



QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ボイラ 11 からの排ガス 12 A 中の硫黄酸化物を除去する湿式の脱硫装置 13 と、脱硫装置 13 の後流側に設けられ、湿式の脱硫装置 13 からの排ガス 12 B に含まれる SO_3 ミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集 SO_3 ミストとするミスト捕集・凝集装置 14 と、排ガス 12 D 中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収部 16 A を有する CO_2 吸収塔 16 とこの CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出して CO_2 を回収すると共に CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔 17 とからなる CO_2 回収装置 18 と、 CO_2 吸収部 16 A 内で凝集 SO_3 ミストに CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストを捕集するミスト捕集部 16 C とを具備する。

明 細 書

発明の名称： 排ガス処理システム及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、排ガス中の CO_2 をアミン吸収液で吸収除去するに際し、アミン吸収液の系外への排出を大幅に抑制した排ガス処理システム及び方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球の温暖化現象の原因の一つとして、 CO_2 による温室効果が指摘され、地球環境を守る上で国際的にもその対策が急務となってきた。 CO_2 の発生源としては化石燃料を燃焼させるあらゆる人間の活動分野に及び、その排出抑制への要求が一層強まる傾向にある。これに伴い大量の化石燃料を使用する火力発電所などの動力発生設備を対象に、ボイラやガスタービン等、産業設備の燃焼排ガスをアミン系 CO_2 吸収液と接触させ、燃焼排ガス中の CO_2 を除去・回収する方法および回収された CO_2 を大気へ放出することなく貯蔵する排ガス処理システムが精力的に研究されている。

[0003] 前記のようなアミン系 CO_2 吸収液を用い、燃焼排ガスから CO_2 を除去・回収する工程としては、 CO_2 吸収塔（以下、単に「吸収塔」ともいう。）において燃焼排ガスと CO_2 吸収液とを接触させる工程と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液を CO_2 吸収液再生塔（以下、単に「再生塔」ともいう。）において加熱し、 CO_2 を放散させると共に、 CO_2 吸収液を再生して再び CO_2 吸収塔に循環して再利用する工程とを有する CO_2 回収装置が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

[0004] CO_2 吸収塔では、例えばアルカノールアミン等のアミン系 CO_2 吸収液を用いて、向流接触し、排ガス中の CO_2 は、化学反応（発熱反応）により CO_2 吸収液に吸収され、 CO_2 が除去された排ガスは系外に放出される。 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液はリッチ溶液とも呼称される。このリッチ溶液はポンプにより昇圧され、再生塔で CO_2 が放散し再生した高温の CO_2 吸収液（リーン溶液

）により、熱交換器において加熱され、再生塔に供給される。

[0005] この CO_2 吸収液を用いた CO_2 回収プロセスにおいて、燃焼排ガスから CO_2 を取り除いた CO_2 除去排ガスを大気に放出するが、その放出ガスに微量のアミン吸収液の極一部が存在するため、その排出量を低減する必要がある。

特に将来的に、 CO_2 除去規制が開始されると、 CO_2 除去設備自体が大型化される可能性があり、より一層の排出量低減が必要となる。

[0006] このアミン吸収液の放出を防止する技術として、例えば CO_2 除去装置の CO_2 吸収塔の CO_2 吸収部の後流側において、水洗部を複数段設けることにより、 CO_2 除去排ガスと洗浄水とを気液接触させることにより、 CO_2 除去排ガス中に同伴するアミン化合物を回収する方法が提案されている（特許文献2）。

[0007] また、他の技術として、 CO_2 吸収塔から排出される CO_2 除去排ガスに、硫酸噴霧装置より硫酸を噴霧させ、排出ガス中に同伴するアミン吸収液を塩基性アミン化合物硫酸塩にし、該塩基性アミン化合物硫酸塩を捕集する脱炭酸塔排出ガス中の塩基性アミン化合物の回収方法が提案されている（特許文献3）。

[0008] さらに、排ガス処理システムにおいて、 CO_2 回収装置の CO_2 を吸収する CO_2 吸収塔に導入される排ガス中に、 CO_2 回収装置の吸収塔内で発生するミストの発生源であるミスト発生物質が含まれる場合、 CO_2 吸収液がこのミスト発生物質に同伴されるため、系外へ飛散する CO_2 吸収液の量が増大する、という問題があるので、その対策が検討されている（特許文献4）。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平3－193116号公報

特許文献2：特開2002－126439号公報

特許文献3：特開平10－33938号公報

特許文献4：国際公開第2011／152547号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、前述した提案において、 CO_2 吸収塔から放出される CO_2 除去排ガス中には、ガス状のアミン吸収液は低減できるものの、ミスト状のアミン吸収液が排ガスと共に放出するおそれがあるので、これを抑制する必要がある。

[0011] この系外へミスト状のアミン吸収液が放出されると、本来 CO_2 吸収塔内で CO_2 除去に用いることができる CO_2 吸収液の量が低減し、補充する必要がある、という問題があるので、排ガスに同伴するアミン化合物の放出をより一層抑制できる排ガス処理システム及び方法の確立が切望されている。

[0012] 本発明は、前記問題に鑑み、系外に CO_2 を除去した処理排ガスを排出する際に、 CO_2 吸収液の同伴を大幅に抑制することができる排ガス処理システム及び方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、ボイラからの排ガス中の硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、前記脱硫装置の後流側に設けられ、前記排ガスに含まれるミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集肥大化ミストとするミスト捕集・凝集装置と、前記排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収部を有する CO_2 吸収塔と、前記 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出して CO_2 を回収すると共に、 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔とからなる CO_2 回収装置と、前記 CO_2 吸収部のガス流れ後流側に設けられ、前記 CO_2 吸収部内で前記凝集肥大化ミストに前記 CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストを捕集するミスト捕集部とを具備することを特徴とする排ガス処理システムにある。

[0014] 第2の発明は、第1の発明において、前記ミスト捕集・凝集装置での前記排ガスの流速が、ミスト捕集の限界濾過風速を超えることを特徴とする排ガス処理システムにある。

[0015] 第3の発明は、第1又は2の発明において、前記 CO_2 吸収部と前記ミスト捕集部との間に、水洗部を具備することを特徴とする排ガス処理システムに

ある。

[0016] 第4の発明は、第1乃至3のいずれか一つにおいて、前記ミスト捕集・凝集装置が、ワイヤメッシュによりミストを肥大化させることを特徴とする排ガス処理システムにある。

[0017] 第5の発明は、第1乃至3のいずれか一つの発明において、前記ミスト捕集・凝集装置が、帯電によりミストを肥大化させることを特徴とする排ガス処理システムにある。

