

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 2 月 6 日(06.02.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/021380 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/50 (2006.01) *B01D 53/77* (2006.01)
B01D 19/00 (2006.01) *B01J 10/00* (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070742
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 31 日(31.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-169803 2012 年 7 月 31 日(31.07.2012) JP
特願 2013-158510 2013 年 7 月 31 日(31.07.2013) JP
- (71) 出願人: 月島機械株式会社(TSUKISHIMA KIKAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1040051 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本間 昭浩(HONMA, Akihiro); 〒1040051 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 月島機械株式会社内 Tokyo (JP). 吉越 昭雄(YOSHIKOSHI, Akiro); 〒1040051 東京都中央区佃 2 丁目 1 7 番 1 5 号 月島機械株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 義久(NAGAI, Yoshihisa); 〒1030027 東京都中央区日本橋二丁目 2 番 6 号 日本橋通り二丁目ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (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, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS DESULFURIZATION DEVICE AND EXHAUST GAS DESULFURIZATION METHOD

(54) 発明の名称: 排煙脱硫装置および排煙脱硫方法

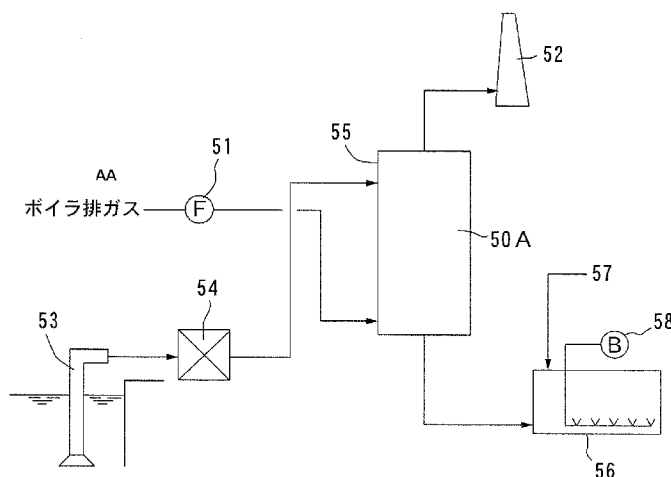


FIG. 1:
AA Boiler exhaust gas

(57) Abstract: [Problem] To improve liquid dispersibility in a filler and improve the efficiency of processing a gas by providing a perforated plate on the filler and supplying a liquid onto the filler through openings in the perforated plate; moreover, to prevent a reduction in contact efficiency due to marine organisms infiltrating the device. [Solution] A prescribed filler (20) having substantially uniform flow channels in relation to a cross-section is provided inside a standing column (1), a gas to be treated is blown into the column from below the column, a perforated plate (5) having openings disposed in a substantially uniform manner is provided above the prescribed filler (20), a seawater distribution and supply means (3, 4) for distributively supplying seawater to an upper surface of the perforated plate is provided above the perforated plate (5), and contact is brought about between the gas blown up into the column and the descending liquid, so that the gas is treated.

(57) 要約: 【課題】 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、充填物に対する液の分散性を高め、被処理ガスの処理効率を高める。かつ、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。 【解決手段】 縦向きに塔 1 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、塔内に被処理ガスを吹込み、前記規則充填物 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 の上方に多孔板上面に対し海水を分散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液とを気液接触させ、被処理ガスを処理するようにした。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 排煙脱硫装置および排煙脱硫方法

技術分野

[0001] 本発明は、海水法による排煙脱硫装置に関し、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触させ、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触液を接触させることで、排ガス中の硫黄酸化物を除去する装置であり、他の吸収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] 多孔板式吸収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] 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] 多孔板式吸収塔では、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] ところが、本発明者らは、多孔板式吸収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、吸収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60～300 μ mと極めて小さく、容易にスクリーンを通過する。これらは、吸収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収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] 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] 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
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、竖向きの塔内に、横断面に関し実質的に均
等な断面を有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、塔内を吹き上げるようになし、

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。

[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個/m²～4個/m²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。

また、海水分散供給手段の供給ノズル径は50～150mm、特に65～
125mmであるのが好ましく、ノズルの断面積は0.002～0.018
m²/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、竖向きの塔内に、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り、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。

[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、5～20mmφ、特に8～12mmφであるのが好ましく、かつ、開口率は25～60%、特に30～40%であるのが望ましい。

多孔板の開口数は、3000個/m²～7800個/m²であるのが望ましい。

[0015] 供給ノズル先端の流速が1.0～3.0m/秒、特に1.5～2.5m/秒であるのが望ましい。

[0016] 塔内に吹込まれ吹き上がる前記ガスの空塔速度を2.0m/秒～3.2m/秒とし、前記規則充填物直上での海水の流下速度が2.0m/秒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竖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10～30mmであるのが望ましい。

[0018] 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60～300 μ mであり、吸収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。

[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、曝気ブロワ 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 T G 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、ボイラー設備の復水器（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/m²～7800個/m²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雑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雑物（特に貝類）を多孔板上で捕集することが可能となる。なお、捕集した夾雑物は、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。

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。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。

このとき、排ガス G の流量 G ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) と新鮮な海水 SW の流量 L ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) 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。

[0032] 本発明においては、縦向きの塔内に、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、塔内を吹き上げ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 5 a, 5 a…を通り、規則充填物 20 の各流路 20 a, 20 a…を下方に通り返ける。したがって、多孔板 5 を設けずに、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 20 a, 20 a…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、気液接触効率が低いものとなる。

[0034] また、本発明においては、多孔板 5 上での気液接触だけでなく、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 20 a, 20 a…に流下させ、気液接触を図るものである。

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 20 a, 20 a…を通り抜ける過程でも気液接触するので、気液接触の時間が長いものとなり、この観点からも気液接触効率が低いものとなる。

[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 20 a, 20 a…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 20 a 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 20 a, 20 a…を円滑に下方に通り返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。

[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] 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 1 5 0 0 m m × 1 5 0 0 m m で高さ 3 0 0 0 m m

充填物：樹脂製規則充填物（3 0 0 m m 高さ／モジュール）

充填高さ：1 段積み

供給ガス流量：2 4, 0 0 0 m³／H

供給ガス成分：空気

供給液流量：1 4 4 m³／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。

算出結果によると実験1の場合には、ノズルを約20個／m²配置する必要があるものに対し、実験2の場合には、ノズルは約4個／m²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もできる。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。

[0039] 供給ノズルは、1個/m²～100個/m²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/m²～6個/m²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/m²～50個/m²の割合で分散配置されている構造のものでもよい。

[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。

[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も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 2.0 m/秒以上、特に 2.5 m/秒以上にするのが望ましい。

[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 5 a 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 ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) と新鮮な海水 SW の流量 L ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) 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 5 mm~200 mm である。また、液層は、排ガス G 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 5 a の閉塞防止する。

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 5 a 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 5 a 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 5 a 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 20 a 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 5 a 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 20 a 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。

[0043] 規則充填物 20 の高さ方向流通路の最小通過径が 10～30 mm 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 5 a 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 20 A、流通路 20 B 及びを流通路 20 C の最小通過径が 10～30 mm が好ましいのである。この最小通過径が 10～30 mm は、多孔板の開口径は 5～20 mm ϕ との関係で大いにあるが、夾雑物の多くは多孔板 5 上で浮動・滞留状態にあるので、たまたま多孔板の開口を通過した夾雑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^2 ～50 個/ m^2 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、50 mm～150 mm であり、より好ましくは、65 mm～125 mm である。

図 11 に供給ノズル 4 口径と多孔板 5 の開口 5 a 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 5 a 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 の開口 5 a の一つが閉塞したとしても残る開口 5 a 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 40 A に形成された流出堰開口 40 B を含み、堰開口 40 B は 2 個

