

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6142432号  
(P6142432)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.CI.

F 1

|                |              |                  |
|----------------|--------------|------------------|
| <b>B 0 1 D</b> | <b>53/18</b> | <b>(2006.01)</b> |
| <b>B 0 1 D</b> | <b>53/50</b> | <b>(2006.01)</b> |
| <b>B 0 1 D</b> | <b>53/14</b> | <b>(2006.01)</b> |

|         |       |       |
|---------|-------|-------|
| B 0 1 D | 53/18 | 1 3 0 |
| B 0 1 D | 53/50 | 2 7 0 |
| B 0 1 D | 53/14 | 2 1 0 |

請求項の数 8 (全 16 頁)

|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2013-158510 (P2013-158510) |
| (22) 出願日     | 平成25年7月31日 (2013.7.31)       |
| (65) 公開番号    | 特開2014-42909 (P2014-42909A)  |
| (43) 公開日     | 平成26年3月13日 (2014.3.13)       |
| 審査請求日        | 平成28年3月24日 (2016.3.24)       |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2012-169803 (P2012-169803) |
| (32) 優先日     | 平成24年7月31日 (2012.7.31)       |
| (33) 優先権主張国  | 日本国 (JP)                     |

|           |  |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | 000165273<br>月島機械株式会社<br>東京都中央区晴海三丁目5番1号 |
| (74) 代理人  | 100082647<br>弁理士 永井 義久                   |
| (72) 発明者  | 本間 昭浩<br>東京都中央区佃2丁目17番15号 月島<br>機械株式会社内  |
| (72) 発明者  | 吉越 昭雄<br>東京都中央区佃2丁目17番15号 月島<br>機械株式会社内  |
| 審査官       | 佐々木 典子                                   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】排煙脱硫方法および排煙脱硫装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

豎向きの塔内に、横断面に關し實質的に均等な流通路を有する規則充填物を設け、これより下方において塔内に被処理ガスを吹込み、塔内を上方に向かって移動させるようになし、

前記規則充填物上方に實質的に均等配置の多数の開口を有する多孔板を設け、その多孔板の上方に多孔板上面に対し海水を分散供給する海水分散供給手段を設け、

前記多孔板の開口径は 5 ~ 2 0 m m 、かつ、開口率は 2 5 ~ 6 0 % とし、

前記海水分散供給手段は供給管とこれに連通する複数の供給ノズルを含み、供給ノズルの口径を 5 0 ~ 1 5 0 m m とし、

前記被処理ガスの空塔速度を 2 . 0 m / 秒超 ~ 3 . 2 m / 秒とし、

前記被処理ガスの流量 G ( k g / m 2 · h r ) と海水の供給流量 L ( k g / m 2 · h r ) の比 ( L / G ) は、 4 ~ 1 5 とし、

前記多孔板上では海水により液層を形成し、前記被処理ガスと下降する海水とを氣液接觸させるとともに、

前記規則充填物の流路内では上方に向かって移動する前記被処理ガスと下降する海水とを氣液接觸させ、

前記被処理ガスを処理する

ことを特徴とする排煙脱硫方法。

## 【請求項 2】

10

20

多孔板の開口数は、3000個/m<sup>2</sup>～7800個/m<sup>2</sup>である請求項1記載の排煙脱硫方法。

【請求項3】

海水分散供給手段は、海水を多孔板に供給する複数の開口を有し、前記開口の少なくとも一部は、当該開口中心が前記多孔板の開口と鉛直方向に一致している請求項1記載の排煙脱硫方法。

【請求項4】

海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向き供給ノズルを含み、供給ノズルは2個/m<sup>2</sup>～50個/m<sup>2</sup>の割合で分散配置されている請求項1記載の排煙脱硫方法。

10

【請求項5】

海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向き供給ノズルを含み、その供給ノズルは口径が50～150mmであり、供給ノズル1個からの流下投影面積中に多孔板の開口が6個～135個含まれる位置に設置され、供給ノズル先端の流速が2.0～3.0m/sである請求項1記載の排煙脱硫方法。

【請求項6】

前記規則充填物の高さ方向中間には、下方から吹き込まれるガスの斜め流通路を多数有し、かつ、少なくとも上端部に、前記斜め流通路を通る斜め上昇ガスを豎向きに上昇させる流通路を有する請求項1記載の排煙脱硫方法。

【請求項7】

前記規則充填物の高さ方向流通路の最小通過径が10～30mmである請求項1記載の排煙脱硫方法。

20

【請求項8】

豎向きの塔内に、横断面に関し実質的に均等な流通路を有する規則充填物を設け、これより下方において塔内に被処理ガスを吹込み、塔内を上方に向かって移動させるようになし、

前記規則充填物上方に実質的に均等配置の多数の開口を有する多孔板を設け、その多孔板の上方に多孔板上面に対し海水を分散供給する海水分散供給手段を設け、

前記多孔板の開口径は5～20mm、かつ、開口率は25～60%とし、

前記海水分散供給手段は供給管とこれに連通する複数の供給ノズルを含み、供給ノズルの口径を50～150mmとし、

30

前記多孔板上では海水により液層を形成し、前記被処理ガスと下降する海水とを気液接觸させるとともに、

前記規則充填物の流路内では上方に向かって移動する前記被処理ガスと下降する海水とを気液接觸させ、

前記被処理ガスを処理するように構成した、請求項1～7のいずれか1項の方法を実施する排煙脱硫装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、海水法による排煙脱硫に関し、装置内において気体中の目的成分を選択的に吸収する海水と排ガスとを接觸させ、その目的成分を海水中に拡散させる吸収処理を行う海水法排煙脱硫方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば発電設備から排出される燃焼排ガスには硫黄酸化物が含まれているため、排ガスを大気中に排出する前にこれを除去する必要がある。排ガスから硫黄酸化物を除去するための設備としては、スプレー式吸収塔、多孔板式吸収塔、充填塔式吸収塔などが一般に知られている。これらの設備の中で多孔板としてクボタ化水株式会社製の「モレタナ」を使用した多孔板式吸収塔（モレタナ式吸収塔）は、当該多孔板上で排ガスと接觸液を接觸