[0018] 第6の発明は、ボイラからの排ガス中の硫黄酸化物を除去する湿式の脱硫装置からの前記排ガスに含まれるミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集肥大化ミストとし、この凝集肥大化ミストを再飛散させて、ガス流れ後流側の CO_2 吸収液で接触させて CO_2 を除去する CO_2 吸収部側に導入し、前記排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する際、前記凝集肥大化ミストに CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストとし、該 CO_2 吸収液肥大化ミストをミスト捕集部で捕集することを特徴とする排ガス処理方法にある。

[0019] 第7の発明は、第6の発明において、前記凝集肥大化ミストを再飛散する排ガスの流速が、ミスト捕集の限界濾過風速を超えることを特徴とする排ガス処理方法にある。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、ミスト捕集・凝集装置により、脱硫装置からの前記排ガスに含まれるミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集肥大化ミストとし、この凝集肥大化ミストを再飛散させて、ガス流れ後流側の CO_2 吸収液で接触させて CO_2 を除去する CO_2 吸収部側に導入する。その後排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する際、前記凝集肥大化ミストを核として CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストとし、該 CO_2 吸収液肥大化ミストをミスト捕集部で捕集することができる。これにより、系外に CO_2 を除去した処理排ガスを排出する際に、 CO_2 吸収液の同伴を大幅に抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図 1 は、実施例 1 に係る排ガス処理システムの概略図である。

[図2-1]図 2 - 1 は、本発明に係るミスト肥大化のメカニズムを示す概略図である。

[図2-2]図 2 - 2 は、従来技術に係るミスト肥大化のメカニズムを示す概略図である。

[図3]図 3 は、本発明に係るミスト肥大化の模式図である。

[図4]図 4 は、濾過風速とミスト除去率との関係の一例を示す図である。

[図5]図 5 は、濾過風速と、ミスト付着率及びミスト再飛散率との関係の一例を示す図である。

[図6]図 6 は、帯電によるミスト肥大化の模式図である。

[図7]図 7 は、 CO_2 吸収部の入口排ガス中の SO_3 ミスト濃度と、 CO_2 吸収塔のミスト捕集部出口の放出ガス中アミン濃度との関係図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせるものも含むものである。

実施例 1

[0023] 図 1 は、実施例 1 に係る排ガス処理システムの概略図である。図 1 に示すように、本実施例に係る排ガス処理システム 10 は、ボイラ 11 からの排ガス 12 A 中の硫黄酸化物を除去する湿式の脱硫装置 13 と、脱硫装置 13 の後流側に設けられ、湿式の脱硫装置 13 からの排ガス 12 B に含まれる SO_3 ミスト 50 同士を結合させて粒径を肥大化させた凝集肥大化ミストである凝集 SO_3 ミスト 51 とするミスト捕集・凝集装置 14 と、ミスト捕集・凝集装置 14 からの排ガス 12 C を冷却する排ガス冷却塔 15 と、排ガス冷却塔 15 からの排ガス 12 D 中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収部 16 A を有する CO_2 吸収塔 16 と、この CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出して CO_2 を回収すると共に CO_2 吸収液を再生する吸収液

再生塔 17 とからなる CO_2 回収装置 18 と、 CO_2 吸収部 16A のガス流れ後流側に設けられ、排ガス 12E を水洗する水洗部 16B と、水洗部 16B のガス流れ後流側に設けられ、 CO_2 吸収部 16A 及び水洗部 16B 内で凝集 SO_3 ミスト 51 に CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 を捕集するミスト捕集部 16C とを具備するものである。なお、ミスト（ SO_3 ミスト 50、凝集 SO_3 ミスト 51、 CO_2 吸収液肥大化ミスト 53）の挙動については、図 2-1、図 2-2 を用いて後述する。

ここで、本実施例ではミストの例示として SO_3 ミストとしているが、本発明はこれに限定されず、例えば、微小な石炭灰等の固形粒子に水分が付着することによって生成する微細ミスト等を例示することができる。

[0024] ここで、本実施例に係る排ガス処理システムでは、除去する対象として燃焼排ガス中の CO_2 を例示している。図 1 では主要設備のみ示し、付属設備は省略した。図 1 において、符号 12G は浄化排ガス、16D は脱 CO_2 燃焼排ガス排出口、16E は吸収液供給口、16F は液分散器、15a は冷却水液分散器、15b は冷却水循環ポンプ、15c は補給水供給ライン、15d は排水排出ライン、21 は CO_2 を吸収した吸収液排出ポンプ、22 は熱交換器、17 は吸収液再生塔、17a は液分散器、23 は上部充填部、24 は還流水ポンプ、25 は CO_2 分離器、26 は回収 CO_2 排出ライン、27 は再生塔還流冷却器、28 はノズル、29 は再生塔還流水供給ライン、30 は燃焼排ガス供給ブローア、31 は冷却器、32 は再生加熱器（リボイラー）である。

[0025] 図 1 において、ボイラ 11 からの排ガス 12A は湿式の脱硫装置 13 で排ガス 12A 中の硫黄酸化物が除去され、脱硫装置 13 からの排ガス 12B は、ミスト捕集・凝集装置 14 に導入され、ここで SO_3 ミスト同士が凝集されて肥大化され、凝集 SO_3 ミストとなる。その後、凝集 SO_3 ミストを含む排ガス 12C は、燃焼排ガス供給ブローア 30 により排ガス冷却塔 15 に押込まれ、冷却水液分散器 15a からの冷却水と充填部 15e で接触して冷却される。次いで、冷却後の排ガス 12D は、 CO_2 吸収塔 16 の燃焼排ガス供給口 16a を通って CO_2 吸収塔 16 内部へ導かれる。排ガス 12C と接触した冷却

水は燃焼排ガス冷却器 15 の下部に溜まり、冷却水循環ポンプ 15 b により冷却水液分散器 15 a へ循環使用される。ここで、排ガス 12 B 中の水分量が少ない場合、冷却水は燃焼排ガスを加湿冷却することにより徐々に失われるので、補給水供給ライン 15 c により冷却水が補充される。排ガス 12 B 中の水分量が多い場合には、冷却水との接触により燃焼排ガス中の水分が凝縮して冷却水量が増加するため、排水排出ライン 15 d により余剰排水が排出される。