／ $\text{m}^2 \sim 50$ 個／ m^2 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の敷き詰めの際には、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竖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、竖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装塔 50 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 50、海水排煙脱硫塔 50A 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 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 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。

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
7 . . . 海水貯留部
8 . . . 堰
9 . . . 海水誘導部

1 0 . . . 海水路

1 3 . . . 排出口

2 0 . . . 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

請求の範囲

- [請求項1] 縦向きの塔内に、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、塔内を吹き上げるようになし、
- 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。
- [請求項2] 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記載の排煙脱硫装置。
- [請求項3] 海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する複数の下向きの供給ノズルを含み、前記供給ノズルは2個/m²～50個/m²の割合で分散配置されている請求項1又は2記載の排煙脱硫装置。
- [請求項4] 海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する複数の下向きの供給ノズルを含み、前記供給ノズルは、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けられた請求項1又は2記載の排煙脱硫装置。
- [請求項5] 前記海水供給手段は供給管と、供給管と連通する、口径が50～150mmである複数の供給ノズルを備え、かつ、前記多孔板の開口径は、5～20mmであることを特徴とする請求項1記載の海水法排煙脱硫装置
- [請求項6] 縦向きの塔内に、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、塔内を吹き上げるようになし、
- 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、

多孔板上には、海水により液層が形成され、前記規則充填物では吹き上がる前記ガスと、下降する海水とを接触させ、被処理ガスを処理することを特徴とする排煙脱硫方法。

[請求項7] 海水分散供給手段は、海水を多孔板に供給する多数の開口を有し、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6記載の排煙脱硫方法。

[請求項8] 多孔板の開口径は、5～20mmであり、かつ、開口率は25～60%である請求項6又は7記載の排煙脱硫方法。

[請求項9] 多孔板の開口数は、3000個/m²～7800個/m²である請求項6記載の排煙脱硫方法。

[請求項10] 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/m²～50個/m²の割合で分散配置されている請求項6記載の排煙脱硫方法。

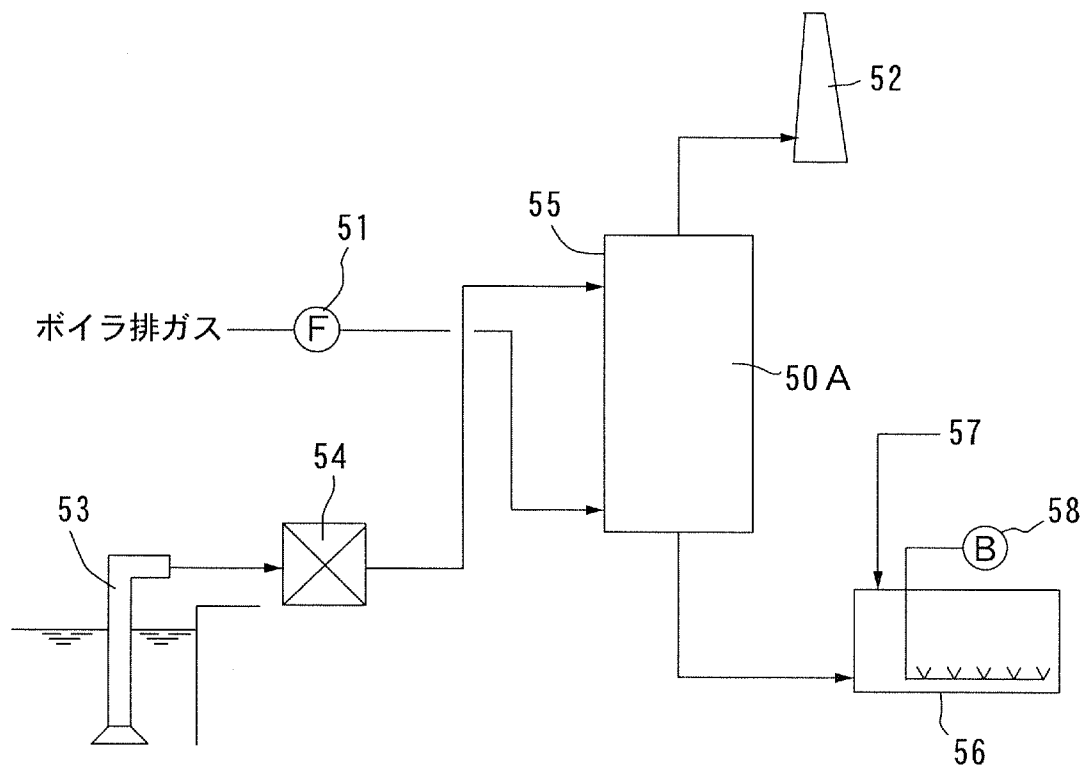
[請求項11] 海水分散供給手段は、供給管とこれに連通する多数の下向き供給ノズルを含み、その供給ノズルは口径が50～150mmであり、供給ノズル1個からの流下投影面積中に多孔板の開口が6個～135個含まれる位置に設置され、供給ノズル先端の流速が2.0～3.0m/秒である請求項6記載の排煙脱硫方法。

[請求項12] 塔内に吹込まれ吹き上がる前記ガスの空塔速度を2.0m/秒～3.2m/秒とし、前記規則充填物直上での海水の流下速度が2.0m/秒以上である請求項6記載の排煙脱硫方法。

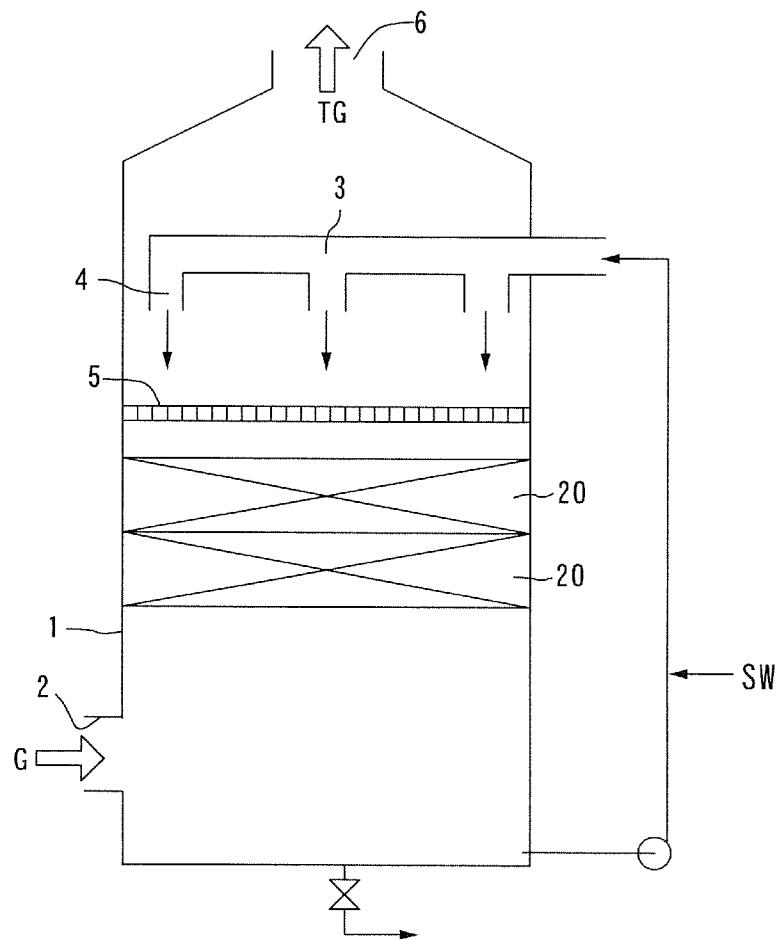
[請求項13] 前記規則充填物の高さ方向中間には、下方から吹き込まれるガスの斜め流通路を多数有し、かつ、少なくとも上端部に、前記斜め流通路を通る斜め上昇ガスを竖向きに上昇させる流通路を有する請求項6記載の排煙脱硫方法。

