

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5000557号  
(P5000557)

(45) 発行日 平成24年8月15日 (2012. 8. 15)

(24) 登録日 平成24年5月25日 (2012. 5. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

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

B O 1 D 53/34 1 2 5 K

B O 1 D 53/77 (2006. 01)

B O 1 D 53/34 Z A B

B O 1 D 53/34 (2006. 01)

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-67169 (P2008-67169)  
 (22) 出願日 平成20年3月17日 (2008. 3. 17)  
 (65) 公開番号 特開2009-220021 (P2009-220021A)  
 (43) 公開日 平成21年10月1日 (2009. 10. 1)  
 審査請求日 平成22年8月23日 (2010. 8. 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 伊東 健  
 広島県呉市宝町6番9号  
 バブコック日立株式  
 会社 呉事業所内  
 (72) 発明者 中本 隆則  
 広島県呉市宝町6番9号  
 バブコック日立株式  
 会社 呉事業所内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 湿式排煙脱硫装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボイラを含む燃焼装置から排出される排ガスを導入して石灰石または石灰を含むスラリを含有する吸収液と気液接触させる吸収部と該吸収部で排ガス中の硫黄酸化物を吸収した吸収液を溜めて該吸収液中に酸化空気を吹き込む吸収液貯留部と排ガスの流れに同伴する微小な液滴を除去するミストエリミネータとを備えた吸収塔と、該吸収塔の吸収液貯留部から抜き出された吸収液を脱水し、吸収液中に含まれる石膏を回収する石膏脱水回収装置と、吸収塔を通過して硫黄酸化物が除去された浄化ガスを導入して大気中に排出するための煙突とを設けた湿式排煙脱硫装置において、

前記吸収塔を通過した浄化ガスを直接煙突に導入する構成とし、

前記吸収塔と石膏脱水回収装置との間に、スラリ中に残留した石灰石または石灰を石膏へ反応させる石膏反応装置を設け、

煙突内の飽和浄化ガスから発生する凝縮水を直接吸収塔へ送液することなく前記石膏反応装置へ送液する構成としたことを特徴とする湿式排煙脱硫装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は湿式排煙脱硫装置に係り、特に排ガスの脱硫性能を良好に保ち、排ガス中の硫黄酸化物（以下、 $SO_x$  ということがある）を吸収、除去、酸化後の石膏の品質を向上させる湿式排煙脱硫装置に関する。

10

20

## 【背景技術】

## 【0002】

大気汚染防止のため、排ガス中の硫黄酸化物の除去装置として、湿式石灰石 - 石膏法排煙脱硫装置が広く実用化されている。従来の湿式排煙脱硫装置の系統を図 2 に示す。

火力発電所などのボイラ等の燃焼装置から排出される硫黄酸化物を含む排ガスは矢印 A 方向に脱硫装置の吸収塔 2 へと導入される。吸収塔 2 内では、上下に複数段の多数のスプレノズル 4 を備えたスプレヘッダ 3 が設置されており、スプレノズル 4 から微細な液滴として噴霧される石灰石または石灰を含むスラリーなどの吸収剤の液滴と排ガスとを接触させることで、排ガス中のばいじんや塩化水素 (HCl)、フッ化水素 (HF) 等の酸性ガスと共に、排ガス中の SO<sub>x</sub> はスプレノズル 4 の吸収液滴表面で化学的に吸収、除去される。

10

## 【0003】

また、排ガスの流れに同伴する微小な液滴は吸収塔 2 の上部に設置されたミストエリミネータ 5 により除去され、硫黄酸化物が除去された浄化ガスは、矢印 B 方向に流れて煙突 7 に導入された後、大気中に排出される。