[0026] 次いで、CO₂吸収塔 16 に押込められた排ガス 12 D は、液分散器 16 F から供給される一定濃度の CO₂吸収液と CO₂吸収部 16 A 内の充填部で向流接触させられ、排ガス 12 D 中の CO₂は吸収液に吸収除去され、脱 CO₂された排ガス 12 E はガス流れ後流側の水洗部 16 B へと向かう。CO₂吸収塔 16 に供給される吸収液は CO₂を吸収し、その吸収による反応熱のため、通常は燃焼排ガス供給口 16 a における温度よりも高温となり、CO₂を吸収した吸収液排出ポンプ 21 により熱交換器 22 に送られ、加熱され、吸収液再生塔 17 へ導かれる。再生された吸収液の温度調節は熱交換器 22 あるいは必要に応じて熱交換器 22 と吸収液供給口 16 E の間に設けられる冷却器 31 により行う事ができる。

[0027] 吸収液再生塔 17 では、再生加熱器（リボイラー）32 による加熱により下部充填部 17 b で吸収液が再生され、熱交換器 22 により冷却され CO₂吸収塔 16 側へ戻される。吸収液再生塔 17 の上部において、吸収液から分離された CO₂はノズル 28 より供給される還流水と上部充填部 23 で接触し、再生塔還流冷却器 27 により冷却され、CO₂分離器 25 にて CO₂に同伴した水蒸気が凝縮した還流水と分離され、回収 CO₂排出ライン 26 より CO₂回収工程へ導かれる。

還流水の一部は還流水ポンプ 24 で、吸収液再生塔 17 へ還流され、一部は再生塔還流水供給ライン 29 を経て CO₂吸収塔 16 の再生塔還流水供給口 29 a に供給される。この再生還流水に含まれている吸収液は微量であるので、CO₂吸収塔 16 の水洗部 16 B で排ガスと接触し、脱 CO₂燃焼排ガス 1

2 E 中に含まれる微量の吸収剤の回収に貢献する。

[0028] 図 2-1 は、本発明に係るミスト肥大化のメカニズムを示す概略図である。図 2-2 は、従来技術に係るミスト肥大化のメカニズムを示す概略図である。

[0029] 先ず、図 2-1 に示すように、湿式の脱硫装置 13 に導入されるボイラ 11 からの排ガス 12 A は、脱硫装置 13 内で SO_3 ガスの一部から SO_3 ミスト 50 が発生する。

この発生した SO_3 ミスト 50 は、脱硫装置 13 から排出される排ガス 12 B 中に含まれる。脱硫装置 13 の後流側に設けられるミスト捕集・凝集装置 14 に導入される排ガス 12 B 中の SO_3 ミスト 50 は、例えばワイヤメッシュに付着して凝集して、肥大化され凝集 SO_3 ミスト 51 となる。

[0030] ミスト捕集・凝集装置 14 内で肥大化された凝集 SO_3 ミスト 51 を含む排ガス 12 C は、次いで排ガス冷却塔 15 内に導入される。この排ガス冷却塔 15 内では、凝集 SO_3 ミスト 51 は排ガス冷却塔 15 内の水蒸気 60 を吸収し、希硫酸となり、凝集 SO_3 ミスト 51 を核とした希硫酸ミスト 52 となる。

[0031] 排ガス冷却塔 15 内で肥大化された凝集 SO_3 ミスト 51 を核とした希硫酸ミスト 52 を含む排ガス 12 D は、次いで CO_2 吸収塔 16 内の CO_2 吸収部 16 A 内に導入される。

[0032] CO_2 吸収部 16 A 内に導入された排ガス中の凝集 SO_3 ミスト 51 を核とした希硫酸ミスト 52 は、 CO_2 吸収部 16 A 内の水蒸気 60 及び CO_2 吸収液としたアミン化合物を用いた場合にはアミン蒸気 61 を吸収して、高濃度のアミンを含む肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 となる。

[0033] この CO_2 吸収部 16 A 内で肥大化された CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 を含む排ガス 12 E は、次いで水洗部 16 B 内に導入される。

[0034] 水洗部 16 B 内では、水洗部 16 B 内の水蒸気 60 及びアミン蒸気 61 を更に吸収して、高濃度のアミンを含む肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 となる。

- [0035] CO_2 吸収塔 16 内の出口側のミスト捕集部 16C では、ワイヤメッシュを備えたデミスタを用いており、このデミスタに肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 が捕集される。
- [0036] これに対し、従来技術においては、図 2-2 に示すように、本実施例のようなミスト捕集・凝集装置 14 を設けていないので、排ガス冷却塔 15 での希硫酸ミストを形成する核の大きさが小さいものとなる。この結果、 CO_2 吸収塔 16 内での CO_2 吸収液による肥大化があった場合でも、本発明の場合よりは小さな CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 となる。 CO_2 吸収塔 16 内の出口側のミスト捕集部 16C では、ワイヤメッシュを備えたデミスタに肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト 53 の捕集効率は低いものとなる。
- [0037] 下記、表 1 に従来技術と実施例 1 における脱硫装置 13 の出口ミスト粒径、ミスト捕集・凝集装置 14 の出口ミスト粒径及びミスト捕集部 16C の入口ミスト粒径を示す。
- [0038] 従来技術では、ミスト捕集・凝集装置 14 が設置されていないので、脱硫装置 13 の出口の SO_3 ミスト 50 (粒径 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$) が核となって、 CO_2 吸収部 16A に導入され、ここで肥大化されてミスト捕集部 16C の入口ミスト粒径は $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ であった。
- [0039] これに対して、実施例 1 においては、ミスト捕集・凝集装置 14 が設置されているので、脱硫装置 13 の出口ミスト粒径 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ のミスト同士が例えば 2 個凝集する場合、ミスト捕集・凝集装置 14 の出口ミスト粒径が $0.12 \sim 1.2 \mu\text{m}$ と肥大化する。このミスト 2 個が凝集した凝集 SO_3 ミスト 51 が核となって、 CO_2 吸収部 16A に導入され、ここで肥大化されてミスト捕集部 16C の入口ミスト粒径は $0.6 \sim 2.3 \mu\text{m}$ であった。
- [0040] また、脱硫装置 13 の出口ミスト粒径 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ のミスト同士が例えば 5 個凝集する場合、ミスト捕集・凝集装置 14 の出口ミスト粒径が $0.17 \sim 1.7 \mu\text{m}$ と肥大化する。このミスト 5 個が凝集した凝集 SO_3 ミスト 51 が核となって、 CO_2 吸収部 16A に導入され、ここで肥大化されてミスト捕集部 16C の入口ミスト粒径は $0.7 \sim 2.9 \mu\text{m}$ であった。

[0041] この結果、実施例 1 によれば、ミスト捕集部 16C での捕集効率の向上を図ることができた。

[0042] [表1]

