の内部は仕切板22で仕切られた排ガスが上向きに流れる上昇流領域29と、天井側の開口部で反転した後に出口ダクト2に向けて下向きに排ガスが流れる下降流領域30が形成され、それぞれの領域29, 30に設置したスプレノズル4から噴霧される吸収液6と排ガスを接触させて、排ガス中のSO<sub>2</sub>を除去する(特許文献1)。

【0005】

排ガス中のSO<sub>2</sub>を吸収することで吸収液6中で生成した亜硫酸を酸化するために、下

50

降流領域に設けられる酸化用ガス供給部9から酸化用ガス27である空気を供給する。空気により亜硫酸が酸化され、石膏となって脱硫装置3から排出される。

#### 【0006】

次に 空気から窒素分を分離して得られた酸素を用い、石炭等の燃料をボイラで燃焼させる酸素燃焼システムの例を図6に示す。

前記酸素燃焼システムは、ボイラ13で酸素を用いて燃料を燃焼させた排ガスが流れる排ガス流路に上流側から順に、ボイラ13、脱硝装置14、熱交換器15、集塵装置16、脱硫装置3、CO<sub>2</sub>回収装置17、再循環ライン18が配置され、さらに酸素製造装置19及び酸素供給ライン20等も配置された構成である。

#### 【0007】

酸素製造装置19により空気から窒素分と分離された酸素は、酸素供給ライン20等からボイラ13に供給され、燃料である石炭25を酸素燃焼することにより生成した排ガスを脱硝装置14に導き、排ガスに含まれるNO<sub>x</sub>(窒素酸化物)を分解する。脱硝装置14から排出された排ガスは熱交換器15を通じて再循環ガスと熱交換され、熱交換器15の出口温度200~160程度まで降下した後、集塵装置16で煤塵が除去される。

集塵装置16で除塵された排ガスの一部は脱硫装置3に供給されて、SO<sub>2</sub>が除去され、CO<sub>2</sub>回収装置17へ導かれる。また、脱硫装置3に供給しない一部の排ガスは、再循環ガスとして再循環ライン18を通り、熱交換器15で200まで昇温された後、ボイラ13に燃焼用ガスとして供給する構成となっている。

#### 【0008】

酸素燃焼システムでは、脱硫装置3からCO<sub>2</sub>回収装置17に導かれる排ガス中に含まれる残留SO<sub>2</sub>がCO<sub>2</sub>回収装置17で圧縮され、冷却される過程で液化して硫酸となってCO<sub>2</sub>回収装置17を構成する材料の腐食を引き起こす可能性があるため、CO<sub>2</sub>回収装置17を持たない空気燃焼式のシステムに比べ、脱硫装置3出口における残留SO<sub>2</sub>濃度を極力低減する必要がある。

#### 【0009】

一方、再循環ガスとして再循環ライン(排ガス再循環系統)18に戻す排ガスも燃焼システム全体としてSO<sub>2</sub>が濃縮するのを回避するため、ある程度脱硫することが望ましい。

上記図6に示す酸素燃焼システムでは、再循環ガスとして再循環ライン18に戻す排ガスは脱硫されないため、燃焼システム全体としてSO<sub>2</sub>が濃縮し、再循環ライン18でダクト材料の腐食等を引き起こす可能性がある。

#### 【0010】

また、脱硫装置3の入口ダクト2の排ガス中のSO<sub>2</sub>濃度が高いので、従来と同じ脱硫率では、出口ダクト2の排ガス中のSO<sub>2</sub>濃度が高くなり、上述したCO<sub>2</sub>回収装置17を構成する材料の腐食の問題が顕著となるおそれがある。そこで、再循環ライン18を脱硫装置3の後流側からボイラ13側に戻す構成とすることが考えられる(特許文献2,3)。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0011】

【特許文献1】特開平5-220331号公報

【特許文献2】特開平3-252305号公報

【特許文献3】特開平5-231609号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

上記従来技術では脱硫装置3における脱硫率を左右する要素は、L/G(液ガス比)とガス流速であるが、再循環ガス量はCO<sub>2</sub>回収装置17へ送られる回収ガス量に比べて多いため、排ガス全量をCO<sub>2</sub>回収装置17へ送られる回収ガス側の要求SO<sub>2</sub>濃度に合わせ

10

20

30

40

50

て高度に脱硫するとなると、極めて多量の脱硫吸收液を用いる必要が生じ、ポンプ動力等、大幅なユーティリティの増大につながるという問題がある。

#### 【0013】

そこで、本発明の課題は、多量の脱硫吸收液を用いることなく、ポンプ動力等の大幅なユーティリティの増大を招くことなく、一つの脱硫装置でボイラ側（再循環ライン側）とCO<sub>2</sub>回収装置側とに求められるSO<sub>2</sub>濃度に応じた異なる脱硫率の排ガス処理を行い、CO<sub>2</sub>回収装置の腐食防止と燃焼システム全体としてのSO<sub>2</sub>濃縮防止を図ることができる排ガス脱硫率を高めた排煙脱硫装置及びこれを備えた酸素燃焼装置と方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