50

させることで、排ガス中の硫黄酸化物を除去する装置であり、他の吸收塔と比べて硫黄酸化物の除去性能が高いという長所がある。

【0003】

多孔板式吸收塔に使用される接触液には、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、炭酸カルシウム、海水等の接触液を使用するものなどが一般に知られている。これらの接触液の中で海水を使用する方法は、他の方法と比べて副生成物がなく、硫黄酸化物を吸収した海水は、海へ放流できるという長所がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

【特許文献1】特開2001-129352号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

多孔板式吸收塔では、上方から降下した海水と下方から上昇した排ガスが多孔板上で向流接触する。当該多孔板上で海水と排ガスが混合することによって、排ガス中の硫黄酸化物が除去される。

多孔板上または充填物表面で海水と効率よく接触させることは、排ガスの処理効率（脱硫効率）を高めるためにきわめて重要なことである。

【0006】

20

ところが、本発明者らは、多孔板式吸收塔の長期間の運転を行うと、運転時間の経過に伴って、運転効率が低下する事実が知見された。さらに、その原因を追及して行くと、2枚貝（例えばイガイ目イガイ科の2枚貝であるムラサキイガイ（*Mytilus galloprovincialis*）、ミドリイガイ（*Perna viridis*）等）、固着生物（フジツボ等）等の海生生物が装置内に侵入し、吸收塔内部に留まるが理由であることを知見した。

【0007】

排煙脱硫設備に使用する海水は、海水取水口にスクリーンを設置することで、海生生物や異物の流入防止を図っている。しかし、一部の貝（ムラサキイガイ、ミドリイガイ、等）の幼生・稚貝の大きさは60～300μmと極めて小さく、容易にスクリーンを通過する。これらは、吸收塔への海水供給する配管内面で付着・成長し、死後離脱した貝が吸收塔内に混入することで、インターナルの閉塞を引き起こす。

実際、本発明者らは、長期間運転した排煙脱硫設備のモレタナ上には、死後離脱した貝の欠片の大きな堆積物すら観察されることに、大いに驚いた次第である。

【0008】

30

従って、本発明の主たる課題は、充填物上に多孔板を設け、その多孔板の各開口を通して充填物上に液を供給することによって、充填物に対する海水の分散性を高め、被処理ガスの吸収処理効率、または海水中からの放散処理効率を高めることにある。

他の課題は、充填物の流路全体に海水を分散供給できるようにすることにより、被処理ガスの高い処理効率を確保することにある。

さらに、海水法特有の課題として、海生生物の装置内への侵入に伴う、接触効率の低下を防止することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

本発明者らは多孔板上または充填物表面で海水と効率よく接触させることが、排ガスの接触効率（脱硫効率）を高めるために重要であるとの知見に基づいた。さらに排ガスの処理効率を高めるために、充填物上に多孔板を設け、その多孔板の各開口を通して充填物上に海水を供給すると、充填物に対する海水の分散性が高まり、排ガスの接触効率が高まるとの新しい知見を得た。

【0010】

かかる知見に基づく本発明は、豎向きの塔内に、横断面に關し実質的に均等な断面を有

50

する流通路を有する規則充填物を設け、これより下方において塔内にガスを吹込み、塔内を吹き上がるようになし、

前記規則充填物上方に実質的に均等配置の多数の開口を有する多孔板を設け、その多孔板の上方に多孔板上面に対し海水を分散供給する海水分散供給手段を設け、

上方に向かって移動する被処理ガスと、下降する海水とを気液接触させ、被処理ガスを処理するようにしたことを特徴とする排煙脱硫装置である。

#### 【0011】

本発明に従って、規則充填物上に多孔板を設け、その多孔板の各開口を通して規則充填物上に海水を供給することによって、充填物に対する海水の分散性が高められ、ガスの接触効率を高めることができる。

10

#### 【0012】

他方、海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向きの供給ノズルを含み、海水を多孔板に供給するもので、供給ノズル開口の少なくとも一部が前記多孔板の開口と鉛直方向に一致していると、多孔板の開口を通して規則充填物の流路に対して供給する海水の流れを形成でき、塔の横断面全体としてみれば、実質的に均一なものとなり、結果として、充填物の流路全体に液を分散供給できるようになる。したがって、ガスとの高い接触効率を示す気液接触装置が得られる。

他方、海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向きの供給ノズルを含み、供給ノズルは  $2\text{ 個} / \text{m}^2 \sim 4\text{ 個} / \text{m}^2$  の割合で均等分散配置されている構造のものを使用できる。

20

また、海水分散供給手段の供給ノズル径は  $50 \sim 150\text{ mm}$ 、特に  $65 \sim 125\text{ mm}$  であるのが好ましく、ノズルの断面積は  $0.002 \sim 0.018\text{ m}^2 / \text{個}$  が望ましい。さらに、供給ノズル 1 個からの流下投影面積中に多孔板の開口が 6 個～135 個、特に 13～65 個有することが好ましい。

#### 【0013】

本発明は、さらに、豎向きの塔内に、横断面に関し実質的に均等な流通路を有する規則充填物を設け、これより下方において塔内にガスを吹込み、塔内を吹き上がるようになし、前記規則充填物上方に実質的に均等配置の多数の開口を有する多孔板を設け、その多孔板の上方に多孔板上面に対し海水を分散供給する海水分散供給手段を設け、

吹き上がる前記ガスと、下降する海水とを気液接触させ、被処理ガスを処理することを特徴とする排煙脱硫方法を提供する。

30

#### 【0014】

この海水法排煙脱硫方法においても、海水を多孔板に供給する海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向き供給ノズルを含み、供給ノズル開口の少なくとも一部が前記多孔板の開口と鉛直方向に一致していることが望ましい。

これに対向する、多孔板の開口径は、 $5 \sim 20\text{ mm}$ 、特に  $8 \sim 12\text{ mm}$  であるのが好ましく、かつ、開口率は  $25 \sim 60\%$ 、特に  $30 \sim 40\%$  であるのが望ましい。

多孔板の開口数は、 $3000\text{ 個} / \text{m}^2 \sim 7800\text{ 個} / \text{m}^2$  であるのが望ましい。

#### 【0015】

供給ノズル先端の流速が  $1.0 \sim 3.0\text{ m/s}$ 、特に  $1.5 \sim 2.5\text{ m/s}$  であるのが望ましい。