	従来技術	実施例1	
		ミスト2個凝集	ミスト5個凝集
脱硫装置13の出口ミスト粒径	0.1～1.0 μm	0.1～1.0 μm	0.1～1.0 μm
ミスト捕集・凝集装置14の出口ミスト粒径	—	0.12～1.2 μm	0.17～1.7 μm
ミスト捕集部16Cの入口ミスト粒径	0.5～2.0 μm	0.6～2.3 μm	0.7～2.9 μm

[0043] 下記、表 2 にワイヤメッシュを用いた除去手段がミスト捕集・凝集装置 14 として選定した理由を説明する。

ミスト除去を行う場合、従来より、数 μm 以下の微細なミストを除去するには、ブラウン拡散原理を利用したキャンドルフィルタ等の緻密ろ布を用いたミスト除去装置が適しているが、濾過風速を低く運転する必要があり、装置が大型化するので、好ましくない。

[0044] また、波板型のミスト除去装置を用いた場合、濾過風速を高く運転できるため、装置の小型化が可能であるが、微細粒子では質量に比例する慣性力が小さくなるため、ミスト除去効率が低下する。その為、微細粒子除去に波板型のミスト除去装置を用いることは実用上好ましくない。

よって、ワイヤメッシュを用いた除去手段がミスト捕集・凝集装置 14 として好ましいものとなる。

[0045]

[表2]

形式	原理	対象粒径[μm]	濾過風速[m/s]	評価
波板ミスト除去装置	慣性衝突	20～	2～4.5	×
ワイヤメッシュ	遮り捕集	3～20	1.3～3.5	○
ろ布(キャンドルフィルタ)	ブラウン拡散	～3	0.03～0.2	×

[0046] 図3は、本発明に係るミスト肥大化の模式図である。なお、図3中、紙面の下側がガス流れ下流側であり紙面の上側がガス流れ上流側である。図3に示すように、ミスト捕集・凝集装置14としてワイヤメッシュ70を用いる場合、ワイヤメッシュ70の表面に付着した SO_3 ミスト50は、互いに接触して凝集して凝集 SO_3 ミスト51となる。そして、この凝集 SO_3 ミスト51は、ワイヤメッシュ70に沿って流下し、ワイヤメッシュ70の下端部付近からミストドレンとして滴状落下することでミスト捕集・凝集装置14から排出される。

[0047] ここで、排ガス12Bの濾過風速を通常のみスト捕集時の限界とされる風速値以上に高くした場合には、凝集 SO_3 ミスト51の流下、落下が一部妨げられ、ワイヤメッシュ70上面側から再飛散するため、ミスト除去効率は低下する。このため、ワイヤメッシュ型のミスト除去装置で限界とされる濾過風速は、例えば2.5～5 m/s（ガス中のミスト負荷、ワイヤメッシュ種によって異なる）である。

[0048] 図4は、濾過風速とミスト除去率との関係の一例を示す図である。図5は、濾過風速と、ミスト付着率及びミスト再飛散率との関係の一例を示す図である。

図4に示す例においては、濾過風速が例えば2.8 m/s付近までは、濾過風速の上昇に伴い、ミスト除去率が増加する。しかし濾過風速が2.8 m/sを超えると、ワイヤメッシュ70で捕集、凝集した SO_3 ミストの再飛散が始まる。

- [0049] また、図5に示すように、ワイヤメッシュ70に付着した SO_3 ミストの再飛散率が限界濾過風速（例えば 2.8 m/s ）付近から上昇する。
- [0050] この限界濾過風速（例えば 2.8 m/s ）を超えた領域では、濾過風速の上昇に伴い、凝集 SO_3 ミスト51の再飛散量が増加するため、図4に示すように、ワイヤメッシュ（ミスト除去装置）70でのミスト除去率は低下する。
- [0051] しかしながら、ワイヤメッシュ70で付着ミストの凝集が起こっており、再飛散ミストの粒径は流入ミストの粒径よりも大きくなる。よって、この再飛散される凝集 SO_3 ミスト51は、それが核となって、 CO_2 吸収塔16内でさらに肥大化し、 CO_2 吸収塔16の出口に設置するミスト捕集部16Cであるデミスタでのミスト回収率が向上する。この結果、 CO_2 吸収液を同伴するミストの系外飛散量を低減することができる。
- [0052] 以上より、ミスト捕集・凝集装置14での排ガスの濾過風速（ V ）としては、ミスト捕集の濾過限界風速（例えば 2.5 m/s ）を超える風速（例えば $V > 2.5 \text{ m/s}$ ）、又は濾過限界風速の $1.2 \sim 1.5$ 倍の風速とすることが好ましいものとなる。
- [0053] ここで、ミスト捕集・凝集装置14での濾過風速は、排ガス中のミスト負荷、ワイヤメッシュ種によって異なるので、実機装置において、限界濾過風速が決定した後、その濾過限界風速の $1.2 \sim 1.5$ 倍の風速とするのが好ましい。
- [0054] 本実施例によれば、ミスト捕集・凝集装置14により、脱硫装置13からの排ガス12Bに含まれる SO_3 ミスト50同士を結合させて粒径を肥大化させた凝集肥大化ミストである凝集 SO_3 ミスト51とし、この凝集 SO_3 ミスト51を再飛散させて、ガス流れ後流側の CO_2 吸収液で接触させて CO_2 を除去する CO_2 吸収部16A側に導入する。その後、 CO_2 吸収部16Aにおいて、排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する際、凝集 SO_3 ミスト51を核として CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミスト53とし、該 CO_2 吸収液肥大化ミスト53をミスト捕集部16Cで捕集することができる。これにより、系外に CO_2 を除去した処理排ガスを排出す

る際に、 CO_2 吸収液の同伴を大幅に抑制することができる。

実施例 2

[0055] 実施例 2 に係る排ガス処理システムについて、以下説明する。本実施例では、実施例 1 のミスト捕集・凝集装置 14 を、帯電によりミストを肥大化させるようにしている。図 6 は、帯電によるミスト肥大化の模式図である。図 6 に示すように、本実施例では、高圧電源 101 を備えた放電極 102 を用いて SO_3 ミストを帯電させるようにしている。

[0056] 本実施例では、帯電によるミスト捕集・凝集装置 14 として、 SO_3 ミスト 50 を帯電させる放電極 102 と、低圧損フィルタ 120 を接地 111 させている。そして、静電気力を利用して帯電させた SO_3 ミスト 50 が、低圧損フィルタ 120 に付着したミスト同士の静電力による反発を防ぐために、付着 SO_3 ミストを電気的に中性化するようにしている。

[0057] 本実施例では、静電気力を利用することで、慣性・さえぎり・拡散効果（ブラウン効果）のみを利用する場合に比較して、 SO_3 ミストの捕捉性能が向上する。