10

#### 【0014】

本発明の課題は次の解決手段で達成される。

請求項1記載の発明は、ボイラ等の燃焼装置（13）から排出される燃焼排ガスを導入してスプレノズル（4）から噴霧した石灰分を含む脱硫吸收液（6）と気液接触させて排ガス中の硫黄酸化物を除去する脱硫吸收部（26）と、前記気液接触後の脱硫吸收液（6）を貯留する脱硫吸收液溜め部（11）とを備えた湿式排煙脱硫装置（3）であって、

脱硫吸收部（26）には、前記燃焼排ガスを導入する入口ダクト（1）と、該入口ダクト（1）から導入した排ガスが上向きに流れる上昇流領域（29）を形成して該上昇流領域（29）に前記スプレノズル（4）の一部が配置される第1の吸收部と、該第1の吸收部のガス流れの後流側に排ガスが下向きに流れる下降流領域（30）を形成して該下降流領域（30）に前記スプレノズル（4）の他部が配置される第2の吸收部と、該第2の吸收部から浄化したガスを外部に排出する出口ダクト（2）とを備え、前記第1の吸收部の上部に空間部を形成し、該空間部には第1の吸收部を経た排ガスの一部を燃焼装置（13）へ供給するために再循環ガスとして利用するための再循環出口ダクト（2'）を接続したことを特徴とする排煙脱硫装置である。

20

#### 【0015】

請求項2記載の発明は、前記脱硫吸收部（26）が、前記脱硫吸收液溜め部（11）の脱硫吸收液（6）の液面よりも低い位置であって、前記酸化用ガス供給部（9）が設けられた壁面から離れた前記脱硫吸收液溜め部（11）の中央寄りに、該吸收液溜め部（11）の水平断面積以下の水平断面積を持つ下端開口部（7b）を設けた水封管（7）を有することを特徴とする請求項1記載の湿式排煙脱硫装置である。

30

#### 【0016】

請求項3記載の発明は、上昇流領域（29）と下降流領域（30）の断面積比が4：1～29：1になるように設置し、下降流領域（30）のガス流速を4～27m/sにしたことを特徴とする請求項1記載の湿式排煙脱硫装置である。

#### 【0017】

請求項4記載の発明は、酸素製造装置（19）と、該酸素製造装置（19）で製造した酸素と請求項1に記載の排煙脱硫装置（3）の再循環出口ダクト（2'）から排出される排ガスを燃焼装置（13）の燃焼用ガスの一部として供給する排ガス再循環ライン（18）と、請求項1に記載の排煙脱硫装置（3）と、該排煙脱硫装置（3）の出口ダクト（2）から浄化処理した排ガスを導入して排ガス中のCO<sub>2</sub>を回収するCO<sub>2</sub>回収装置（17）とを設けたことを特徴とする酸素燃焼装置である。

40

#### 【0018】

請求項5記載の発明は、請求項1に記載の排煙脱硫装置（3）の再循環出口ダクト（2'）から排出される排ガスと酸素製造装置（19）で製造した酸素を燃焼装置（13）の燃焼用ガスの一部として供給し、請求項1に記載の排煙脱硫装置（3）の出口ダクト（2）から浄化処理した排ガスを導入して排ガス中のCO<sub>2</sub>をCO<sub>2</sub>回収装置（17）で回収することを特徴とする酸素燃焼方法である。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

50

請求項 1 記載の発明によれば、本発明によれば、脱硫装置 3 内の上昇流領域 29 で、排ガス中の SO<sub>2</sub>をある程度除去できるため、排ガス中の SO<sub>2</sub>濃度が増加するのを防止することができる。したがって、脱硫装置 3 内の下降流領域 30 で、SO<sub>2</sub>をさらに効率よく除去できるため、再循環出口ダクト 2' からの SO<sub>2</sub>濃度が低減された排ガスを燃焼装置の再循環ガスとして利用することができる。

#### 【0020】

請求項 2 記載の発明によれば、請求項 1 記載の発明の効果に加えて、脱硫装置のスプレー部の壁面を該吸收液溜め部 11 に挿入し、いわゆる水封管 7 とし、該水封管 7 の水平断面積を該吸收液溜め部 11 の水平断面積以下としたので、供給する酸化用ガス 27 の気泡が上昇する速度よりも、速く吸收液が下降流を形成し、脱硫装置（吸收液）内で SO<sub>2</sub>の吸収に伴って生成した亜硫酸の酸化に用いる酸化用ガスが排ガス中に放散して排ガスが希釈されるのを防止できる。10