40

#### 【0016】

塔内に吹込まれ吹き上がる前記ガスの空塔速度を  $2.0\text{ m/s} \sim 3.2\text{ m/s}$  とし、前記規則充填物直上での海水の流下速度が  $2.0\text{ m/s}$  以上であるのが好適である。

#### 【0017】

前記規則充填物の高さ方向中間には、下方から吹き込まれるガスの斜め流通路を多数有し、かつ、少なくとも上端部に、前記斜め流通路を通る斜め上昇ガスを豎向きに上昇させる流通路を有する形態は望ましい。

前記規則充填物の高さ方向流通路の最小通過径が  $10 \sim 30\text{ mm}$  であるのが望ましい。

#### 【0018】

50

以上が本発明の概要であり、種々の実験及び長期間に亘る運転により得た知見に基づく技術的事項である。

#### 【0019】

前述のように、海生生物の装置内への侵入に伴う、接触効率の低下を防止すること抜きに運転効率の安定化は図れない。本発明者らは、海生生物の幼生・稚貝の大きさは60~300μmであり、吸收塔への海水供給する配管への侵入を防止できないとして、これを許容する観点から運転効率の低下を防止する手法を探求した。

#### 【0020】

ここで本発明者らは、装置内で運転効率低下をもたらす原因となる海生生物としてイガイなどの2枚貝に着目した。ここで2枚貝とは、例えばイガイ科イガイ目に属するムラサキイガイ、ミドリイガイ、ヨーロッパイガイなどである。例えばムラサキイガイ・ミドリイガイの成体の大きさは、約30~50mmである。そこで、この種の貝類を、多孔板上面に対し海水を分散供給する海水分散供給手段の供給管及び供給ノズルを通すようにし(通す口径とし)、主に多孔板上で捕捉するようにする発想で、装置設計を行ないかつ運転を行うようにした。

しかし、貝類には、幼生など小さいもの、あるいは配管中で割れるなどして微小化したものもある。そこで、多孔板の開口を通った小径分は、規則充填物の流通路を通して落下させるようにする。

さらに多孔板上で捕捉された貝類は、多孔板上に形成された海水による液層中で下方から吹き上がるガスによってバブリングされ、貝類が多孔板の開口を塞がない、あるいは詰まることがない遊動状態にすることが重要であることを知見したのである。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明によれば、規則充填物上に多孔板を設け、多孔板の各開口を通して規則充填物上に海水を供給することによって、規則充填物に対する海水の分散性が向上し、ガスとの接触効率を高めることができる。

また、海生生物の装置内への侵入に伴う、接触効率の低下を防止することができ、接触効率の向上と長時間の安定した運転の両者を達成できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0022】

【図1】本発明の排煙脱硫装置の設置例である。

【図2】本発明の排煙脱硫装置例の立面図である。

【図3】比較例の気液接触装置の概要を示す立面図である。

【図4】本発明の排煙脱硫装置の概要を示す他の例の立面図である。

【図5】図1の要部拡大図である。

【図6】流下速度分布例の説明図である。

【図7】規則充填物例の説明図であり、(a)は斜視図、(b)はその波板要素の組立図である。

【図8】装置例の縦断面図である。

【図9】平面で示す海水分散管とノズル配置例の説明図である。

【図10】他の海水分散供給手段例を示す斜視図である。

【図11】供給ノズルと多孔板の開口との大きさ関係例を示す平面的説明図である。

【図12】他の規則充填物例を示す斜視図である。

【図13】当該他の規則充填物例を使用した場合の流下速度分布例の説明図である。

【図14】多孔板の開口形状を変更したことに伴う多孔板から規則充填物への流下速度分布例の説明図である。

【図15】多孔板の配置を変更したことに伴う多孔板から規則充填物への流下速度分布例の説明図である。

【図16】多孔板の開口径を変更したことに伴う多孔板から規則充填物への流下速度分布例の説明図である。

10

20

30

40

50

【図17】本発明のその他の設置例である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の排煙脱硫装置の好ましい実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的な例示に過ぎず、本発明の適用あるいはその用途を制限することを意図するものではない。

【0024】

図1は、本発明にかかる排煙脱硫装置を使用した排ガス処理設備を示す。

火力発電所等から排出された燃焼排ガスを供給する排ガスファン51と、排ガスファン51から供給された排ガスを処理する海水法排煙脱硫装置50、海水法排煙脱硫装置50で硫黄を除去されたガスを排出する煙突52、海水法排煙処理装置50に海水を供給する海水供給ポンプ53、海水中の海生生物を除去するスクリーン54、および海水供給配管55からなる。海水供給ポンプ53により供給される海水中に海生生物が含まれている。これらの海生生物のうち、スクリーン54で除去しきれない小さな幼生などが海水供給配管55中に付着し成長する。

海水法排煙脱硫装置50下部の海水は、排水処理設備56において別途供給される海水57と混合されたのち、曝気プロワ58による曝気処理を受け、海洋の海水中に排水されるものである。

【0025】

図2は、たとえば図1の海水法排煙処理装置50として適用される、本発明にかかる排煙脱硫装置の第1の実施の形態の立面(断面)図である。

【0026】

排煙脱硫装置の基本構成要素としての、気液接触塔1の下部側面には、排ガス(たとえば発電設備における廃熱ボイラーからの燃焼排ガス)Gを供給する供給口2が設けられている。また、気液接触塔1の上面には、気液接触塔1内での処理を経た処理排ガスTGを排気する排気口6が設けられている。

【0027】

また、気液接触塔1の上部には、接触液である新鮮な海水SWを気液接触塔1内へ導くための供給管3と、当該供給管3と接続され、供給された新鮮な海水SWを気液接触塔1内下方へ噴射させるための多くのノズル4が設けられている。

なお、本実施例において「新鮮な海水」SWとは、代表例は海から導いた海水のことであり、後述する気液接触塔1内の多孔板5上で行われる吸収処理後の硫黄酸化物を含む海水と区別される。新鮮な海水は、前記のように海から直接取水したもの以外にも、ボイラーエquipmentの復水器(コンデンサ)から出る使用済み冷却水や、海水脱塩設備から出るブラインを使用可能である。