また、静電気力を利用することで、慣性・さえぎり・拡散効果（ブラウン効果）のみを利用する場合に比較して、ミスト捕集・凝集装置 14 を小型化できる。

[0058] 図 7 は、 CO_2 吸収部 16A の入口排ガス 12D 中の SO_3 ミスト濃度と、 CO_2 吸収塔の 16 ミスト捕集部 16C の出口の放出ガス中アミン濃度との関係図である。

[0059] 本実施例の場合には、帯電によるミスト捕集・凝集装置 14 を設けることにより、 CO_2 吸収塔 16 のミスト捕集部 16C の出口の放出ガス中アミン濃度の低下が、比較例と較べて低下することが確認された。

符号の説明

[0060] 10 排ガス処理システム

11 ボイラ

12A～12F 排ガス

- 1 3 脱硫装置
- 1 4 ミスト捕集・凝集装置
- 1 5 排ガス冷却塔
- 1 6 CO_2 吸収塔
- 1 6 A CO_2 吸収部
- 1 6 B 水洗部
- 1 6 C ミスト捕集部
- 1 7 吸収液再生塔
- 1 8 CO_2 回収装置
- 5 0 SO_3 ミスト
- 5 1 凝集 SO_3 ミスト
- 5 3 CO_2 吸収液肥大化ミスト

請求の範囲

- [請求項1] ボイラからの排ガス中の硫黄酸化物を除去する脱硫装置と、
 前記脱硫装置の後流側に設けられ、前記排ガスに含まれるミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集肥大化ミストとするミスト捕集・凝集装置と、
 前記排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収部を有する CO_2 吸収塔と、前記 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出して CO_2 を回収すると共に、 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔とからなる CO_2 回収装置と、
 前記 CO_2 吸収部のガス流れ後流側に設けられ、前記 CO_2 吸収部内で前記凝集肥大化ミストに前記 CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストを捕集するミスト捕集部とを具備することを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項2] 請求項1において、
 前記ミスト捕集・凝集装置での前記排ガスの流速が、ミスト捕集の限界濾過風速を超えることを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項3] 請求項1又は2において、
 前記 CO_2 吸収部と前記ミスト捕集部との間に、水洗部を具備することを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか一つにおいて、
 前記ミスト捕集・凝集装置が、ワイヤメッシュによりミストを肥大化させることを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項5] 請求項1乃至3のいずれか一つにおいて、
 前記ミスト捕集・凝集装置が、帯電によりミストを肥大化させることを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項6] ボイラからの排ガス中の硫黄酸化物を除去する湿式の脱硫装置からの前記排ガスに含まれるミスト同士を結合させて粒径を肥大化させて凝集肥大化ミストとし、この凝集肥大化ミストを再飛散させて、ガス

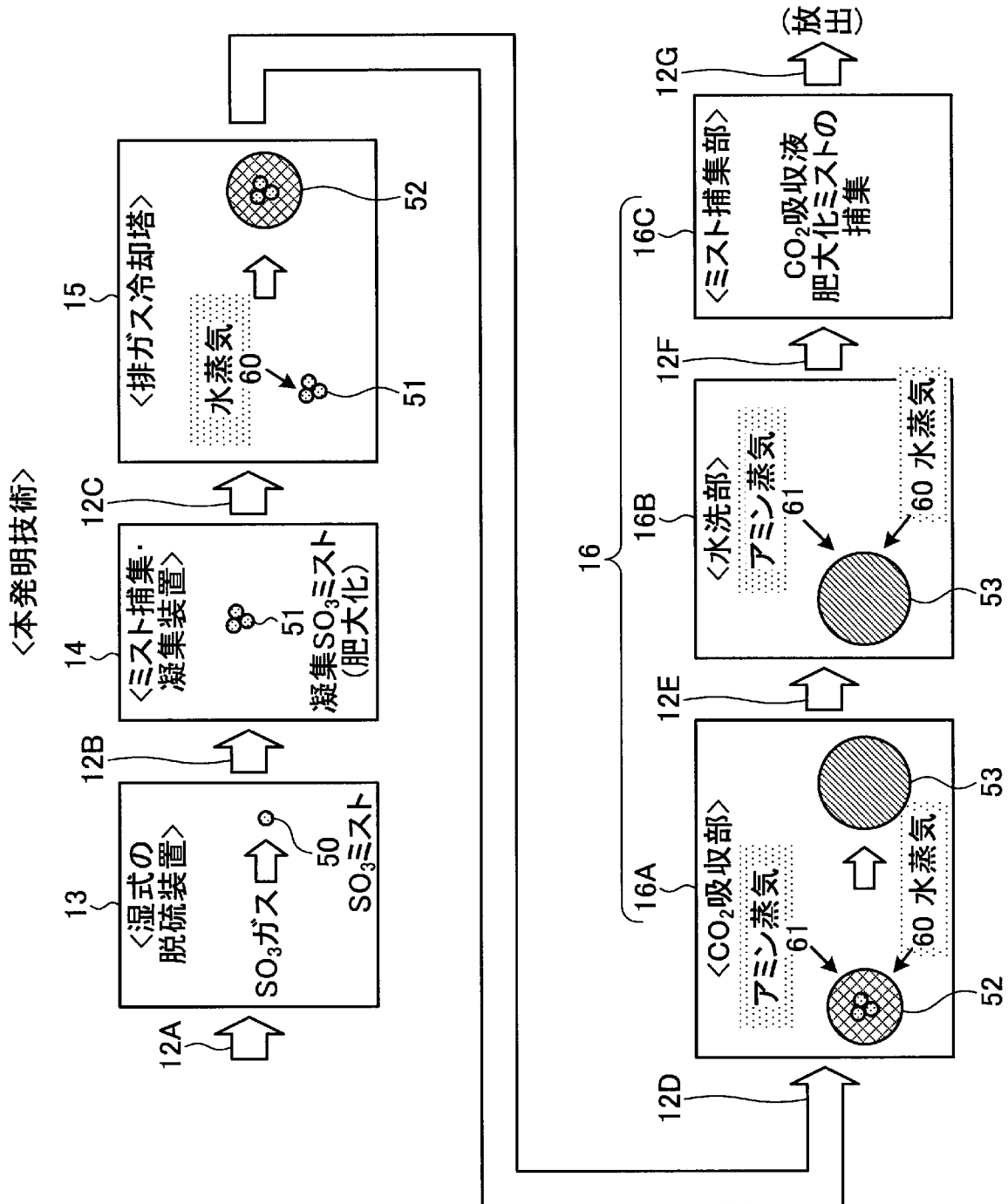
流れ後流側の CO_2 吸収液で接触させて CO_2 を除去する CO_2 吸収部側に導入し、前記排ガス中に含まれる CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する際、前記凝集肥大化ミストに CO_2 吸収液が吸収されて肥大化した CO_2 吸収液肥大化ミストとし、該 CO_2 吸収液肥大化ミストをミスト捕集部で捕集することを特徴とする排ガス処理方法。