#### 【0021】

また、脱硫吸收部 26 と脱硫吸收液溜め部 11 を水封管 7 により分離するようになるので、脱硫吸收液 6 中に生成する亜硫酸の酸化用ガス 27 が脱硫装置 3 の出口ガス中に混入することができないため、脱硫装置 3 の後流側に配置される、例えば CO<sub>2</sub>回収装置 17 の入口の CO<sub>2</sub>濃度が低下するのを防止し、CO<sub>2</sub>回収率の低下を防止する効果がある。

#### 【0022】

請求項 3 記載の発明によれば、請求項 1 記載の発明の効果に加えて、上昇流領域 29 と下降流領域 30 の断面積比が 4 : 1 ~ 29 : 1 になるように設置したので、脱硫装置 3 の下降流領域 30 では上昇流領域 29 に比べてガス処理量が少なくて済む上、ガス流速を高めることができるので高度な脱硫（高脱硫率）を行うことができる。20

#### 【0023】

したがって脱硫装置 3 の出口ダクト 2 から排出される排ガス中の残留 SO<sub>2</sub>濃度を極めて低くすることができ、後流側に配置される CO<sub>2</sub>回収装置 17 などの機器を構成する材料の腐食の可能性を低減できる。

#### 【0024】

さらに下降流領域 30 のガス流速を高めることができるので低濃度の SO<sub>2</sub>も効率よく除去することができるようになり、例えば前記 CO<sub>2</sub>回収装置 17 などの腐食の防止や安定な運転をすることができる。30

#### 【0025】

請求項 4、5 記載の発明によれば、過剰に供給した酸素をボイラの燃焼ガスに利用できるため、余分な酸素を使うことがなく、設備コスト低減の効果がある。

#### 【0026】

さらに、請求項 4、5 に記載の発明によれば、排煙脱硫装置を備え、空気から窒素分を分離して得られた酸素を用い、石炭等の燃料をボイラで燃焼させる酸素燃焼システムとし、一つの脱硫装置 3 でボイラ側（再循環ライン 18 側）と CO<sub>2</sub>回収装置 17 側とに求められる SO<sub>2</sub>濃度に応じた異なる脱硫率の排ガス処理を行い、ユーティリティの大幅な増大を招くことなく、CO<sub>2</sub>回収装置 17 の腐食防止と燃焼システム全体としての SO<sub>2</sub>濃縮防止を図ることができる。また、脱硫吸收液 6 中に生成する亜硫酸の酸化用ガス 27 に高濃度な酸素を用いて、亜硫酸の酸化に利用されなかった余剰の酸素を燃焼装置 13 へ供給する循環ライン 18 に供給することで、酸化用ガスに空気を用いた場合よりも、供給ガス量を低減できる。従って、ガス供給動力を低減できる。あわせて、脱硫吸收液面の上昇を防止して、吸收液溜め部 11 のサイズをコンパクト化でき、設備コストを低減できる。40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0027】

【図 1】本発明の一実施例の排煙脱硫装置の内部構造図である。

【図 2】図 1 の排煙脱硫装置を用いる酸素燃焼システムの構成図である。

【図 3】本発明の一実施例の排煙脱硫装置の内部構造図である。

【図 4】図 1 又は図 3 の排煙脱硫装置の A - A' 線の断面円形の矢視図（図 4 (a)）、

50

断面矩形の矢視図（図4（b））である。

【図5】図1又は図3の排煙脱硫装置のB-B'線の断面円形の矢視図（図5（a））、断面矩形の矢視図（図5（b））である。

【図6】従来技術の酸素燃焼システムの構成図である。

【図7】従来技術の排煙脱硫装置の内部構造図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の実施例を図面と共に説明する。従来技術と共通する構成、作用については説明を省略する。

【実施例1】

10

【0029】

本実施例1の酸素燃焼システムにおける脱硫装置の構成を図1に示し、この脱硫装置をボイラの酸素燃焼システムに適用した例を図2に示す。

【0030】

脱硫装置3は主に、ボイラなどの燃焼装置13（図2）から排出される排ガスを導入する入口ダクト1、導入した排ガスに脱硫吸收液6を噴霧するためにスプレ配管21と該配管21に設けられたスプレノズル4、脱硫装置3の底部（吸收液溜め部11）に溜まった吸收液6を該スプレノズル4へ循環供給する吸收液循環ポンプ5、排ガス出口ダクト2と排ガスの再循環出口ダクト2'に設置されたミストエリミネータ8、脱硫吸收液6中に生成した亜硫酸の酸化用ガス供給部9、吸收液溜め部11の吸收液6を攪拌する攪拌機10、脱硫装置3の内部の排ガス流路となる空間を二室に分割する仕切板22などから構成される。