## 【0004】

スプレノズル 4 から噴霧された液滴は硫黄酸化物を吸収した後、吸収塔 2 の下部に設けられた吸収塔循環タンク 8 に落下する。そして、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液は吸収塔循環ポンプ 6 により昇圧されてスプレヘッダ 3 を通った後、スプレノズル 4 から微細な液滴として再び噴霧される。吸収液に吸収された二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) などの硫黄酸化物は、吸収液中に含まれる石灰石 (CaCO<sub>3</sub>) と反応し、中間生成物として亜硫酸カルシウム (重亜硫酸カルシウムを含む) になり、さらに一部は排ガス中の酸素 (O<sub>2</sub>) により酸化され、残りの硫黄酸化物 (SO<sub>2</sub> など) は吸収塔循環タンク 8 に空気供給管 9 から供給される空気によって酸化されて最終生成物である石膏 (CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O) となる。この一連の反応は (1) ~ (3) の下記式によって表される。

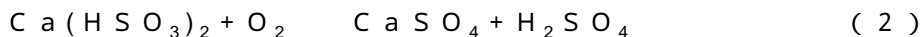
20

## 【0005】

吸収反応 (スプレノズル 4 部)

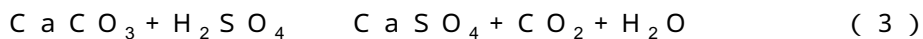


酸化反応 (スプレノズル 4 部における自然酸化及び空気供給管 9 から供給される空気による循環タンク 8 部における強制酸化)



30

中和反応 (循環タンク 8 部)



## 【0006】

SO<sub>x</sub> の吸収剤である石灰石は石灰石供給ライン 10 から、石灰石供給設備 (石灰石スラリー槽) 11 に供給されて石灰石スラリーとして貯えられ、石灰石スラリーポンプ 12 により、石灰石スラリー供給ライン 13 を経て吸収塔循環タンク 8 へ供給される。また、吸収塔 2 内で生成した石膏を回収するために、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液の一部を抜きポンプ 14 により抜き出して石膏脱水設備 (石膏脱水回収装置) 15 に送液して脱水後、吸収液中に含まれている石膏 16 を回収する。

40

## 【0007】

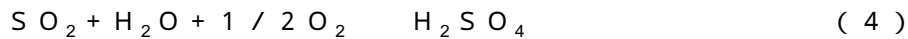
そして、湿式排煙脱硫装置の系内に不純物が濃縮するのを防ぐために、石膏から脱水したる液 17 の一部を排水ライン 18 により排水処理設備 19 へ排出し、残りのる液 17 は石灰石供給設備 11 において石灰石スラリー製造用の補給水として使用され、更に残りのる液 17 は吸収塔 2 の吸収塔循環タンク 8 に脱水る液ライン 20 を経て送液される。湿式排煙脱硫装置の系内に濃縮する不純物には、排ガス中の塩化水素 (HCl) やアンモニア (NH<sub>3</sub>)、及び石灰石中のマグネシウム (Mg) 等がある。

## 【0008】

一方、吸収塔 2 において硫黄酸化物が除去され、飽和冷却された浄化ガスは、矢印 B 方向から煙突 7 へ導入された後に大気中へ放出されるが、この煙突通過過程において、浄化ガスは飽和露点以下に温度が降下し、浄化ガス中の水分 (H<sub>2</sub>O) が残留した硫黄酸化物

50

と共に気体から液体へ凝縮した後、希硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) として煙突 7 の下部へ流下する。  
この反応は下記 (4) 式によって表される。



【0009】

煙突 7 の下部へ流下する希硫酸は煙突 7 の内部に設けられた樋 21 に受け止められた後、ドレン槽 22 へ送液されて一時貯留し、ドレン (希硫酸) を回収するためにドレンポンプ 23 により吸収塔循環タンク 8 へ送液される。

そして、この希硫酸を回収する方法として、例えば、下記特許文献 1 には、吸収塔の排ガス出口の内面側に、該排ガス出口部より所定量だけ小径の円錐状で且つ多数の開口部が形成されたミスト回収板を設けて、吸収塔の排ガス出口部において排ガス中に含まれるミ