[請求項7]

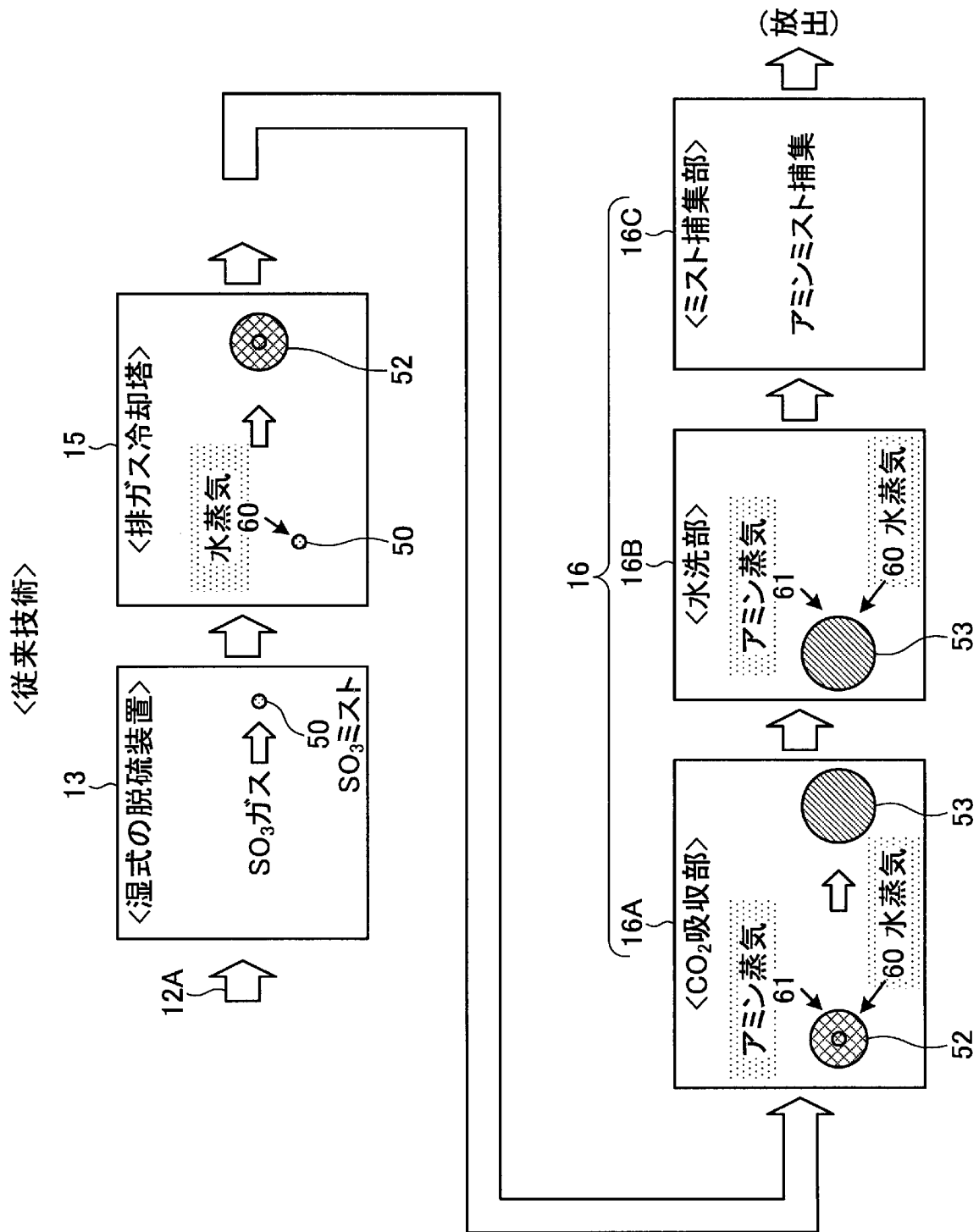
請求項6において、

前記凝集肥大化ミストを再飛散する排ガスの流速が、ミスト捕集の限界濾過風速を超えることを特徴とする排ガス処理方法。

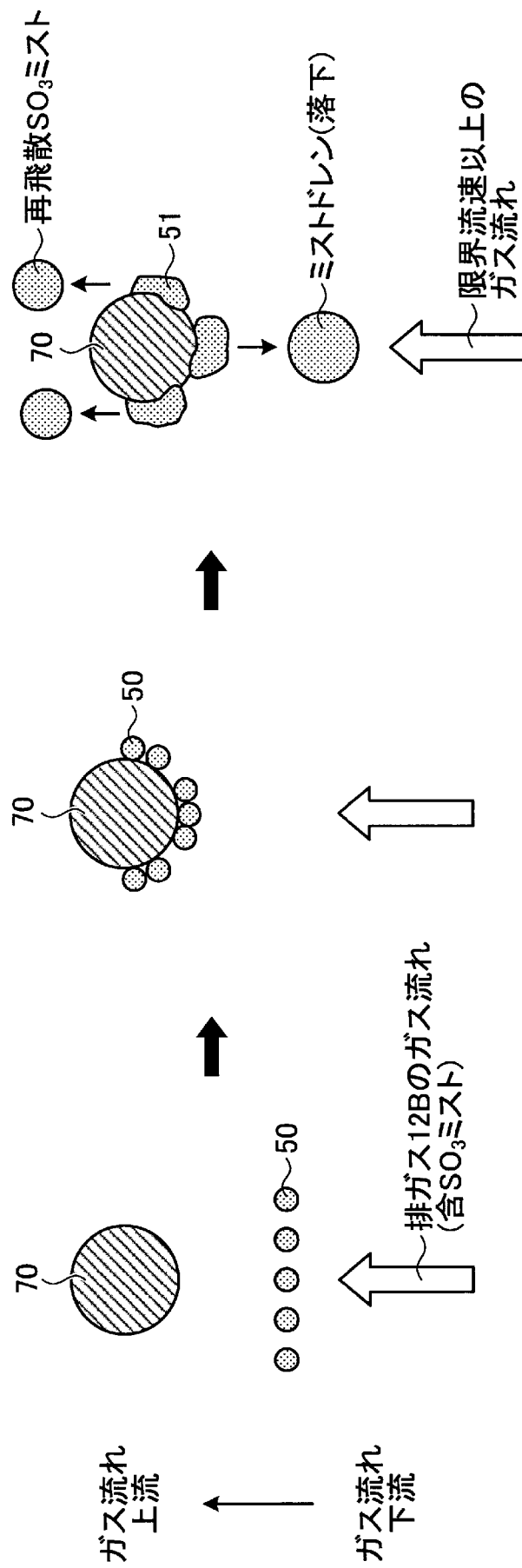
[図2-1]