[請求項14] 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6記載の排煙脱硫方法。

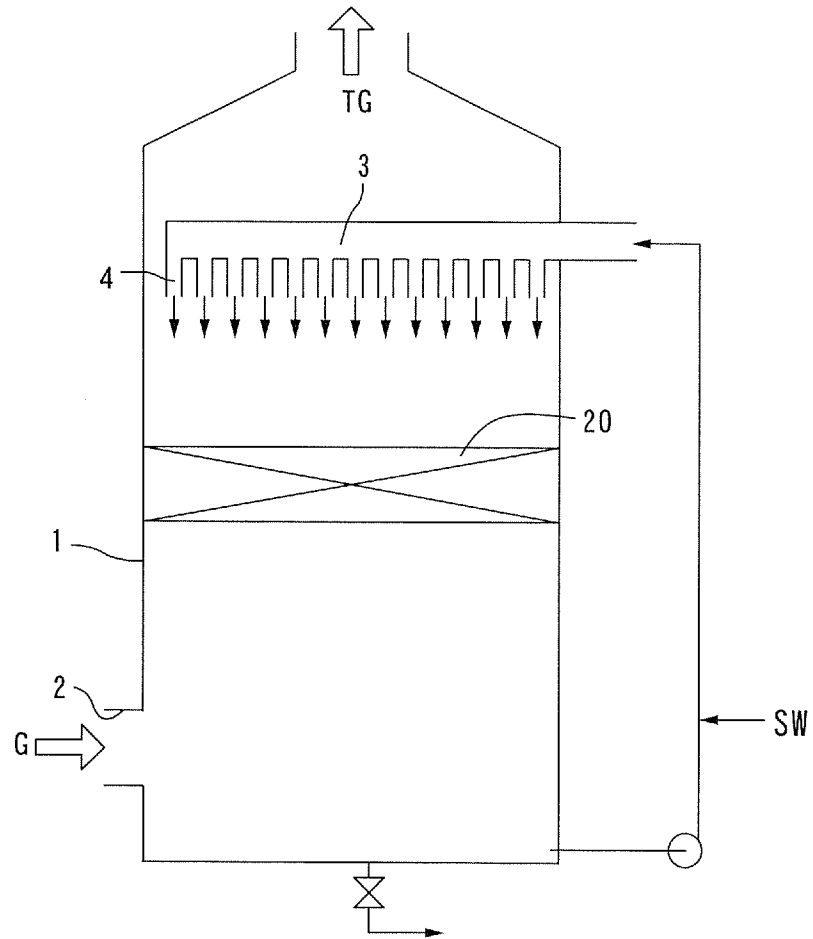
[図1]



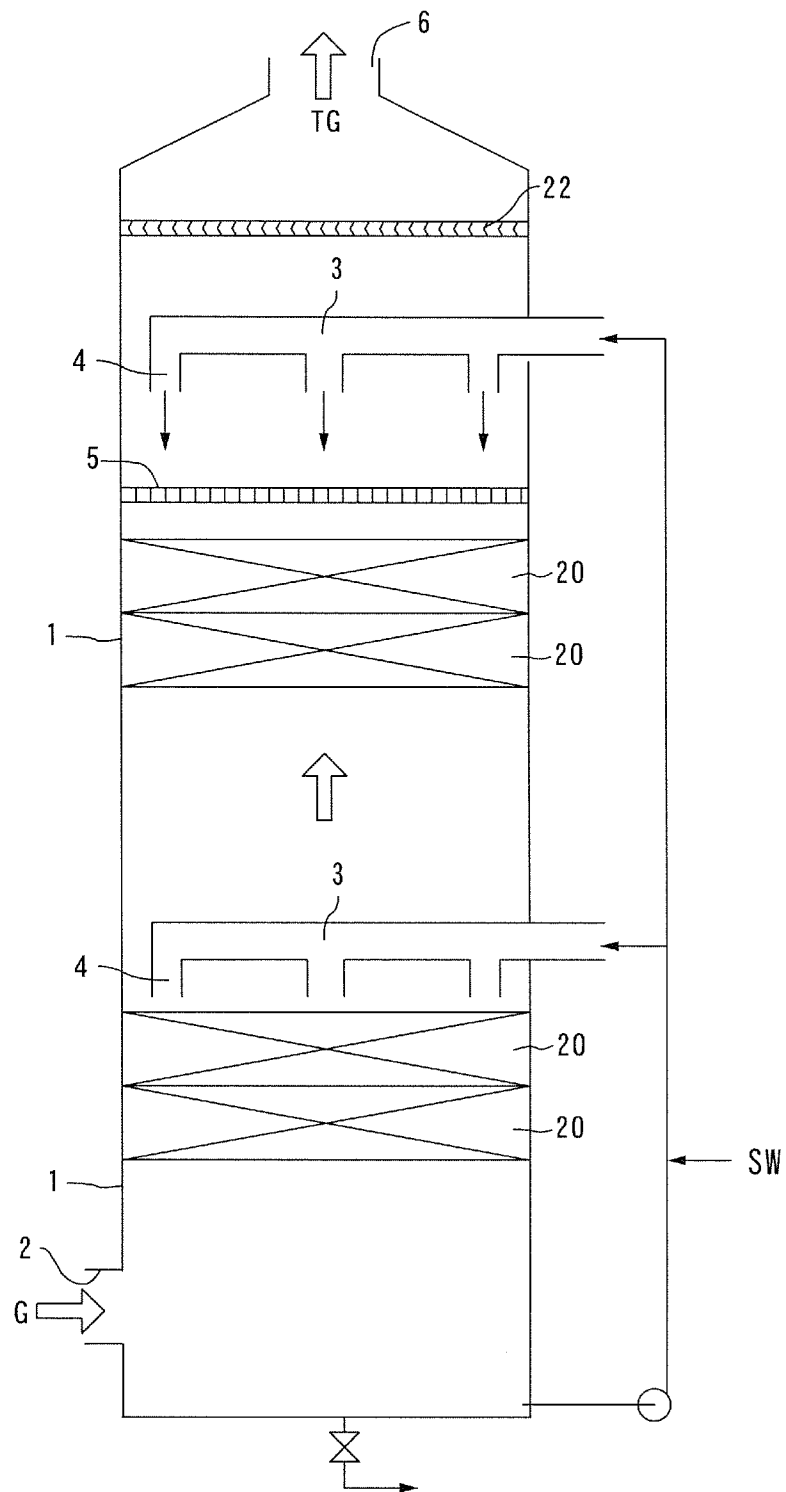
[図2]