10

【特許文献 1】特開 2000-300945 号公報

【特許文献 2】特開昭 62-244426 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記従来技術によれば、硫黄酸化物 ( $\text{SO}_2$ ) を吸収、除去する吸収塔 2 へ水素イオン濃度の高い (pH の低い) 希硫酸が送液されるため、吸収液中の pH が低下して排ガスの脱硫性能の低下が懸念される。脱硫性能を維持させるためには、スプレノズル 4 から噴霧される吸収液量を増加させる必要があり、また、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液を所定の

20

pH に維持するために、吸収塔 2 へ供給する石灰石スラリー量を増加させる必要があるため、排煙脱硫装置の設備費及び運転費が増大する要因となっている。

一方、吸収塔内で生成し、回収される石膏の品質の安定性の維持や純度、品質の向上も重要である。

すなわち、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液の pH を高めることで、脱硫性能も高まるが、脱硫性能を維持させるために吸収塔 2 へ供給する石灰石スラリー量を増加させると、かえってスラリー中の未反応の炭酸カルシウムまたは水酸化カルシウムが増加する場合もあり、回収される石膏の純度が低くなって石膏の品質の低下も懸念される。

【0011】

上記特許文献 2 によれば、吸収塔から吸収、酸化後の石膏含有スラリーに硫酸を添加してスラリー中の未反応の炭酸カルシウムまたは水酸化カルシウムを石膏とし、副生石膏の純度を上げる技術が開示されている。しかし、吸収塔から吸収、酸化後の石膏含有スラリーに添加するための硫酸や、また硫酸を添加するための設備等が必要となり、排煙脱硫装置の大型化を招く。

30

【0012】

本発明の課題は、スプレノズルから噴霧される吸収液量及び吸収塔へ供給する石灰石スラリー量を増加させないで、煙突において凝縮する希硫酸を回収し、脱硫性能を良好に維持する排煙脱硫装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記本発明の課題は、吸収塔から抜き出された石膏スラリーに、煙突において凝縮し、回収された希硫酸を添加することにより達成される。すなわち、下記の構成を採用することにより達成できる。

40

請求項 1 記載の発明は、ボイラを含む燃焼装置から排出される排ガスを導入して石灰石または石灰を含むスラリーを含有する吸収液と気液接触させる吸収部と該吸収部で排ガス中の硫黄酸化物を吸収した吸収液を溜めて該吸収液中に酸化空気を吹き込む吸収液貯留部と排ガスの流れに伴伴する微小な液滴を除去するミストエリミネータとを備えた吸収塔と、該吸収塔の吸収液貯留部から抜き出された吸収液を脱水し、吸収液中に含まれる石膏を回収する石膏脱水回収装置と、吸収塔を通過して硫黄酸化物が除去された浄化ガスを導入して大気中に排出するための煙突とを設けた湿式排煙脱硫装置において、前記吸収塔を通過

50

した浄化ガスを直接煙突に導入する構成とし、前記吸収塔と石膏脱水回収装置との間に、スラリ中に残留した石灰石または石灰を石膏へ反応させる石膏反応装置を設け、煙突内の飽和浄化ガスから発生する凝縮水を直接吸収塔へ送液することなく前記石膏反応装置へ送液する構成とした湿式排煙脱硫装置である。

【 0 0 1 4 】

(作用)

従来技術によれば、煙突において凝縮し回収された希硫酸は硫黄酸化物 ( $\text{SO}_2$ ) を吸収、除去する吸収塔へ送液されるため、吸収液中の pH が低下して排ガスの脱硫性能の低下が懸念される。しかし、本発明によれば、吸収塔から抜き出された石膏スラリに、煙突において凝縮し、回収された希硫酸を添加することで、脱硫性能の低下を回避することができる。したがって、スプレノズルなどから噴霧される吸収液量を増加させたり、所定の pH を維持させるために吸収塔へ供給する石灰石スラリ量を増加させる必要もない。