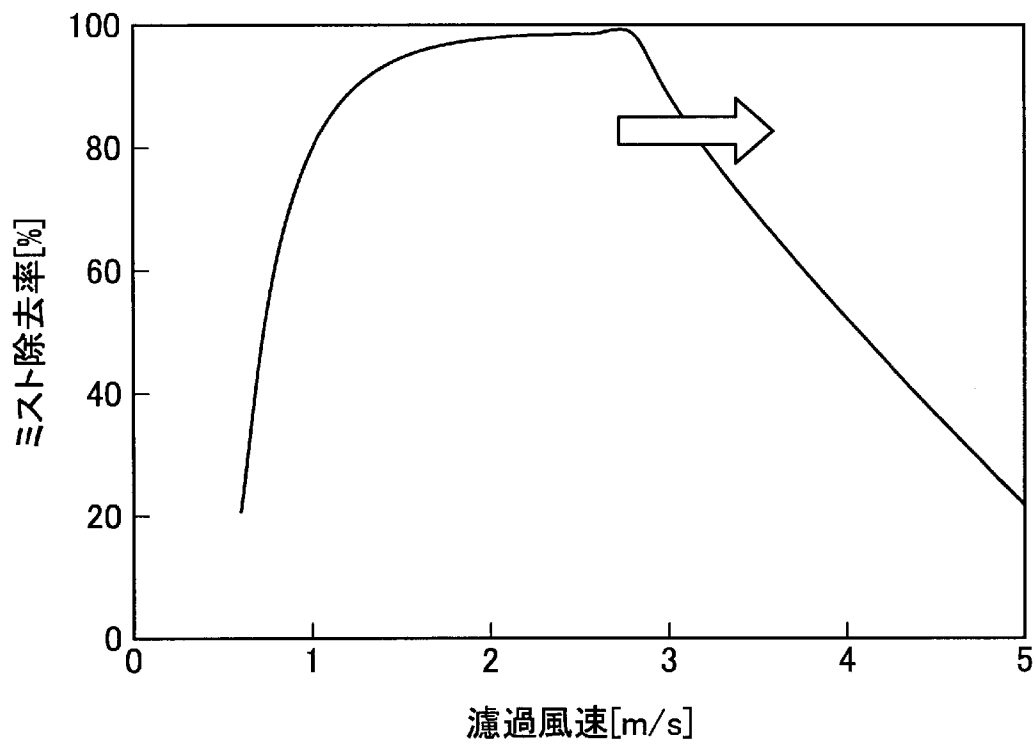
[図2-2]



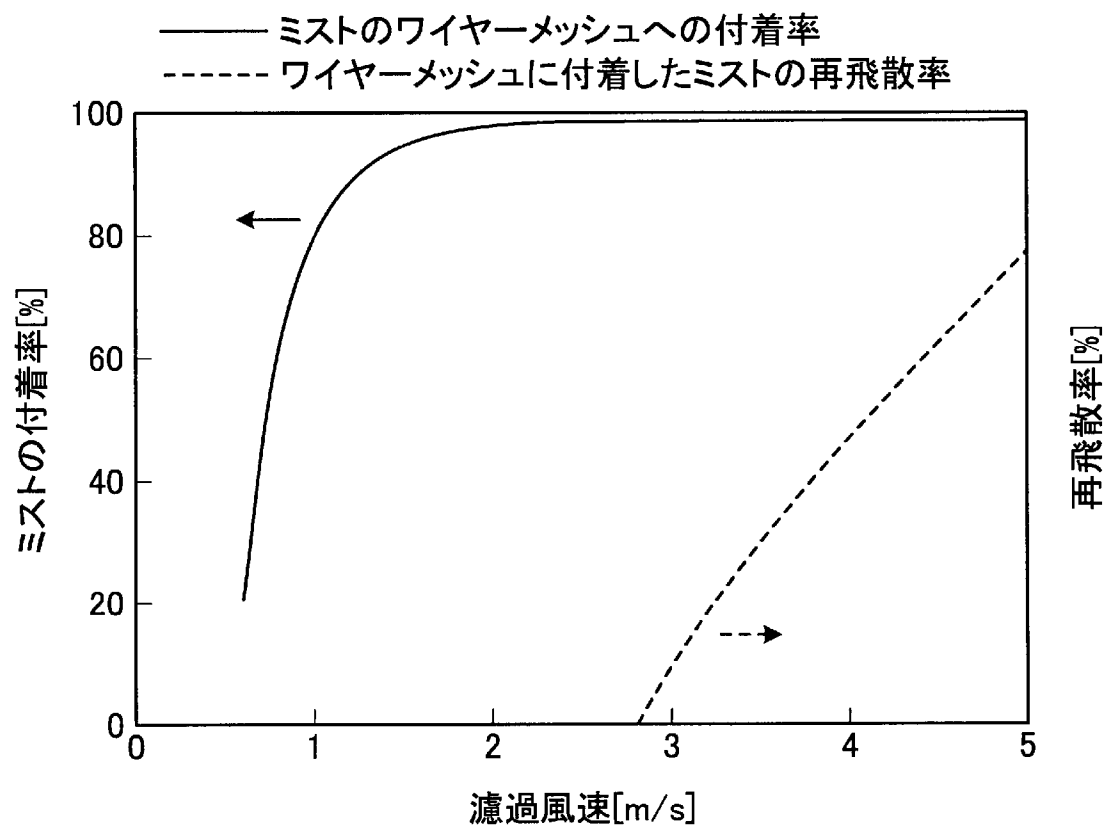
[図3]