【0028】

この第1の実施の形態では、供給管3及びノズル4が、本発明の海水分散供給手段を構成している。供給ノズル4の出口の形状は、丸形、角形、多角形など限定されないが、丸形が好ましい。なお、供給ノズル4の口径は、50~150mm、特に65~125mmであるのが好ましい。供給ノズル4の口径は、形状が、角形、多角形の場合、開口の最大長さを指す。新鮮な海水SW中には、貝や海藻などの固形物が含まれることがあり、ノズルを閉塞させる原因となる。そこでノズル4の口径を50mm以上とすることにより貝類を通過させ、ノズル閉塞を防止しつつ、海水を噴射することができる。供給管3の口径も、50mm以上であることが望ましい。

【0029】

さらに、気液接触塔1の供給管3及びノズル4の下方には、開口率が好適には25~60%、特に30~40%の多孔板(たとえばモレタナ)5が設けられている。

多孔板には、開口5aが3000個/m<sup>2</sup>~7800個/m<sup>2</sup>の範囲で形成される。

多孔板の開口形状は、丸形、角形、多角形など限定されないが、丸形が好ましい。多孔板の開口口径は、5~20mm、特に8~12mmであるのが好ましい。開口口径は、形

10

20

30

40

50

状が、角形、多角形の場合、開口の最大長さを指す。5~20mmとすることで、海水分散供給手段から噴射された新鮮な海水中に含まれる貝などの夾雜物が多孔板の開口から規則充填物上に、安易に落下し、他方で多孔板5で長期に滞留することを防止することができる。このように海水分散供給手段のノズル口径より多孔板上の開口口径を小さくすることで、海水中に含まれる夾雜物（特に貝類）を多孔板上で捕集することが可能となる。なお、捕集した夾雜物は、運転停止時に除去することができる。

#### 【0030】

従来例の海水を用いた排煙脱硫装置の多くは、単に、多孔板（モレタナ）5を高さ方向に複数段設けた構造であり、規則充填物（「構造充填物」とも呼ばれる。structured packing）は設けられていない。10

他方、気液接触装置として、規則充填物を設け、その上方から海水を噴霧するものも知られている。

本発明においては、両者を併用するもので、多孔板5の下方に、規則充填物20を設けるものである。21は、規則充填物20の底面を支持する多孔支持部材である。規則充填物は、一段に限定されず、複数段とするのが接触効率を高めるために望ましい。

#### 【0031】

気液接触塔1下部側面に設置された前記供給口2から供給された排ガスGは、気液接触塔1内を上方へ向かって、規則充填物20の流路及び多孔板5の開口を順に移動する。

他方、新鮮な海水SWが、供給管3を通じて供給ノズル4に供給される。なお、供給管3は、気液接触塔1の下方に貯留された硫黄酸化物を吸収した海水の一部を供給する配管とも連結されており、運転に応じて海水を循環使用することができる。気液接触塔1上部に設けられた供給ノズル4から下方へ噴射された新鮮な海水SWは、排ガスGと、気液接触塔1内中部に設けられた多孔板5上及び規則充填物20の上端及び流路内で向流接する。当該向流接によって、排ガス中に含まれる硫黄酸化物は新鮮な海水SWに吸収され、排ガス中から除去される。排ガス中の硫黄分を吸収した硫黄酸化物は、気液接触塔1の下方に設けられた排出口から流路を介して排水処理設備に送られる。20

このとき、排ガスGの流量G（kg/m<sup>2</sup>・hr）と新鮮な海水SWの流量L（kg/m<sup>2</sup>・hr）の比（L/G）は、3以上、好ましくは4~15である。

硫黄酸化物が除去された処理排ガスTGは、気液接触塔1上部に設けられた排気口6から排気される。また、硫黄酸化物を吸収した海水は、気液接触塔1内下方へ降下する。30

#### 【0032】

本発明においては、豎向きの塔内に、横断面に関し実質的に均等な流通路を有する規則充填物20を設け、これより下方において、塔内に被処理ガス（たとえば排ガスG）を吹込み、規則充填物20上方に実質的に均等配置の開口を有する多孔板5を設け、その多孔板5の上方に多孔板5上面に対し分散した状態で液を供給する海水分散供給手段3,4を設け、塔内を吹き上がる被処理ガスと下降する海水とを気液接觸させ、被処理ガスを処理するものである。

#### 【0033】

かかる形態によれば、海水分散供給手段3,4から供給された海水は、多孔板5上で面方向に拡散しながら、各開口5a,5a...を通り、規則充填物20の各流路20a,20a...を下方に通り抜ける。したがって、多孔板5を設けないで、海水分散供給手段3,4から海水を、規則充填物20の各流路20a,20a...に直接流下させる場合に比較して、海水の分散性が高まるので、気液接觸効率が高いものとなる。40

#### 【0034】

また、本発明においては、多孔板5上で気液接觸だけでなく、海水分散供給手段3,4から供給された海水を、規則充填物20の各流路20a,20a...に流下させ、気液接觸を図るものである。

したがって、規則充填物20の高さ方向に長い通路をもった各流路20a,20a...を通り抜ける過程でも気液接觸するので、気液接觸の時間が長いものとなり、この観点からも気液接觸効率が高いものとなる。50

## 【0035】

しかるに、海水分散供給手段3, 4から供給された海水を、規則充填物20の各流路20a, 20a...に流下させ、気液接触を図る場合、たとえばノズル4を多数配置しないと、海水が通らない流路20aを生じる危険性がある。

一方、ノズル4を多数配置するとなると、海水分散供給手段3, 4のコストが高いものとなる。しかしながら、本発明では、各供給ノズル4から海水を供給する際に、予め海水の供給位置を多孔板5上で面方向に拡散した状態に位置設定しておくことにより、規則充填物20に分散供給が可能であり、その各流路20a, 20a...を円滑に下方に通り抜けるようにしてある。その結果、ノズル4の配設個数を少なくしたとしても、十分な海水の拡散性が確保される。

10

## 【0036】

吹き上がる被処理ガスに対し、図2の例では、本発明の構成、すなわち規則充填物、開口を有する多孔板及び海水を供給する海水分散供給手段を設けたが、同構成を高さ方向に間隔を置いて複数段設けることもできる。