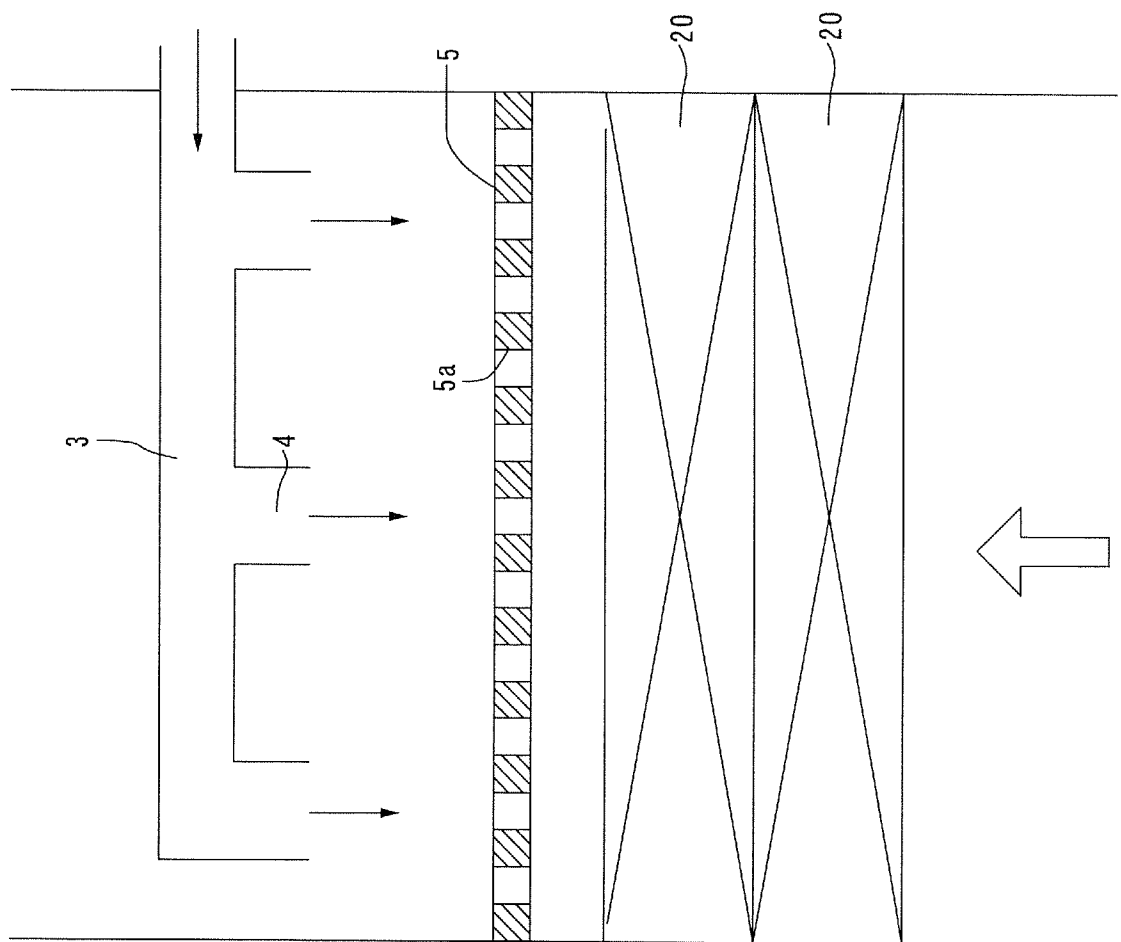
[図3]



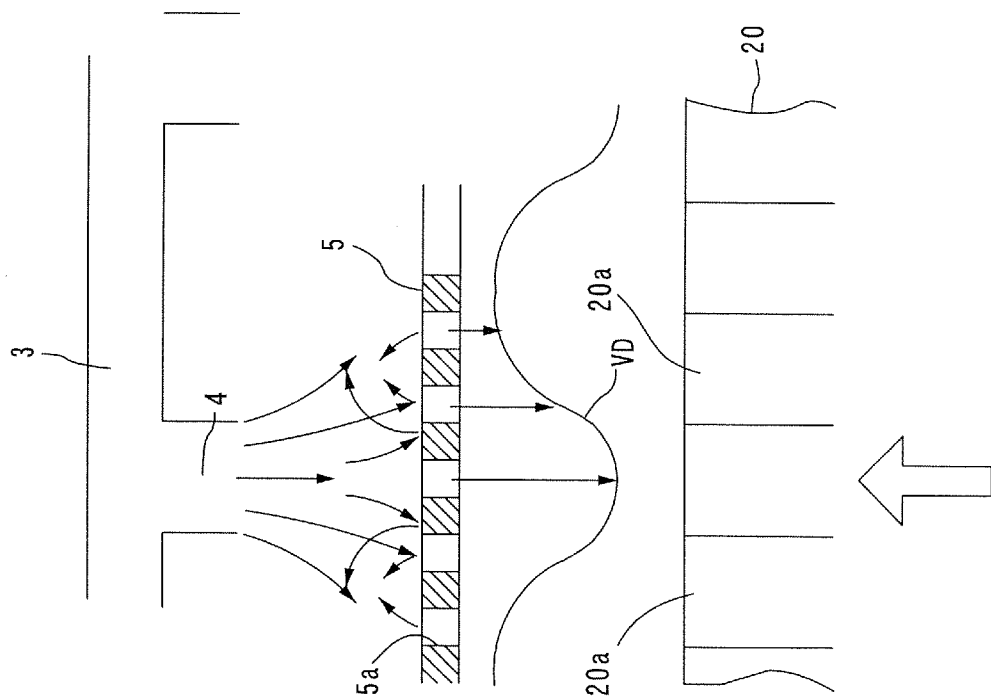
[図4]



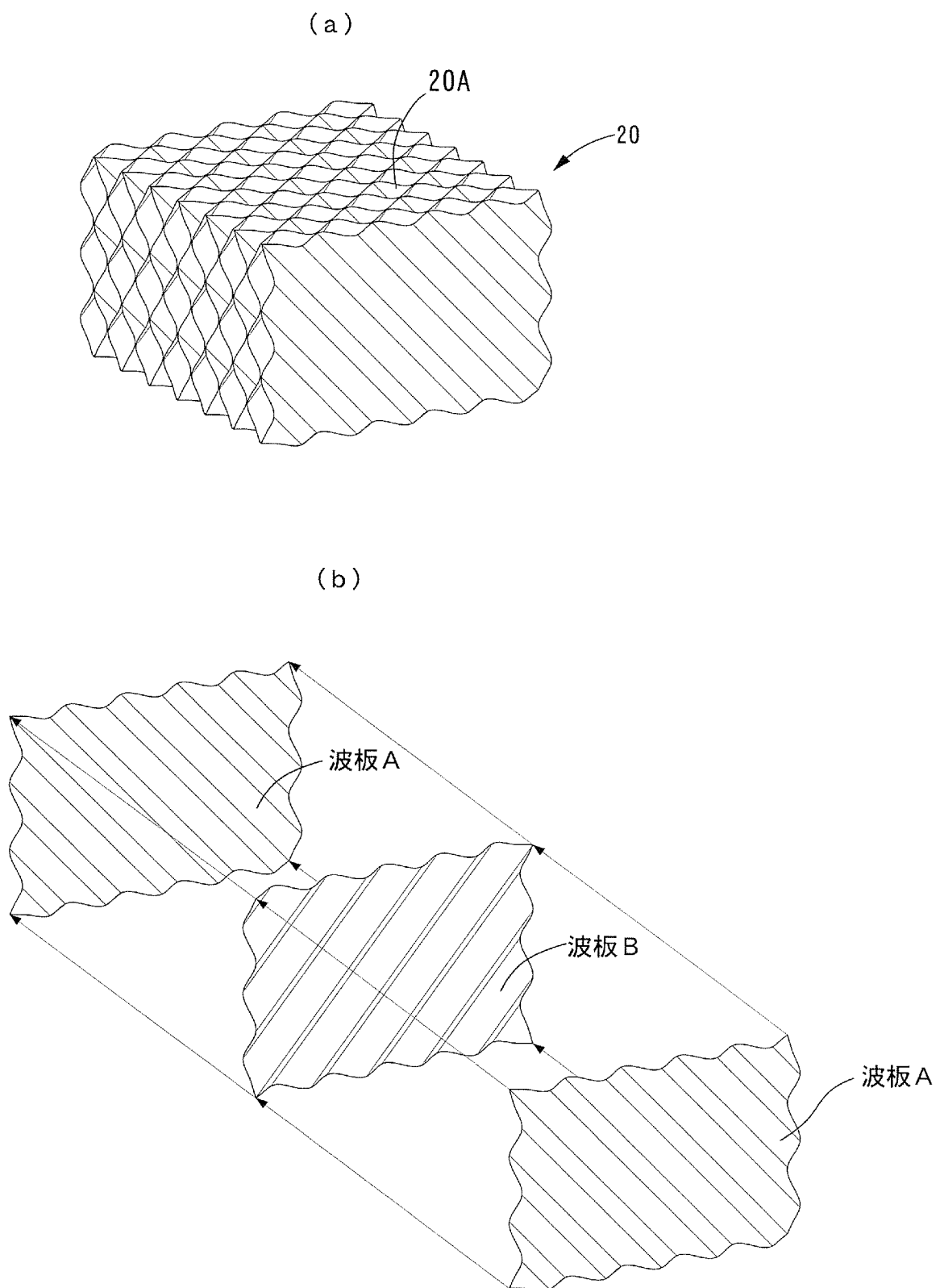
[図5]