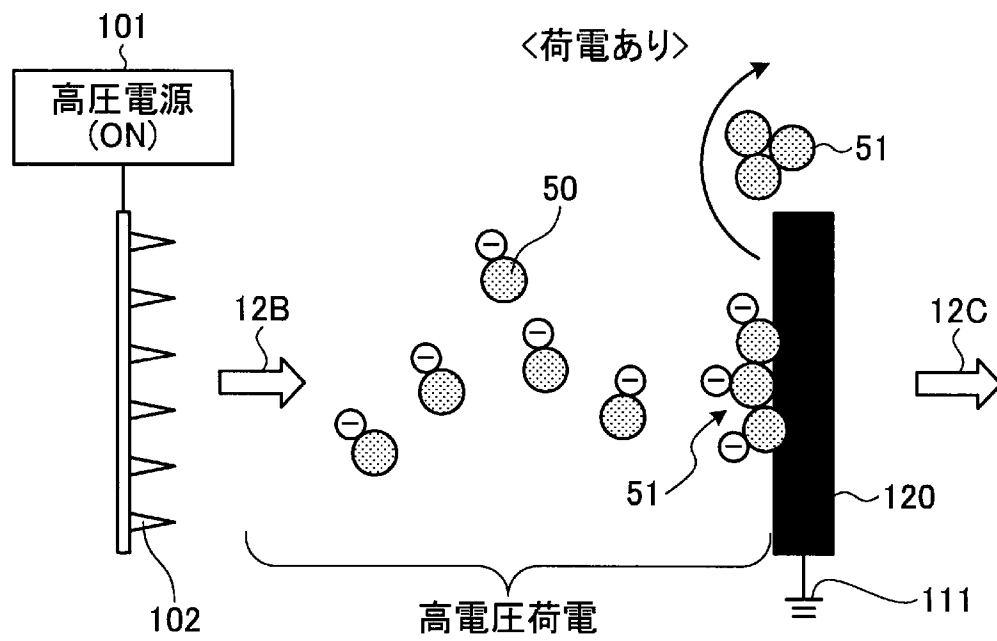
[図4]



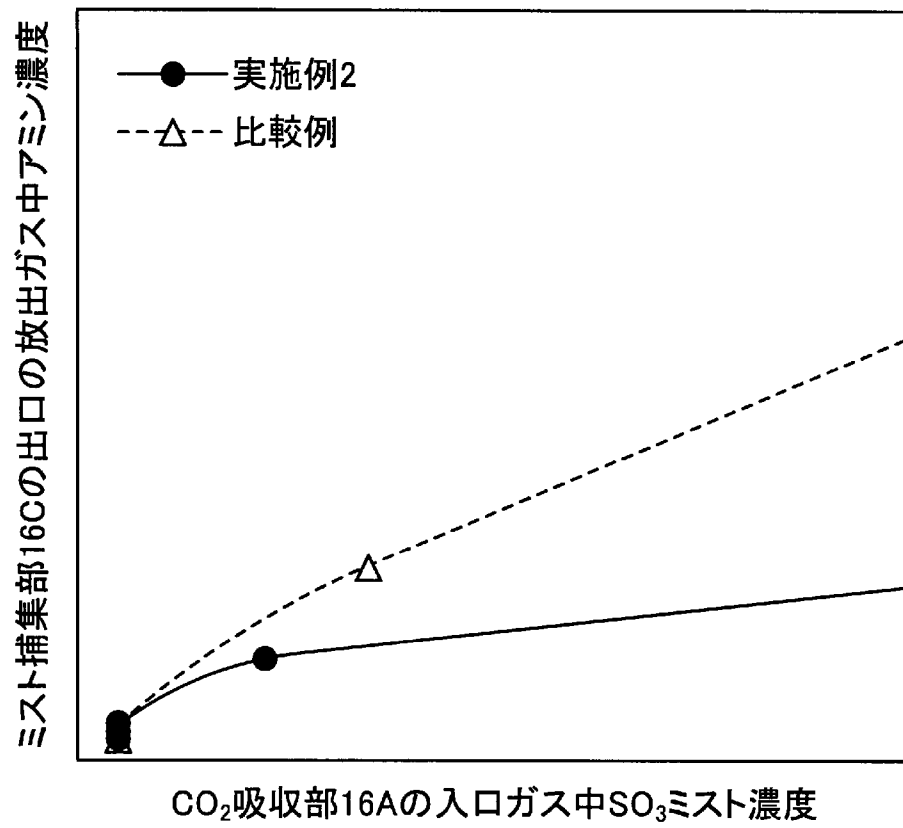
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/62(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i, B01D53/50(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, F23J15/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/34-53/85, B01D53/14-53/18, B01D45/00-45/18, C01B31/00-31/36, F23J13/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-218415 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 24 August 2006 (24.08.2006), (Family: none)	1-7
A	JP 8-093438 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 09 April 1996 (09.04.1996), (Family: none)	1-7
A	WO 2008/038348 A1 (Hitachi Plant Technologies, Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 October 2015 (27.10.15)

Date of mailing of the international search report
02 November 2015 (02.11.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/076954

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-053134 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 25 February 2003 (25.02.2003), (Family: none)	1-7
A	JP 2008-238114 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 October 2008 (09.10.2008), (Family: none)	1-7
A	JP 9-262432 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 07 October 1997 (07.10.1997), & US 6117404 A & EP 0798029 A2 & DE 69737617 T2 & CA 2200013 A1 & NO 971399 A & DK 798029 T3	1-7
A	JP 2014-000500 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 January 2014 (09.01.2014), & US 2015/0139861 A1 & WO 2013/187294 A1 & EP 2862620 A1 & CA 2876376 A1 & AU 2013275381 A1	1-7
A	JP 2009-226367 A (Chiyoda Corp.), 08 October 2009 (08.10.2009), (Family: none)	1-7
A	JP 2013-006129 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 January 2013 (10.01.2013), & US 2012/0328501 A1 & EP 2537574 A1 & AU 2012200041 A1 & CA 2764174 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/62(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i, B01D53/50(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, F23J15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/34-53/85, B01D53/14-53/18, B01D45/00-45/18, C01B31/00-31/36, F23J13/00-99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-218415 A（関西電力株式会社）2006.08.24,（ファミリーなし）	1-7
A	JP 8-093438 A（東海ゴム工業株式会社）1996.04.09,（ファミリーなし）	1-7
A	WO 2008/038348 A1（株式会社日立プラントテクノロジー） 2008.04.03,（ファミリーなし）	1-7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

池田 周士郎

4 Q

5 8 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-053134 A (関西電力株式会社) 2003. 02. 25, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-238114 A (三菱重工業株式会社) 2008. 10. 09, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 9-262432 A (関西電力株式会社) 1997. 10. 07, & US 6117404 A & EP 0798029 A2 & DE 69737617 T2 & CA 2200013 A1 & NO 971399 A & DK 798029 T3	1-7
A	JP 2014-000500 A (三菱重工業株式会社) 2014. 01. 09, & US 2015/0139861 A1 & WO 2013/187294 A1 & EP 2862620 A1 & CA 2876376 A1 & AU 2013275381 A1	1-7
A	JP 2009-226367 A (千代田化工建設株式会社) 2009. 10. 08, (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2013-006129 A (三菱重工業株式会社) 2013. 01. 10, & US 2012/0328501 A1 & EP 2537574 A1 & AU 2012200041 A1 & CA 2764174 A1	1-7