図4の例は、規則充填物及び海水を供給する海水分散供給手段を設け、さらに、その上方に規則充填物、開口を有する多孔板及び海水を供給する海水分散供給手段を設けた例を示した。図4の例では、上段での海水を供給する海水分散供給手段及び多孔板によって、上段の規則充填物には均一に海水が流下するようになっているので、あえて、下段に開口を有する多孔板を追加設置する必要がなく、かつ、圧力損失の防止を図る意味もある。

## 【0037】

20

次に以下の実験条件に基づいて気液接触効率に関する比較実験を行った。

実験装置：吸収塔寸法1500mm×1500mmで高さ3000mm

充填物：樹脂製規則充填物(300mm高さ/モジュール)

充填高さ：1段積み

供給ガス流量：24, 000m<sup>3</sup>/h

供給ガス成分：空気

供給液流量：144m<sup>3</sup>/h

<実験1>：規則充填物上方に多孔板なし(図3の構成)

<実験2>：規則充填物上方に多孔板あり(図2の構成)

本実験結果に基づいて所定の気液接触効率を得るために必要なノズル個数を算出した。

30

算出結果によると実験1の場合には、ノズルを約20個/m<sup>2</sup>配置する必要があったものに対し、実験2の場合には、ノズルは約4個/m<sup>2</sup>の配置で足りることを知見した。

## 【0038】

次に吸収塔の他の実施例を図8及び図9に示す。この例においても、海水分散供給手段3, 4は高さ方向に複数設けることができる。図9は海水分散供給手段の平面図である。本構造の海水分散供給手段は、図8に示すように外部から供給された海水を運ぶ供給管3と、これに連通する多数の下向き供給ノズル4が設けられている。供給管3は、吸収塔本体の下方側面の供給液供給ノズルXと連通し、吸収塔本体の平断面の中心に向かって水平に延び、中心付近から上方に延伸する。また、吸収塔内に充填された規則充填物の上方まで延伸したのち、水平方向に分岐し、分岐した各配管に下向き供給ノズル4が設けられる。

40

## 【0039】

供給ノズルは、1個/m<sup>2</sup>~100個/m<sup>2</sup>の割合で分散配置される構造が好ましく、より好ましくは2個/m<sup>2</sup>~6個/m<sup>2</sup>の割合で供給管に配置される。供給ノズル数を過度に多くすると、海水分散供給手段の重量が増加することとなる。特に海水分散供給手段は吸収塔の上方に設置されるため、吸収塔全体の重心が高くなり、大型の基礎が必要となるなど、装置全体が大型化する恐れがある。

また、海水分散供給手段の他の例として、図10に示すように、上方開口管路と、その側壁に形成された流出堰開口を含み、前記堰開口は2個/m<sup>2</sup>~50個/m<sup>2</sup>の割合で分散配置されている構造のものでもよい。

50

## 【0040】

気液接触塔1下部側面に設置された前記供給口2から供給された排ガスGは、気液接触塔1内を上方へ向かって、多孔支持部材21(図8参照)の開口、規則充填物20の流路及び多孔板5の開口を順に移動する。

他方、気液接触塔1上部に設けられた供給ノズル4から下方へ噴射された新鮮な海水SWは、排ガスGと、気液接触塔1内中部に設けられた多孔板5上及び規則充填物20の上端及び流路内で向流接触する。当該向流接触によって、排ガス中に含まれる硫黄酸化物は新鮮な海水SWに吸収され、排ガス中から除去される。図8に示すように、好適にはノズル4の上方には、処理された排ガスG中のミストを除去するエリミネータ22が設けられている。

10

## 【0041】

海水法排煙脱硫装置の場合、必要なガス処理量と装置サイズとの関係で、塔1内を吹き上げる被処理ガスの空塔速度が2.0m/秒～3.2m/秒にするのが望ましい。

この要因によって、新たな問題を生じる。すなわち、当初、本発明者らは、海水分散供給手段3,4から流出させた海水は最終的に多孔板5上で分散するので、ノズルの向きは上向きに流出させるようにしてよいのではないかと考えた。

しかし、上昇するガスの空塔速度が速いので、多孔板上方の横断面において、少しでもガスの偏流が生じていると、海水がガスの偏流に影響されて横断面に関し偏って流下するようになることが知見された。

よって、海水は、供給ノズルを下向きに設置し、供給することが望ましい。海水法排煙脱硫装置として適用する場合、規則充填物20直上での海水の流下速度は2.0m/秒以上、特に2.5m/秒以上にするのが望ましい。

20

## 【0042】

本発明者らは、さらに種々検討した結果、図6に示すように、海水分散供給手段4により供給される多孔板5上面に対して流下する多くの液流(の中心)が、多孔板5の開口5a中心と鉛直方向に実質的に一致しているのが望ましいことを知見した。

海水分散供給ノズル4から流下する海水は、多孔板5上で跳ね返ったりしながら、面方向に拡散する。通常、排ガスGの流量G(kg/m<sup>2</sup>·hr)と新鮮な海水SWの流量L(kg/m<sup>2</sup>·hr)の比(L/G)は、4～15であることから海水多孔板5上で液層を形成する。このときの液層の深さは、排ガスGの供給が無い状態で5mm～200mmである。また、液層は、排ガスの上昇によって激しく流動化する。さらに、貝類などの夾雑物を流動化させながら、多孔板5の開口5aの閉塞防止する。

30

しかるに、多孔板5上面に対して海水分散供給ノズル4から流下する液流の位置が、多孔板5の開口5a位置と鉛直方向に実質的に一致していると、その流下液の運動エネルギーが上昇するガスエネルギーに対して明確に優勢となる。

その結果、図6に示す流下速度分布のように、多孔板5の開口5a中心と鉛直方向に実質的に一致している位置において、ピークを示す。

そして、流下速度分布がある横断面において、多数のピークを示すと、そのピーク位置においては、流下液の運動エネルギーが、上昇ガス流れに対して遙かに優勢なのであるから、あたかも、当該開口5aから液の流下が始まるような形態となり、規則充填物20の流路20a内に確実に液が流入するようになる。しかも、多孔板5から各開口5a位置のみでなく、分散して状態で液が流下するから、規則充填物20の各流路20a内に分散して流下するようになり、きわめて好適な形態となる。