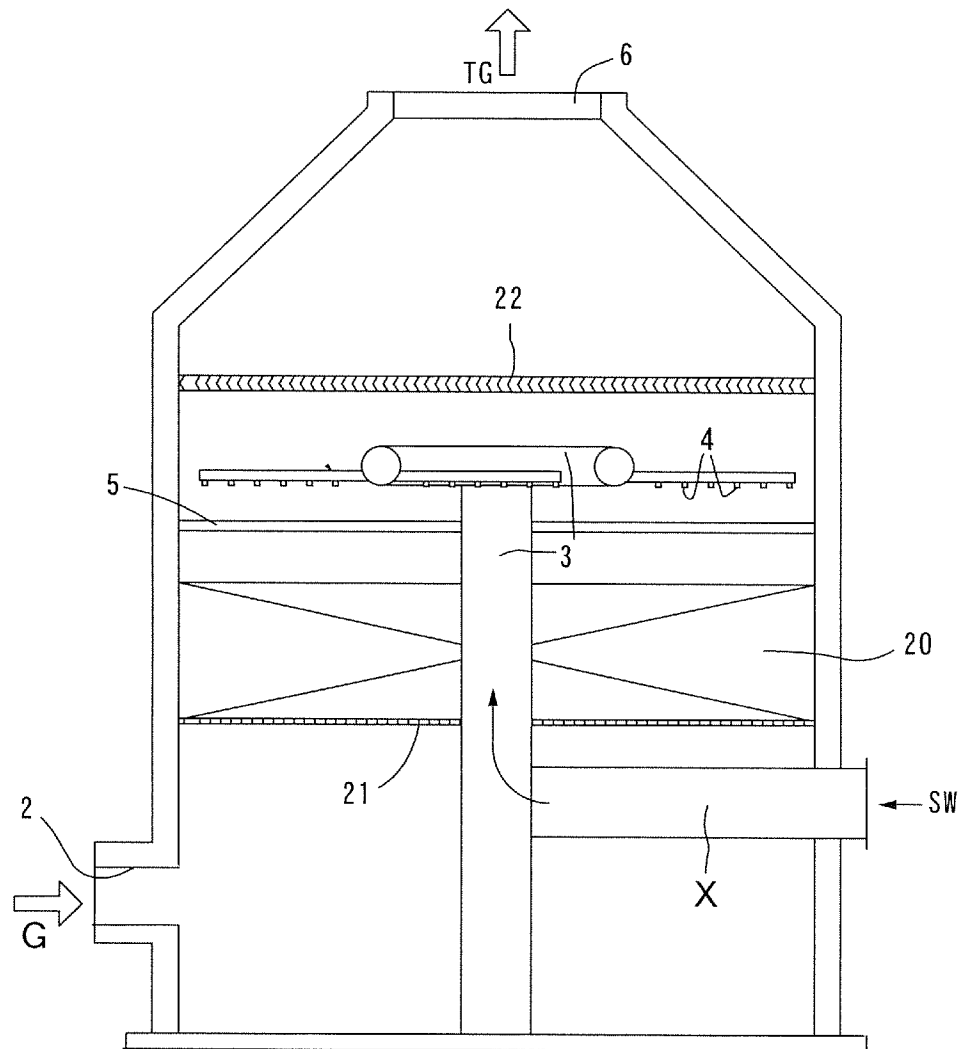
[図6]



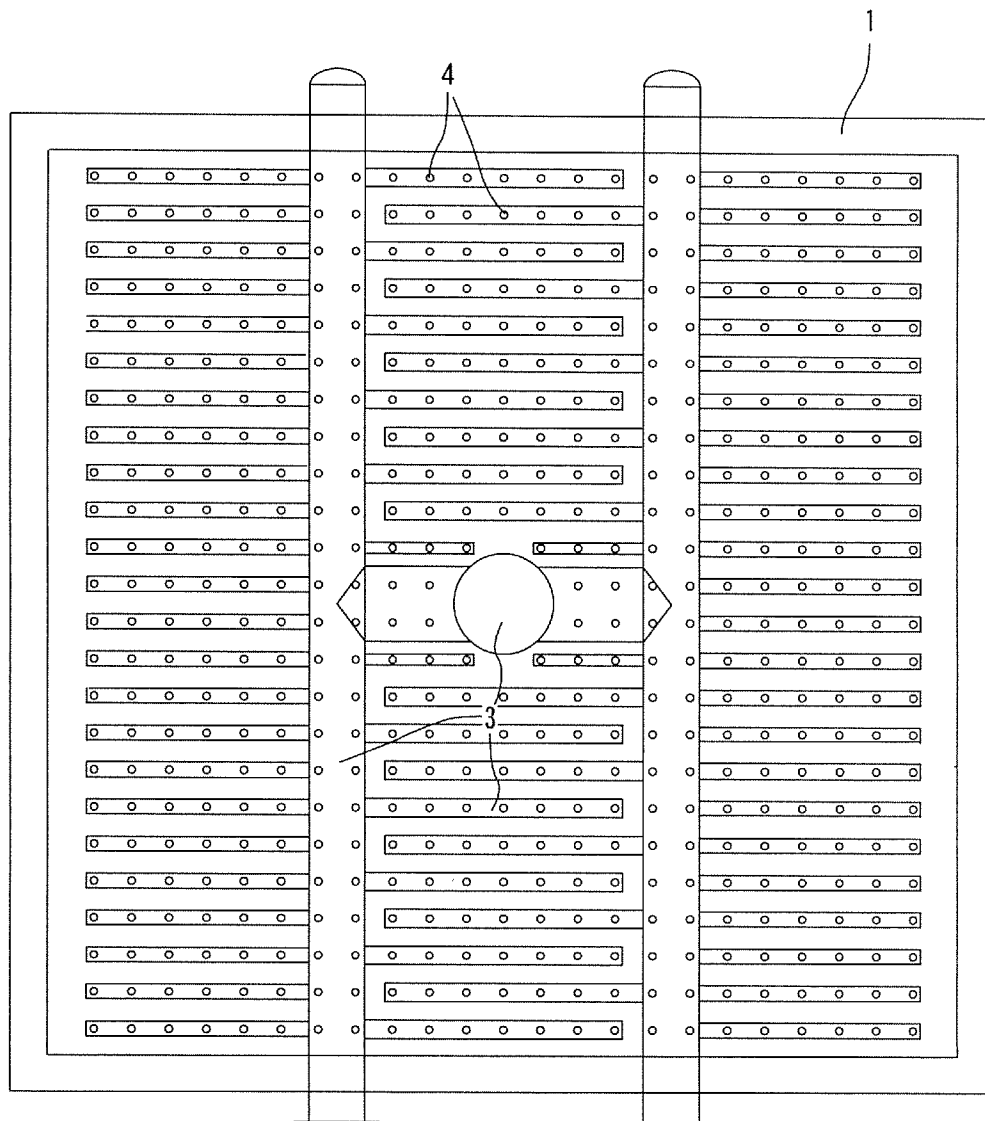
[図7]