20

【0031】

仕切板22の下端部側は吸收液溜め部11内の吸收液6中に浸漬され、上端部は脱硫装置3の内部の天井に達しない高さまであり、排ガス流路は入口ダクト1側の空間を仕切板22に沿って上昇し、脱硫装置3の内部の天井と仕切板22の上端部との間の開口部からなる流路から出口ダクト2側の室に向かって降下する。

【0032】

脱硫装置3は前記吸收液貯め部11の上側に図2に示す燃焼装置13からの排ガスをほぼ水平方向に導入する入口ダクト1と排ガスをほぼ水平方向に排出する出口ダクト2をそれぞれ対向する側壁に設け、さらに入口ダクト1と出口ダクト2の間の脱硫装置3の内部の空間は仕切板22で二室に分割されている。排ガスは入口ダクト1側の空間を仕切板22に沿って上昇し、脱硫装置3の天井と仕切板22の上端部との間の開口部から出口ダクト2側の空間に向かって降下し、出口ダクト2及び後述する再循環出口ダクト2'から排出する。

30

【0033】

このように脱硫装置3の内部に入口ダクト1から導入された排ガスの流路は仕切板22で仕切られて上向きに流れる上昇流領域29と、天井側の開口部で反転した後に出口ダクト2に向けて下向きに排ガスが流れる下降流領域30からなり、それぞれの領域29, 30に設置したスプレノズル4から噴霧される吸收液6と排ガスが接觸して排ガス中のSO<sub>2</sub>を除去する。本明細書では前記上昇流領域29を第1の吸収部、下降流領域30を第2の吸収部ということがある。

40

なお、脱硫装置3における前記第1の吸収部と第2の吸収部からなる部位を脱硫吸收部26とし、該脱硫吸收部26より下方の吸收液6が溜まる部位を吸收液溜め部11とする。

【0034】

また前記上昇流領域（第1の吸収部）29と下降流領域（第2の吸収部）30との間に形成された空間部からは排ガスの一部をボイラ13へ再循環させる再循環ライン18（図2）に通じる再循環出口ダクト2'が接続されている。再循環ライン18に接続される再循環出口ダクト2'にはミストエリミネータ8を設けることが望ましい。

50

**【 0 0 3 5 】**

ここで上昇流領域 29 を通過した排ガスは、上昇流領域 29 と下降流領域 30 との間に形成された空間部を経て、再循環ライン 18 側に流れる排ガスと下降流領域 30 に流れる排ガスとに分かれるが、ガス量としては、定格運転時において概ね 75 % から 80 % のガスが再循環出口ダクト 2' を経由して再循環ライン 18 から排出され、残りのガスは出口ダクト 2 から排出される。

**【 0 0 3 6 】**

上昇流領域 29 におけるガス流速は、例えば 3 ~ 4 m / s とすることが一般的である。下降流領域 30 のガス流速を上昇流領域 29 におけるガス流速と同じにした場合、上昇流領域（第 1 の吸收部）29 と下降流領域（第 2 の吸收部）30 の断面積比は 3 : 1 ~ 4 : 1 となるが、必ずしもガス流速を同じに設定する必要はなく、両者のガス流速及び再循環ライン 18 側に流れる排ガスと第 2 の吸收部側に流れる排ガスの流量設定とに応じて第 1 の吸收部と第 2 の吸收部の断面積比も異なってくる。10

**【 0 0 3 7 】**

なお、排ガスが上向きに流れる上昇流領域 29 にスプレノズル 4 を設置した第 1 の吸收部が設けられ、下降流領域 30 に同じく第 2 の吸收部が設けられ、さらに第 1 の吸收部と第 2 の吸收部との間からボイラ 13 へ再循環させる再循環ライン 18 が接続されるように排ガス流路が構成されていれば、必ずしも上記の形態に限定されるものではない。

**【 0 0 3 8 】**

即ち、隣接する第 1 の吸收部と第 2 の吸收部を区分するのは、必ずしも仕切板 22 のように薄い板状の部材でなくとも良く、スプレノズル 4 の上下方向、水平方向の配置や配管、スプレの噴射方向（上向き、下向き、その他）等、入口ダクト 1、出口ダクト 2 の位置や形状、吸收塔の上部空間部において再循環ライン 18 に接続されるダクトの位置や形状等も特に限定されない。20

**【 0 0 3 9 】**

下降流領域 30 のガス流れを横断する方向の断面積は上昇流領域 29 の断面積よりも小さく、第 1 と第 2 の吸收部のガス流路断面積に対する各吸收部の長さ（ガス流路）が相対的に長いため、気液接触が吸收部（ガス流路）断面方向にムラ無く行われ、また、ガスが吹き抜けしにくいので、効率良く SO<sub>2</sub> を除去することができる。さらに、スプレノズル 4 を流路内に設けずに壁面に設置して、相対的に圧力損失を低減した形態を採用することもできる。30