40

## 【0043】

規則充填物20の高さ方向流通路の最小通過径が10～30mmが好ましい。多孔板5上で浮動している夾雑物の一部は、開口5aを通して落下させ、規則充填物20内を通り、下端から流下させるので望ましい。このために、次述する規則充填物20の斜め流通路20A、流通路20B及び流通路20Cの最小通過径が10～30mmが好ましいのである。この最小通過径が10～30mmは、多孔板の開口径は5～20mmとの関係が大いにあるが、夾雑物の多くは多孔板5上で浮動・滞留状態にあるので、多孔板の開口を通

50

過した夾雜物を円滑に流下させる径として設定されるものである。

【0044】

海水分散供給手段は、供給管3とこれに連通する多数の下向きの供給ノズル4を含み、供給ノズルは2個/m<sup>2</sup>~50個/m<sup>2</sup>の割合で分散配置されているものを例として挙げることができる。なお、海水分散供給手段の供給ノズル口径は、50mm~150mmであり、より好ましくは、65mm~125mmである。

図11に供給ノズル4口径と多孔板5の開口5aとの大きさ、および供給ノズル4口径1個に対する流下投影面積上の多孔板5の開口5aの位置関係例を図示した。

1つの供給ノズル4の流下投影面積中に多孔板の開口が6個~135個が含まれる位置関係が好ましく、特に13~63個が含まれる位置関係がより好ましい。図11には約13個の例で示されている。1つの供給ノズル4の流下投影面積中において多孔板の開口が複数含むよう配置されているため、供給ノズル4の下に位置する多孔板5の開孔5aの一つが閉塞したとしても残る開口5aの少なくとも1つは、流下速度のピークを示すこととなるため、確実に規則充填物20へ海水を供給することができる。

【0045】

他方、海水分散供給手段は、図10に示すように、上方開口管路40と、その側壁40Aに形成された流出堰開口40Bを含み、堰開口40Bは2個/m<sup>2</sup>~50個/m<sup>2</sup>の割合で分散配置されている形態などでもよい。

【0046】

本発明の規則充填物としては、たとえば、図7に示した規則充填物20を使用でき、これについて説明すると、波の頂き方向が90度相互に異なる波板Aと波板Bとを多数枚交互に積層配置し、これによって連続方向が90度異なる流路を多数形成したものである。なお、交差角度は他の角度(たとえば45や60度など)でもよいし、流路が傾斜していないものも使用できるのである。

かかる適宜の容積サイズとして規則充填物20は、塔1内に敷き詰め、この敷き詰めは1段又は適宜の複数段をもって行なうことができる。規則充填物20の敷き詰めに際しては、流路方向がよりランダムになるように、単一の規則充填物20ごとに方向性を変更することができる。

【0047】

他方、図12及び図13に示すように、規則充填物20の高さ方向中間には、下方から吹き込まれるガスの斜め流通路20Aを多数有し、かつ、少なくとも上端部に、前記斜め流通路20Aを通る斜め上昇ガスを縦向きに上昇させる流通路20Bを有する形態とすることができる。下端部にも、縦向きに上昇案内させる流通路20Cを設けることができる。

【0048】

かかる態様の場合、前述のように、吹き込まれるガスが鉛直に規則的に上昇するので、下降する海水の偏流も防止できる。当該他の規則充填物例を使用した場合の流下速度分布例を図13に示した。

規則充填物としては、挙示の例に限定されず、市販の又は公知の種々の規則充填物を使用できる。

【0049】

なお、供給ノズル4の海水の流下筒部分と多孔板の開口5aとの関係として、図14のように下拡大の開口5aとする、図15のように供給ノズル4直下の開口5a数を減らす、図16の供給ノズル4直下の開口5a径を小さくするなどの手法は、規則充填物への流下液の流下態様を定めるために、適宜採用できる。

【0050】

図17に排煙脱硫気液接触塔の他の設置事例として、船舶用脱硫装置を示す。本事例では、船舶60に搭載された船舶エンジン61から排出された排ガスを本発明の排煙脱硫塔50Aを用いて処理するものである。船舶1を駆動する船舶エンジン(ディーゼルエンジン塔)、船舶エンジン61の排気ガスを処理する海水排煙脱硫塔50A、海水排煙脱硫

10

20

30

40

50

塔 50 A に海水を供給する吸水ポンプ 62、海水中の海生生物を除去するスクリーン 63、排煙脱硫塔 50 A で処理された排ガスを大気に排出する排ガスファン 68、煙突 64、海水排煙脱硫塔 50 A で硫黄酸化物を吸収した海水を貯留する海水貯留タンク 65、その中の夾雑物を除去する廃水処理装置 66、および流出管路 67 を備える。

#### 【0051】

海水排煙処理塔は、第1の実施例と構造は同じである。ディーゼルエンジンの燃焼排ガスと、海水とを接触させることで燃焼排ガス中の硫黄酸化物を海水中に吸収させる。

硫黄酸化物を吸収した海水は、排出管路 67 と通じて海へ放出される。

#### 【0052】

本発明で開示した海水法排煙脱硫装置は、排ガス中の硫黄分を吸収する脱硫処理のみならず、塩化水素を水に吸収させ塩酸を回収する設備や、排ガス中の窒素酸化物を海水に吸収し、除去する設備など、公知の吸収プロセスに応用できる。さらに廃水中の有機物を空気やスチームでガス中に放散させる放散プロセスにも適用可能である。 10