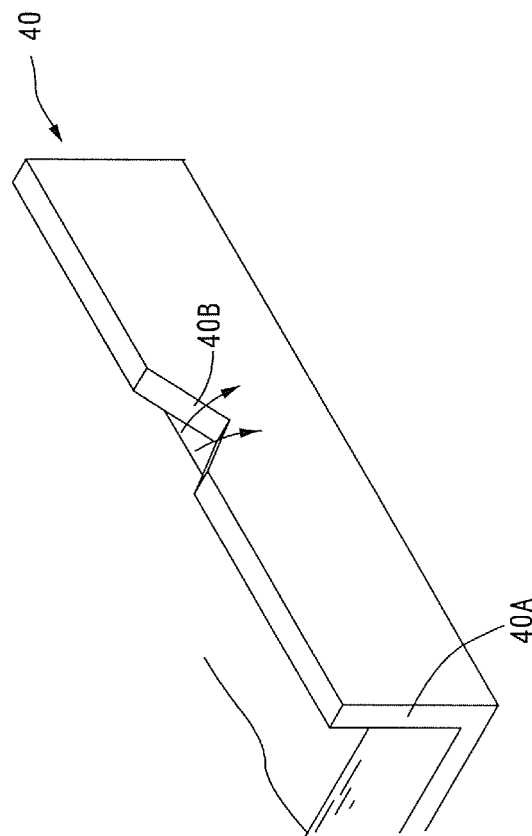
[図8]



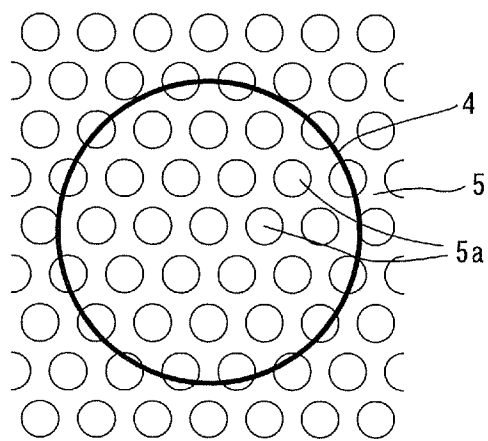
[図9]



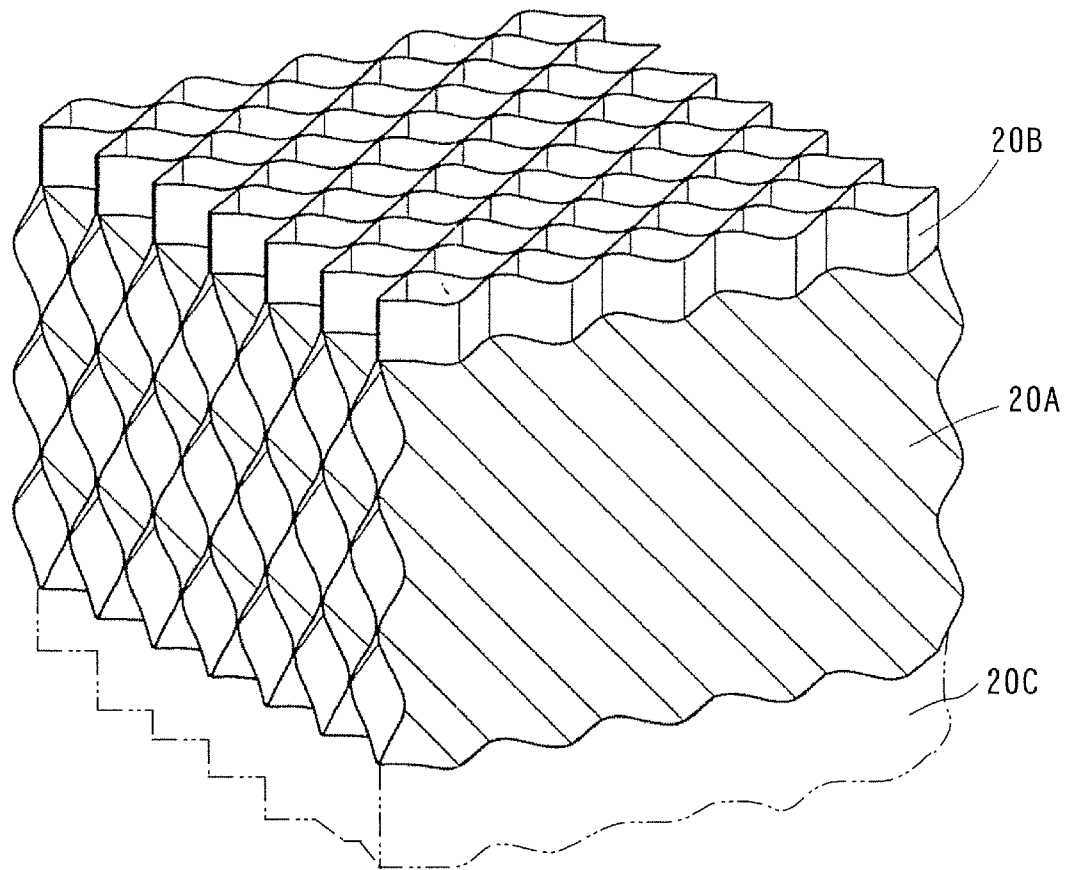
[図10]



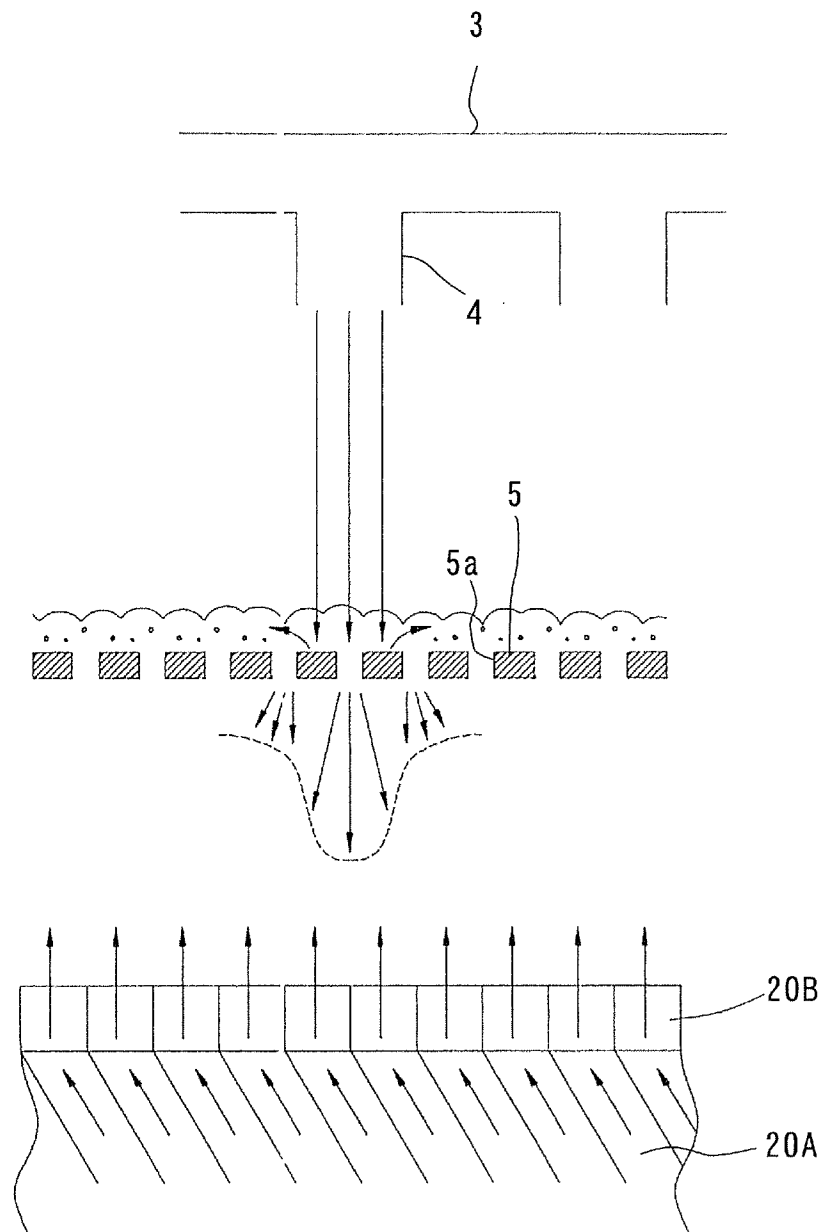
[図11]