**【 0 0 4 0 】**

本実施形態によれば、一つの脱硫装置 3 の第 1 の吸收部 29 と第 2 の吸收部 30 とで異なる脱硫率の排ガス処理を行うことができるため、後段の機器で要求される異なる脱硫率に応じて複数の脱硫装置を設置するための設備コストの増大を招くことが無い。

**【 0 0 4 1 】**

例えば、複数の脱硫装置を直列に接続して、その途中から再循環ライン 18 側の排ガスを取り出し、残りの排ガスをさらに脱硫して CO<sub>2</sub> 回収装置 17 へ導く場合や、必ずしも高度な脱硫は要求されないが、処理ガス量が多い再循環ライン用と処理ガス量は少ないが高度な脱硫を要求される CO<sub>2</sub> 回収装置 17 用にそれぞれ別々の脱硫装置 3 を並列して設ける場合よりも設備コストを低減することができる。40

**【 0 0 4 2 】**

ガス流路断面積の大きい第 1 の吸收部とその後流側にガス流路断面積の小さい第 2 の吸收部が形成されるので、後述するように第 2 の吸收部は相対的に断面積に対する流路長さが長く、吸收液に対してガスが吹き抜けにくい特徴を有し、CO<sub>2</sub> 回収装置 17 側へ排出するガスに対して高度な脱硫が行える。

**【 0 0 4 3 】**

第 1 の吸收部と第 2 の吸收部の間から再循環ライン 18 に流れる排ガスを取り出すので第 1 の吸收部で SO<sub>2</sub> を吸収した酸性のミストを、この再循環ライン 18 側に導いて捕集することにより、第 2 の吸收部側に、この酸性のミストが流入しにくく、第 2 の吸收部に50

おいて噴射する脱硫吸收液6がガス中に残留するSO<sub>2</sub>の除去に有効に使われるようにすることができるようである。

#### 【0044】

空気燃焼システムの排ガス中のSO<sub>2</sub>濃度は燃料の種類にも依存するが150～400 ppm程度である。

従来型の脱硫装置を備えた酸素燃焼システムにおいて、脱硫装置3の前流側からボイラ13へ排ガスを再循環させると、再循環させるガス中のSO<sub>2</sub>は除去されないため、系内でSO<sub>2</sub>が濃縮し、脱硫装置3の入口のSO<sub>2</sub>濃度が750～20、000 ppmと空気燃焼システムの約5倍に増加する。

#### 【0045】

10

図1に示した本発明の脱硫装置3は排ガスを系内でSO<sub>2</sub>が濃縮しない程度、あるいは再循環ライン18や熱交換器15、ボイラ13において構成材料等に腐食の問題が生じない程度に脱硫してからボイラに再循環する。このため、脱硫装置3入口の排ガス中のSO<sub>2</sub>濃度が高まるのを防止することができる。

#### 【0046】

脱硫装置3の上昇流領域29に設けられた第1の吸收部で排ガスは、ある程度脱硫されるため、下降流領域30へ向かう排ガス中のSO<sub>2</sub>濃度を低くすることができ、下降流領域30に設けられた第2の吸收部での脱硫に関する負荷を低減し、最終的に脱硫装置3の出口ダクト2から排出されるガス中のSO<sub>2</sub>濃度をCO<sub>2</sub>回収装置17での腐食の問題が生じない程度まで低くすることができる。

20

なお、上昇流領域領域29と下降流領域30の断面積比が(3:1～4:1)であり、下降流領域30のガス流域を3～4 m/sとしている。

#### 【0047】

再循環ライン18に接続される再循環出口ダクト2'にはミストエリミネータ8が設けられ、上昇流領域29とその上部の空間部に至るまで上向きに排ガスが流れることから、再循環出口ダクト2'にあるミストエリミネータ8におけるミスト捕集効率が高められる。このため、再循環ライン18側に流れるガス中の残留SO<sub>2</sub>により、ミストエリミネータ8の後流側の再循環ライン18にあるダクトや機器類の材料に腐食が生じるリスクを低減できる。

#### 【0048】

30

上昇流領域29に設けられた第1の吸收部の上部の空間部では、排ガスに同伴されて吹き上げられた吸收液ミストは、一部がここで滞留成長して落下しやすくなる。

また、上昇流領域29に設けられた第1の吸收部を経て、その上部の空間部に達した排ガスのうち、全ガス量の75～80%のガスは天井部9の再循環出口ダクト2'から再循環ライン18に排出される一方、残り20～25%程度のガスは下降流領域30に設けられた第2の吸收部へ流れるが、ガス流れの向きが上向きから下向きに転じるので、大部分のミストは慣性力によって、75～80%のガスとともに再循環ライン18側に排出される。特に図1に示す構成例では再循環ライン18に通じる天井部9の再循環出口ダクト2'が脱硫装置(吸收塔)3の上部に設けられているので、その働きが顕著である。