#### 【符号の説明】

##### 【0053】

1 . . . 気液接触塔

2 . . . 供給口

3 . . . 供給管

4 . . . ノズル

5 . . . 多孔板（モレタナ）

5 a . . . 開口

6 . . . 排気口

20 . . . 規則充填物（構造充填物）

G . . . 排ガス

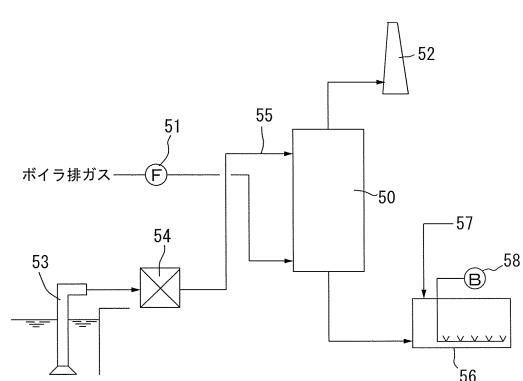
T G . . . 処理排ガス

S W . . . 新鮮な海水

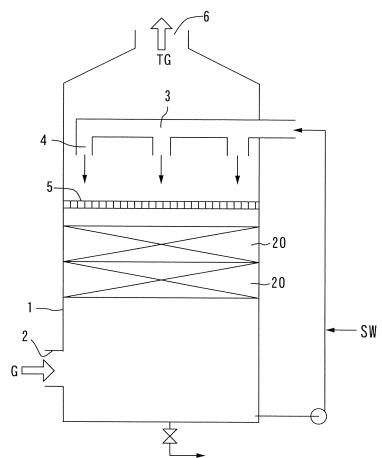
10

20

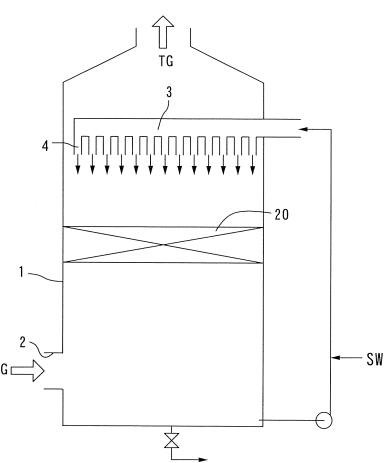
【図1】



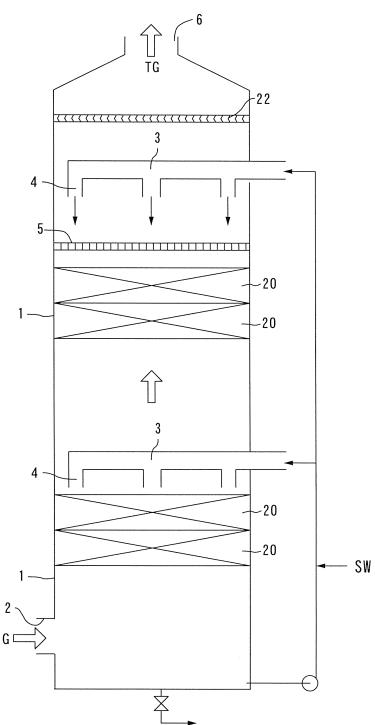
【図2】



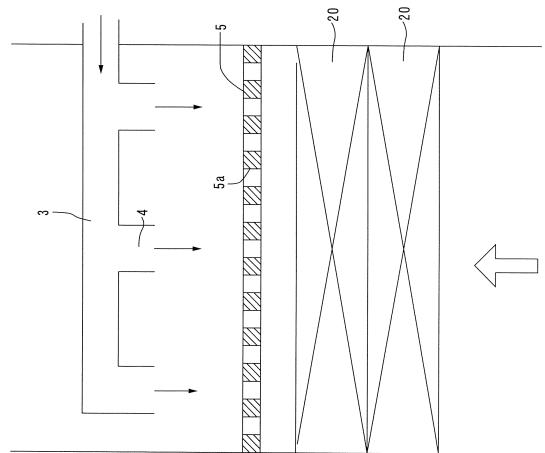
【図3】



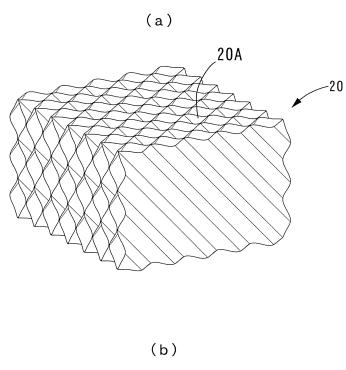
【図4】



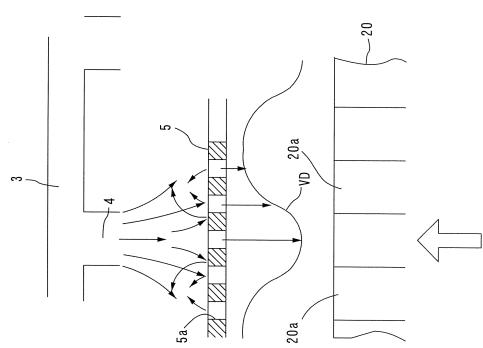
【図5】



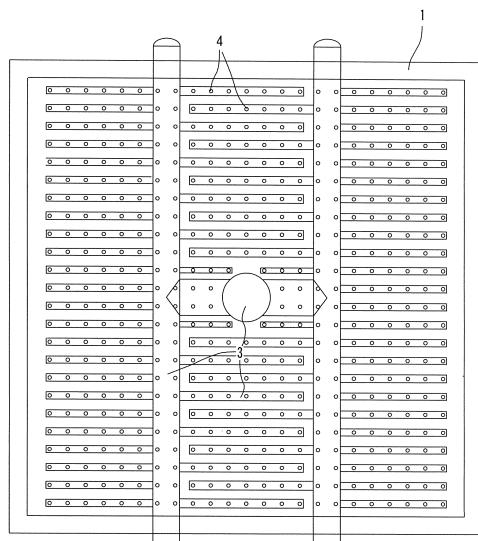
【図7】



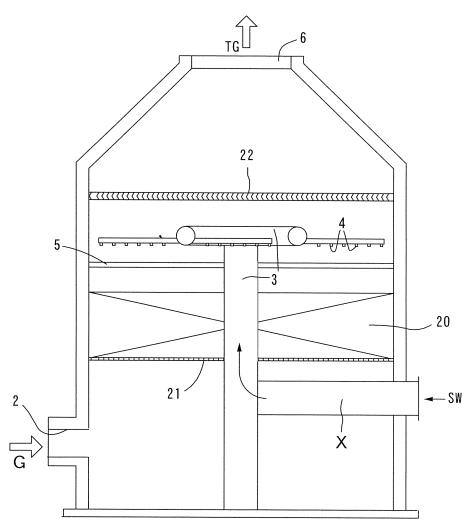
【図6】



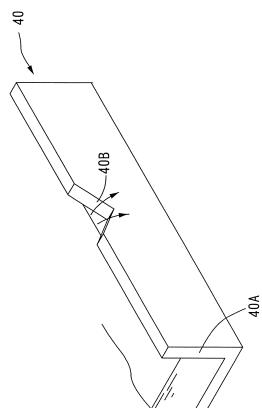