10

【 0 0 1 5 】

更に、上記脱硫性能の低下を防ぐのみならず、石膏スラリ中に残留した石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) と添加された希硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) との化学反応により、石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) が副生するため、回収される石膏の純度、品質の向上も可能となる。

【 0 0 1 6 】

従来技術によれば、特許文献 2 に記載の構成のように、吸収塔から吸収、酸化後の石膏含有スラリに硫酸を添加してスラリ中の未反応の炭酸カルシウムまたは水酸化カルシウムを石膏とし、副生石膏の純度を上げていた。

20

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、吸収塔から吸収、酸化後の石膏含有スラリに添加する硫酸に、煙突において凝縮し、回収された希硫酸を有効に利用することで、硫酸の入手や供給等にかかる手間や費用を抑え、かつ排煙脱硫装置の大型化を招くことなく、簡易な設備で石膏の品質を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 8 】

したがって、請求項 1 記載の発明によれば、煙突において凝縮し回収された希硫酸を吸収塔から抜き出された石膏スラリに添加することで、脱硫性能の低下を回避すると共に石膏の純度、品質の向上が可能となる。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、煙突から発生した希硫酸を吸収塔から抜き出された石膏スラリに添加することで有効利用できるため、脱硫性能の低下を回避でき、それに加えて石膏の純度、品質の向上が可能である。

請求項 1 記載の発明によれば、煙突において凝縮し回収された希硫酸を吸収塔から抜き出された石膏スラリに添加することで、脱硫性能の低下を回避すると共に石膏の純度、品質の向上が可能となる。そして、吸収塔へ供給する石灰石スラリ量を増加させることなく、石膏の純度、品質の低下を防いで、煙突において凝縮した凝縮水 (希硫酸) の回収及び処理も可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【 0 0 2 0 】

図 1 には、本発明の一実施形態である湿式排煙脱硫装置の系統を示す。なお、図 1 の湿式排煙脱硫装置において、図 2 の湿式排煙脱硫装置と同じ符号の部材の説明は一部省略している。

図 1 に示す系統は、図 2 に示す系統において、吸収塔循環タンク 8 と石膏脱水設備 15 との間にスラリ中に残留した石灰石または石灰を石膏へ反応させるための石膏反応装置として希硫酸反応設備 24 を設けたものである。

【 0 0 2 1 】

火力発電所などのボイラ等の燃焼装置から排出される硫黄酸化物を含む排ガスは矢印 A 方向に脱硫装置の吸収塔 2 へと導入される。吸収塔 2 内では、スプレノズル 4 が設置され

50

た吸収部において、スプレノズル 4 から微細な液滴として噴霧される石灰石または石灰を含むスラリなどの吸収剤の液滴と排ガスとを接触させることで、排ガス中のばいじんや塩化水素 ( $\text{HCl}$ )、フッ化水素 ( $\text{HF}$ ) 等の酸性ガスと共に、排ガス中の  $\text{SO}_x$  はスプレノズル 4 の吸収液滴表面で化学的に吸収、除去される。

【 0 0 2 2 】

また、排ガスの流れに伴伴する微小な液滴は吸収塔 2 の上部に設置されたミストエリミネータ 5 により除去され、硫黄酸化物が除去された浄化ガスは、矢印 B 方向に流れて煙突 7 に導入された後、大気中に排出される。

【 0 0 2 3 】

スプレノズル 4 から噴霧された液滴は硫黄酸化物を吸収した後、吸収塔 2 の下部の吸収液貯留部である吸収塔循環タンク 8 に落下する。そして、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液は吸収塔循環ポンプ 6 により昇圧されて吸収塔 2 内のスプレヘッダ 3 を通った後、スプレノズル 4 から微細な液滴として再び噴霧される。吸収液に吸収された硫黄酸化物 ( $\text{SO}_2$ ) は、吸収液中に含まれる石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) と反応し、中間生成物として亜硫酸カルシウム (重亜硫酸カルシウムを含む) になり、さらに一部は排ガス中の酸素 ( $\text{O}_2$ ) により酸化され、残りの硫黄酸化物 ( $\text{SO}_2$ ) は吸収塔循環タンク 8 に空気供給管 9 から供給される空気によって酸化されて最終生成物である石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) となり、この一連の反応は前記 (1) ~ (3) 式によって表される。