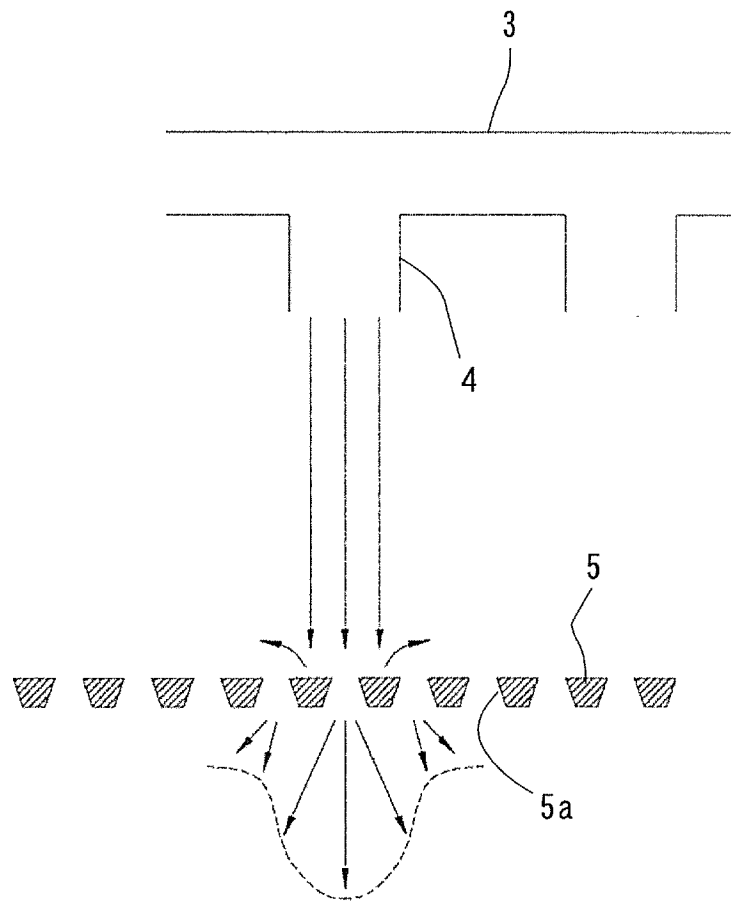
[図12]



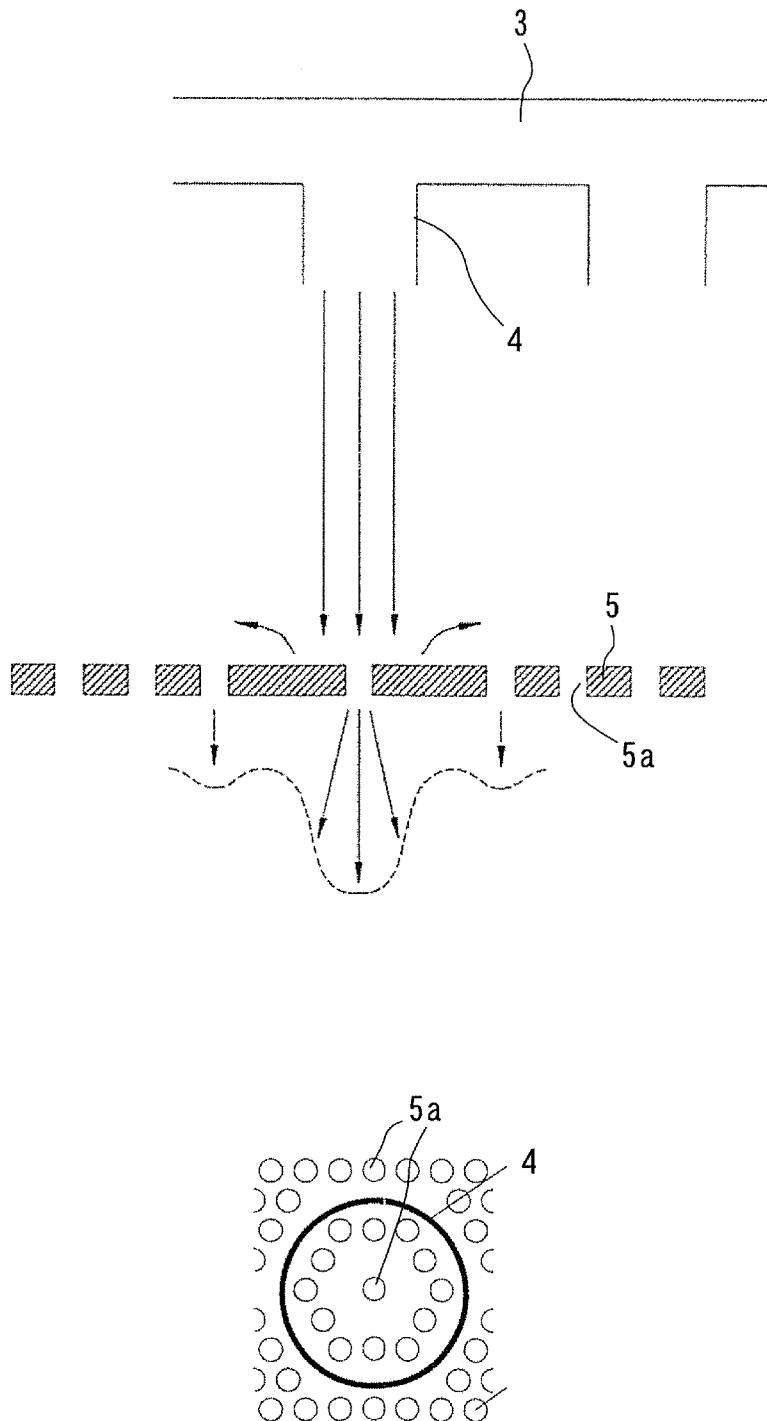
[図13]