【図9】



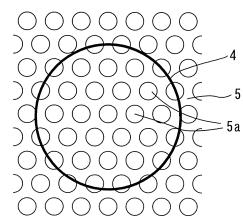
【図8】



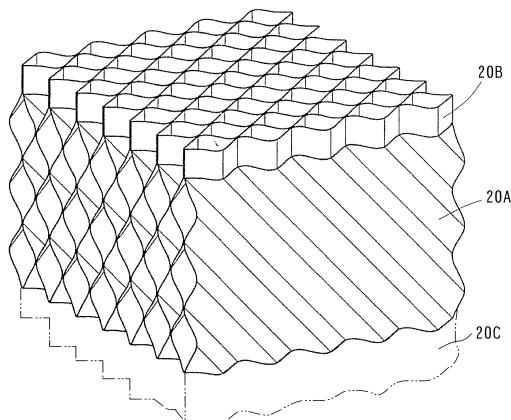
【図10】



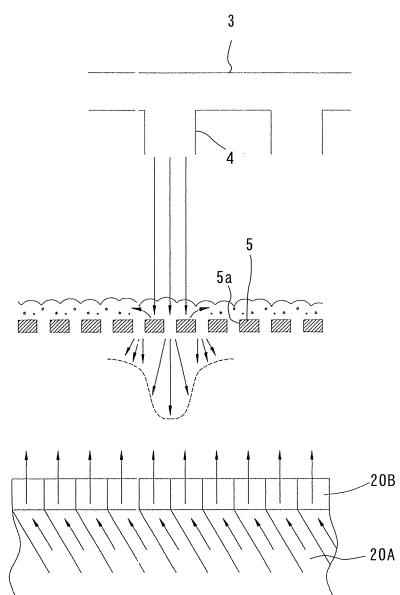
【図11】



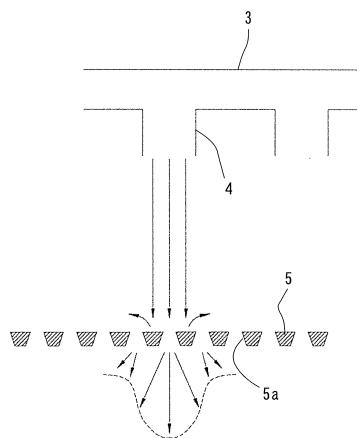
【図12】



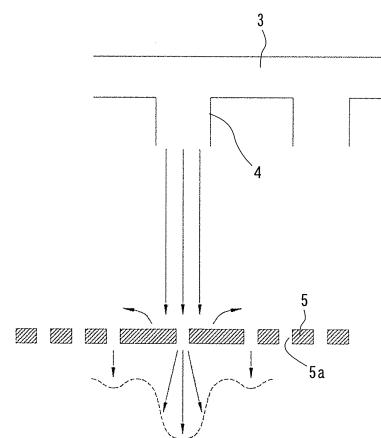
【図13】



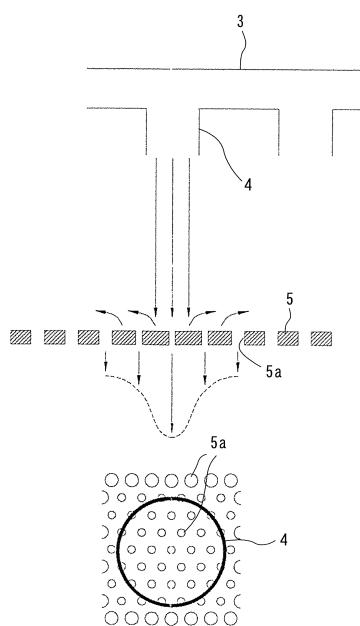
【図14】



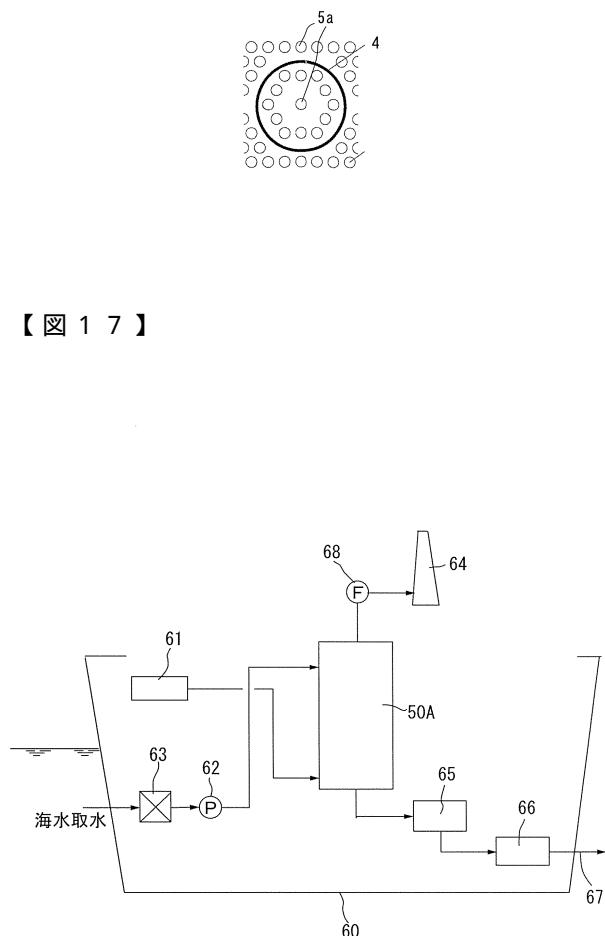
【図15】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-129352(JP,A)  
特開昭49-004669(JP,A)  
特開2004-305919(JP,A)  
特開平09-155142(JP,A)  
特開2007-098307(JP,A)  
特開2008-200619(JP,A)  
特開2008-126129(JP,A)  
特開平11-290643(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/14-53/18  
B01D 53/34-53/85