#### 【0049】

40

そのため、下降流領域30に設けられた第2の吸收部へ上昇流領域29で吸收されたSO<sub>2</sub>を含む酸性のミストが飛散する量を低減でき、第2の吸收部でSO<sub>2</sub>を含む酸性のミストとスプレノズル4から噴射される吸收液6中に含まれるアルカリ分との反応を少なくできることから、ガス中の残留SO<sub>2</sub>との反応が優先的になり、第2の吸收部でのSO<sub>2</sub>の除去性能が大幅に向上するという利点がある。

#### 【実施例2】

#### 【0050】

本発明の他の実施例を図3に示す。本実施例は図1に示す脱硫装置3におけるスプレノズル4のある脱硫吸收部26の下端を脱硫吸收液溜め部11の液面より下側に挿入し、この部分は、いわゆる水封管7を形成する。該水封管7の断面積を該吸收液溜め部11の

50

断面積以下とし、該水封管 7 の水平断面積は該脱硫液溜め部 1 1 に供給する酸化用ガス 2 7 の気泡が上昇する速度よりも、速く吸收液 6 が下降流を形成するような水封管 7 の前記断面積とした。

#### 【 0 0 5 1 】

吸收液溜め部 1 1 内に設けた酸化用ガス供給部 9 を水封管 7 の外側に設けた。また、吸收液溜め部 1 1 の上部の気相 6 b に酸化用ガス出口配管 1 2 を設けた。脱硫装置 3 の吸收液溜め部 1 1 の気相 6 b は水封管 7 の隔壁 7 a により脱硫吸收部 2 6 と隔離されている。これにより、亜硫酸の酸化で利用されなかった酸化用ガス 2 7 は出口ダクト 2 や再循環ライン 1 8 に混入することなく、酸化用ガス出口配管 1 2 から系外に排出される構造とした。  
10

#### 【 0 0 5 2 】

脱硫吸收液 6 は、吸收液循環ポンプ 5 により吸收液溜め部 1 1 から吸引され、スプレノズル 4 を通じて脱硫吸收部 2 6 へ噴射されており、吸收液溜め部 1 1 では攪拌機 1 0 により、主に水封管 7 の隔壁 7 a の外側を循環している。このため脱硫装置 3 の脱硫吸收部 2 6 から落下して水封管 7 に流入する脱硫吸收液 6 の流れが上側から下側に向けて一方向に流れるので、水封管 7 の内部での脱硫吸收液 6 の沈降速度が早く、気泡が上昇しにくいという特性がある。

#### 【 0 0 5 3 】

したがって、酸化用ガス供給部 9 から脱硫吸收液 6 に供給された酸化用ガス 2 7 が脱硫吸收部 2 6 へ向かう動きに対して、水封管 7 の隔壁 7 a が障壁として作用することに加えて、水封管 7 の内部での脱硫吸收液 6 の下向きの流れにより、その動きを制限する。  
20

#### 【 0 0 5 4 】

このため、脱硫装置 3 の吸收液中で生成する亜硫酸の酸化用ガス 2 7 が脱硫装置出口ダクト 2 の排ガスに混入するのを防止し、脱硫装置 3 の後段に配置される CO<sub>2</sub>回収装置装置 1 7 の入口における CO<sub>2</sub>濃度が低下することを防止でき、高効率な CO<sub>2</sub>回収ができる。  
。

#### 【 0 0 5 5 】

本実施例の構成では、上述のとおり、脱硫装置 3 の脱硫吸收部 2 6 から落下し、水封管 7 に流入してくる吸收液の流れが水封管 7 の下端部の開口部 7 b に向けて上方から下方へ一方向の流れになっており、水封管 7 の内部での吸收液の沈降速度が早く、気泡が上昇しにくいという特性がある。また、水封管 7 は、吸收液溜め部 1 1 の水面下の底部付近に挿入されているので、脱硫装置 3 内の吸收液 6 を吸收液溜め部 1 1 に容易に流下させることができ、該流下する吸收液 6 により吸收液溜め部 1 1 の脱硫吸收液 6 の攪拌に寄与するので、攪拌機 1 0 の台数低減もしくは攪拌機 1 0 の小型化が可能であり、コスト低減が期待できる。  
30

#### 【 0 0 5 6 】

さらに、脱硫吸收液溜め部 1 1 で用いる攪拌機 1 0 による気泡の攪拌・微細化も進み易くなる。

仮に脱硫吸收部 2 6 にある水封管 7 の下端部開口部 7 b を通じて酸化用ガスが排ガス中に放出されることがあっても、その量は軽減され、排ガスが希釈されにくい。  
40