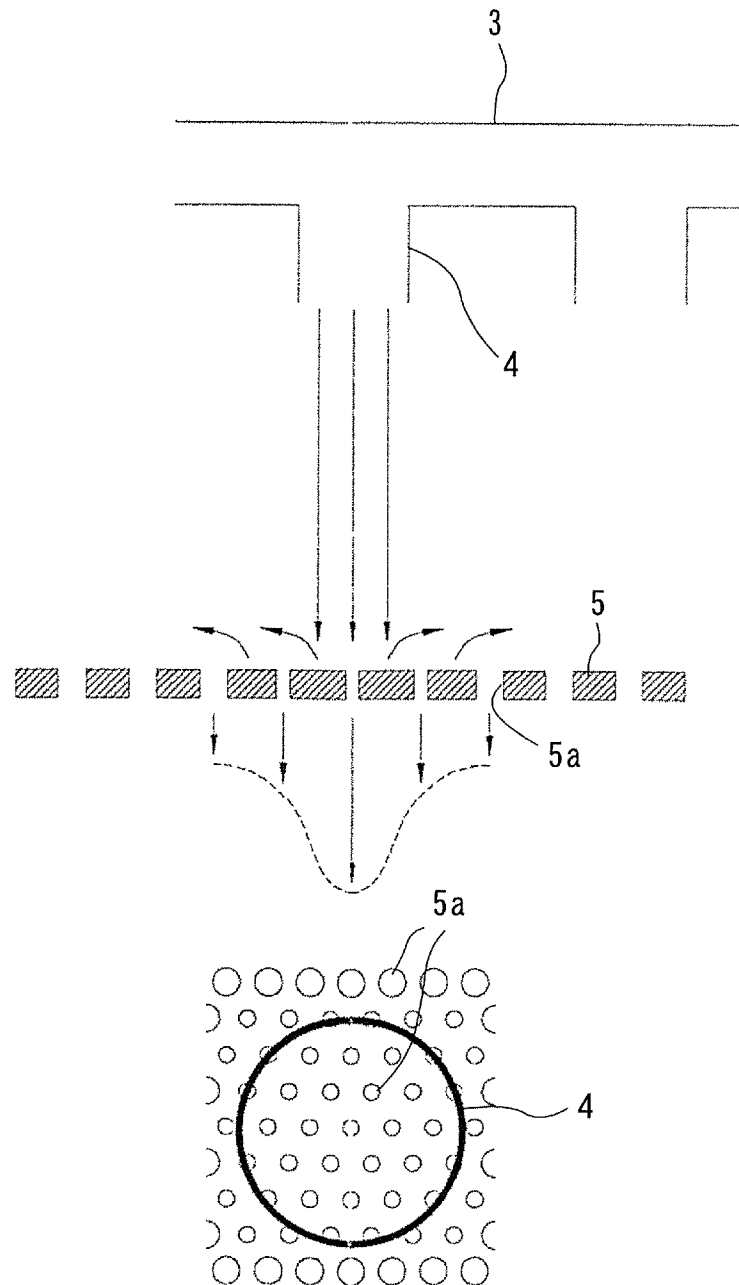
[図14]



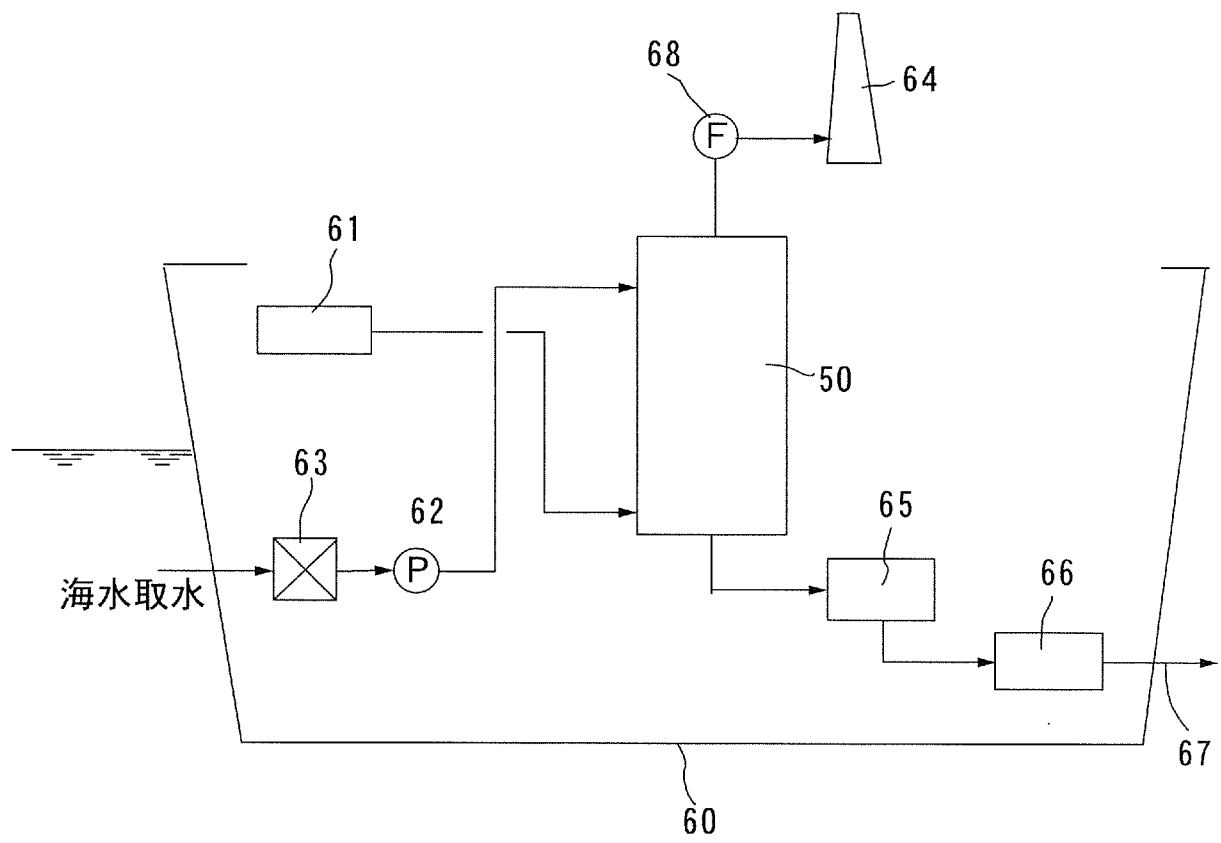
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/50(2006.01)i, B01D19/00(2006.01)i, B01D53/18(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i, B01J10/00(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)

B01D53/14-53/18, B01D53/34

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2001-129352 A (Fujikasui Engineering Co., Ltd.), 15 May 2001 (15.05.2001), examples; drawings & US 6759019 B1	1-14
Y	JP 49-4669 A (Hitachi, Ltd.), 16 January 1974 (16.01.1974), claims; fig. 2, 3 & US 4085194 A	1-14
A	JP 2008-200619 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 September 2008 (04.09.2008), claims; drawings & WO 2008/102823 A1	1-14

☒ 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
05 September, 2013 (05.09.13)

Date of mailing of the international search report
17 September, 2013 (17.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070742

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 40684/1990 (Laid-open No. 1391/1992) (Hitachi, Ltd.), 08 January 1992 (08.01.1992), claims; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2011-523993 A (Sigan PENG), 25 August 2011 (25.08.2011), claims; paragraphs [0049], [0068] to [0070] & US 2010/0266472 A1 & EP 2301647 A1 & WO 2009/149602 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))			
Int.Cl. B01D53/50 (2006.01)i, B01D19/00 (2006.01)i, B01D53/18 (2006.01)i, B01D53/77 (2006.01)i, B01J10/00 (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. B01D53/14-53/18, B01D53/34			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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	
Y	JP 2001-129352 A (富士化水工業株式会社) 2001.05.15, 実施例, 図面 & US 6759019 B1	1-14	
Y	JP 49-4669 A (株式会社日立製作所) 1974.01.16, 特許請求の範囲, 第2図, 第3図 & US 4085194 A	1-14	
A	JP 2008-200619 A (三菱重工業株式会社) 2008.09.04, 【特許請求の範囲】, 【図面】 & WO 2008/102823 A1	1-14	
☒ 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 05.09.2013		国際調査報告の発送日 17.09.2013	
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100-8915 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) 岡谷 祐哉	4 Q 4 6 7 2
		電話番号 03-3581-1101	内線 3468

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	日本国実用新案登録出願 2-40684 号(日本国実用新案登録出願公開 4-1391 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社日立製作所) 1992.01.08, 実用新案登録請求の範囲, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2011-523993 A (彭 斯幹) 2011.08.25, 【特許請求の範囲】, 【0 0 4 9】, 【0 0 6 8】 - 【0 0 7 0】 & US 2010/0266472 A1 & EP 2301647 A1 & WO 2009/149602 A1	1-14