【 0 0 2 4 】

$\text{SO}_x$  の吸収剤である石灰石は石灰石供給ライン 10 から、石灰石供給設備 (石灰石スラリ槽) 11 に供給されて石灰石スラリとして貯えられ、石灰石スラリポンプ 12 により、石灰石スラリ供給ライン 13 を経て吸収塔循環タンク 8 へ供給される。また、吸収塔 2 内で生成した石膏を回収するために、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液の一部を抜きポンプ 14 により抜き出して石膏脱水設備 (石膏脱水回収装置) 15 に送液して脱水後、吸収液中に含まれている石膏 16 を回収する。

【 0 0 2 5 】

そして、湿式排煙脱硫装置の系内に不純物が濃縮するのを防ぐために、石膏から脱水したる液 17 の一部を排水ライン 18 により排水処理設備 19 へ排出し、残りのる液 17 は石灰石供給設備 11 において石灰石スラリ製造用の補給水として使用され、更に残りのる液 17 は吸収塔 2 の吸収塔循環タンク 8 に脱水る液ライン 20 を経て送液される。湿式排煙脱硫装置の系内に濃縮する不純物には、排ガス中の塩化水素 ( $\text{HCl}$ ) やアンモニア ( $\text{NH}_3$ )、及び石灰石中のマグネシウム ( $\text{Mg}$ ) 等がある。

【 0 0 2 6 】

一方、吸収塔 2 において硫黄酸化物が除去され、飽和冷却された浄化ガスは、矢印 B 方向から煙突 7 へ導入された後に大気中へ放出されるが、この煙突通過過程において、浄化ガスは飽和露点以下に温度が降下し、浄化ガス中の水分 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が残留した硫黄酸化物と共に気体から液体へ凝縮した後、希硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) として煙突 7 の下部へ流下する。煙突 7 の下部へ流下する希硫酸は煙突 7 の内部に設けられた樋 21 に受け止められた後、吸収塔循環タンク 8 と石膏脱水設備 15 との間に設けられた希硫酸反応設備 24 へ送液される。

【 0 0 2 7 】

上述のように吸収塔 2 内で生成した石膏を回収するため、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液の一部を抜きポンプ 14 により抜き出して石膏脱水設備 15 に送液し、吸収液中に含まれている石膏 16 として回収するが、本実施形態の場合、抜きポンプ 14 により抜き出された石膏スラリを希硫酸反応設備 24 へ送液する一方、煙突 7 において発生し、樋 21 により受け止められた凝縮水 (希硫酸) を、希硫酸反応設備 24 へ送液することを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

したがって、希硫酸反応設備 24 において石膏スラリ中に残留している石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) と希硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) とが混合することで化学反応が起こり石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) となる。

10

20

30

40

50

$\text{CO}_2$ ) が生成した後、当該石膏スラリーが石膏スラリーポンプ 25 によって石膏脱水設備 15 へ送液される。この反応は下記式 (5) によって表される。



【0029】

本構成を採用することにより、煙突 7 から発生した希硫酸を吸収塔 2 へ戻すことなく、吸収塔 2 から抜き出された石膏スラリーに添加することで有効利用できるため、脱硫性能の低下を回避でき、それに加えて石膏の純度、品質の向上が可能である。そして、吸収塔 2 へ供給する石灰石スラリー量を増加させることなく、石膏の純度、品質の低下を防いで、煙突 7 において凝縮した凝縮水 (希硫酸) の回収及び処理も可能となる。