#### 【 0 0 5 7 】

図 4 ( a ) に、図 3 における A - A' 線断面矢視図を示し、この実施例では水封管 7 や脱硫吸收液溜め部 1 1 の水平断面が円形になった場合の構造を示す。スプレノズル 4 からスプレされた液滴は排ガスと接触した後、水封管 7 を通過して酸化用ガス 2 7 が供給されている外側の脱硫吸收液部 6 に供給される。

#### 【 0 0 5 8 】

また、図 4 ( b ) に、図 3 における A - A' 線断面矢視図の一例として、水封管 7 や脱硫吸收液溜め部 1 1 の水平断面が円形以外のケース、例えば、四角の形状の場合の実施例を示す。このように、特に断面の形状にこだわる必要はなく、水封管の断面積が小さい場合に、酸化用ガスが供給されるスペースが大きくなり、亜硫酸の酸化効率は高くなる。  
50

## 【実施例3】

## 【0059】

本発明の他の実施例を図5に示す。図5は図1または図3の脱硫装置3において、B-B'線の断面矢視図の一例である。図5(a)は脱硫装置3の脱硫吸收液溜め部26の水平断面形状が円形になった場合の下降流側である下降流領域30のガス流速を上昇流領域29のガス流速よりも速くなるように水平断面形状を設定した例である。

具体的には、脱硫吸收液溜め部26の上昇流領域29と下降流領域30の断面積比が4:1~29:1になるように設置し、下降流領域30のガス流速を4~27m/sにする。

## 【0060】

10

脱硫吸收液溜め部26の下降流領域30の水平断面積を上昇流領域29のそれより小さくすると、圧力損失が大きくなるため、図示していない脱硫装置3の後流側で用いるファンの動力が大きくなる。一方、下降流領域30の水平断面積を上昇流領域29のそれより小さくすると、ガスの流速が高くなることから、SO<sub>2</sub>の除去性能が高くなるため、吸收液6の噴霧量を低減でき、吸收液循環ポンプ5の動力は小さくなる。ファンと吸收液循環ポンプ5の動力は小さく、SO<sub>2</sub>除去性能が高い範囲が断面積比4:1~29:1、下降流領域30のガス流速は4~27m/sとなる。

## 【0061】

脱硫吸收液溜め部26の下降流領域30に設けられた第2の吸收部の導入部付近でのSO<sub>2</sub>濃度は低くなっている。排ガス中のSO<sub>2</sub>ガスが低濃度である場合は、当該SO<sub>2</sub>ガスのガス流速を高めると、効率よく除去できることが分かっていることから、本実施形態によれば下降流領域30に設けられた第2の吸收部におけるガスを高効率で脱硫することができる。このため、脱硫装置3のコンパクト化と脱硫装置3の後流側に配置される機器への残留SO<sub>2</sub>飛散量を低減できる。

20

## 【0062】

前記下降流領域30では、水平断面積が上昇流領域29のそれよりも小さく、ガス流路の前記水平断面積に対するガス流路長さが大きいため、壁面にスプレノズル4を設置して吸收液6を噴霧しても、ガスが吹き抜けることなく、効率良くSO<sub>2</sub>を除去することができる。

## 【0063】

30

また、前記上昇流領域29と下降流領域30の断面積の比が最大29:1となり、壁面の間の距離が短くなっていることから、脱硫装置3の側壁面にスプレノズル4を設置しても良く、この場合は対抗壁までスプレ液滴の速度が低減するのを抑制することができ、ガスとスプレ液滴の相対速度を高く維持できることから、下降流領域30の速度を3~4m/sにした場合よりも、高効率にSO<sub>2</sub>を除去することができる。

## 【0064】

なお、上述した上昇流領域29と下降流領域30の断面積比およびガス流速の範囲は、特に本実施例に限定されるものではなく、本発明の全ての形態に共通して適用することができる。

## 【0065】

40

図5(b)は図1または図3の脱硫装置3において、B-B'線断面が多角形(図5(b)の場合四角形)の場合の一例である。図4と同様に前記断面が円形である必要はなく、多角形の場合でも同様に、下降流領域30の排ガス流速が、上昇流領域29の排ガス流速よりも速くなるように、下降流領域30のガス流れを横断する方向の断面積を決定すれば良い。

## 【0066】

下降流領域30では、ガス流れを横断する方向の断面積が上昇流領域29側のガス流れを横断する方向の断面積よりも小さいため、壁面からスプレノズル4を設置して吸收液6を噴霧しても、ガスが吹き抜けることなく、効率良くSO<sub>2</sub>を除去することができる。