【0030】

また、例えば吸収塔 2 へ供給する石灰石スラリー量を増加させて吸収液の pH を上昇させた場合でも、希硫酸を石膏スラリーに添加することで、スラリー中の余剰な未反応の炭酸カルシウムまたは水酸化カルシウムは石膏になるため、石膏の純度、品質を低下させることなく、排ガスに噴霧する吸収液量の低減が可能となる。したがって、吸収塔循環タンク 8 内の吸収液の循環ポンプ 6 の吐出量を低減することにより消費動力の低減も可能となる。

【0031】

また、特に排ガスの再加熱設備を設けていない湿式石灰石 - 石膏法排煙脱硫装置を採用したプラントでは煙突から凝縮水が発生しやすいため、このようなプラントに対し、煙突から発生する凝縮水を有効利用する手段として本構成は有効である。

また、上述の実施の形態は、排ガスが水平方向に流れる水平流型吸収塔に適用したものであるが、ガス整流装置を二室型の吸収塔とした場合にも適用できる。

【産業上の利用可能性】

【0032】

湿式排煙脱硫装置などの石膏回収技術として利用可能性がある。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】本発明の一実施形態である湿式排煙脱硫装置の系統を示す図である。

【図 2】従来の湿式排煙脱硫装置の系統図である。

【符号の説明】

【0034】

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| 2 吸収塔         | 3 スプレヘッダ        |
| 4 スプレノズル      | 5 ミストエリミネータ     |
| 6 吸収塔循環ポンプ    | 7 煙突            |
| 8 吸収塔循環タンク    | 9 空気供給ライン       |
| 10 石灰石供給ライン   | 11 石灰石供給設備      |
| 12 石灰石スラリーポンプ | 13 石灰石スラリー供給ライン |
| 14 抜きポンプ      | 15 石膏脱水設備       |
| 16 石膏         | 17 脱水ろ液         |
| 18 排水ライン      | 19 排水処理設備       |
| 20 脱水ろ液ライン    | 21 樋            |
| 22 ドレン槽       | 23 ドレンポンプ       |
| 24 希硫酸反応設備    | 25 石膏スラリーポンプ    |

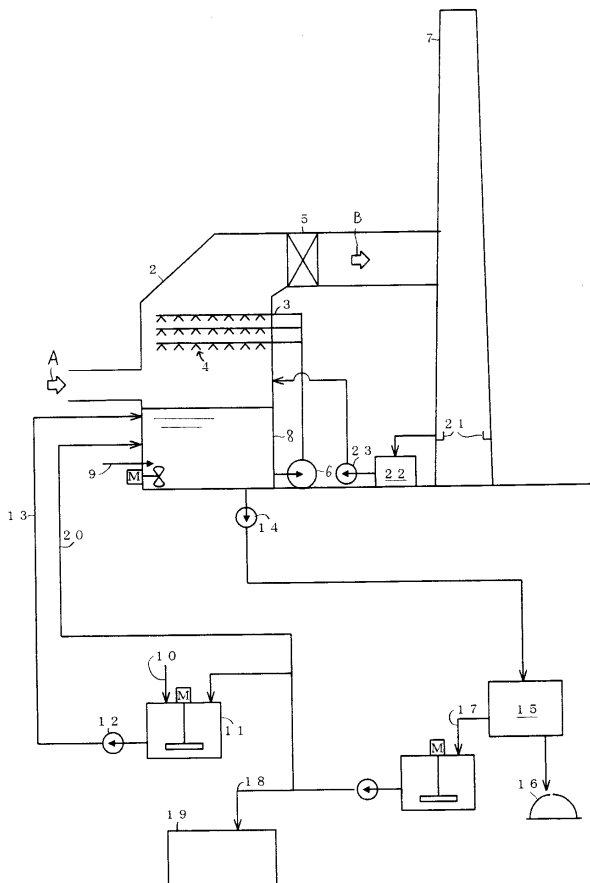
10

20

30

40

【圖 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 野坂 浩之  
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

(72)発明者 片川 篤  
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 三崎 仁

(56)参考文献 特開昭62-244426(JP,A)  
特開昭56-081122(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B01D53/34-53/85