## 【産業上の利用可能性】

50

## 【0067】

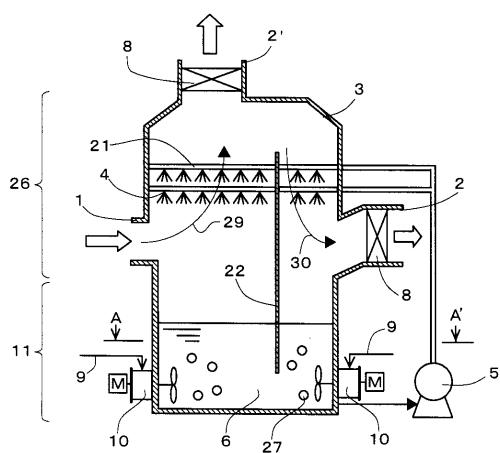
本発明による脱硫装置は、高効率で排ガス中の  $S O_2$  を除去することで、 $C O_2$  回収装置の腐食を防止できるため、産業上の利用可能性が高い。

## 【符号の説明】

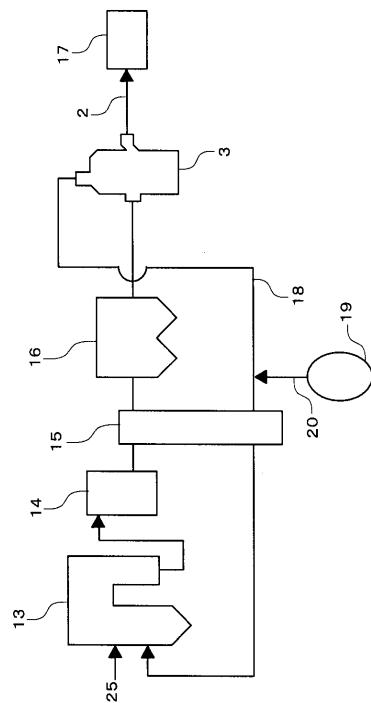
## 【0068】

1 入口ダクト	2 排ガス出口ダクト
2' 天井部排ガス出口ダクト	
3 脱硫装置	4 スプレノズル
5 吸収液循環ポンプ	6 脱硫吸収液
6 b 吸収液溜め部の気相	7 水封管
7 a 水封管開口部	7 b 水封管隔壁
8 ミストエリミネータ	9 酸化用ガス供給部
10攪拌機	11 吸収液溜め部
13 燃焼装置（ボイラ）	15 熱交換器
17 $C O_2$ 回収装置	18 再循環ライン
21 スプレ配管	22 仕切板
26 脱硫吸收部	27 酸化用ガス
29 上昇流領域	30 下降流領域

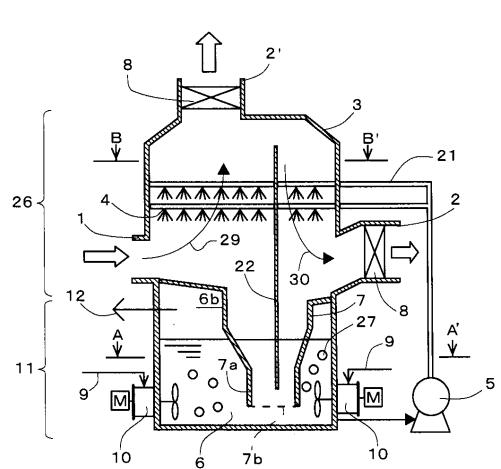
【図1】



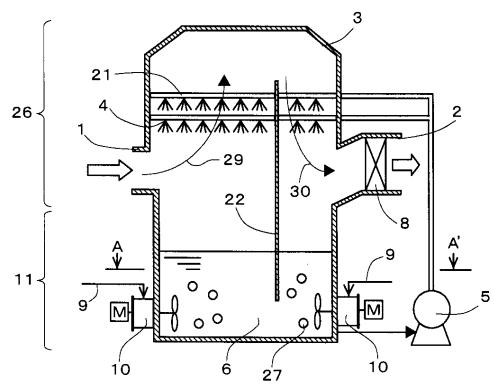
【図2】



【図3】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 23 L 7/00 (2006.01)

(72)発明者 石坂 浩  
広島県呉市宝町5番3号  
所内  
バブコック日立株式会社 呉研究  
(72)発明者 尾田 直己  
広島県呉市宝町6番9号  
所内  
バブコック日立株式会社 呉事業

審査官 小久保 勝伊

(56)参考文献 特開2010-112679 (JP, A)  
特開平9-313877 (JP, A)  
特開平10-272335 (JP, A)  
特開2001-017828 (JP, A)  
特開2009-270753 (JP, A)  
特開平5-231609 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 01 D 53/00 - 53/96  
F 23 C 9/00 - 9/08  
F 23 L 7/00