



(10) **DE 10 2008 004 144 B4** 2019.08.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 004 144.0**
 (22) Anmeldetag: **14.01.2008**
 (43) Offenlegungstag: **17.07.2008**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **29.08.2019**

(51) Int Cl.: **B01D 47/00 (2006.01)**
B01D 50/00 (2006.01)
B01D 45/12 (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01)
B01J 10/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2007-005883 **15.01.2007** **JP**

(73) Patentinhaber:
Anemos Co. Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Müller Hoffmann & Partner Patentanwälte mbB,
81541 München, DE

(72) Erfinder:
Kojima, Hisao, Yokohama, Kanagawa, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

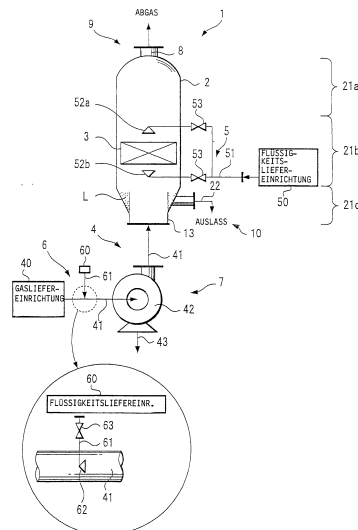
US	6 431 528	B1
EP	1 716 917	A1
JP	H08- 229 341	A

JP0000H0642733A mit Computerübersetzung
JP2004181437A mit Computerübersetzung

(54) Bezeichnung: **Gas-Flüssigkeitskontakt-System**

(57) Hauptanspruch: Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1), mit:
 einem Behälter (2), der ungefähr senkrecht zum Boden in einer Längsrichtung angeordnet ist;
 einem ersten statischen Fluidmischer (3) im Behälter (2) mit einem Kanalrohr (17) und einer in diesem vorhandenen Spiralschaufel (18);
 einer Gasliefereinrichtung (4) zum Liefern von Gas mit Fremdstoffen an den ersten statischen Fluidmischer (3) vom unteren Ende des Behälters (2) her;
 einer Gasauslasseinrichtung (9) zum Auslassen des Gases, das durch den ersten statischen Fluidmischer (3) gelaufen ist, aus dem oberen Ende des Behälters (2);
 einer ersten Flüssigkeitsliefereinrichtung (5) zum Liefern von einer ersten Flüssigkeit an den ersten statischen Fluidmischer (3); und
 einer Flüssigkeitsauslasseinrichtung (10) zum Auslassen der von der ersten Flüssigkeitsliefereinrichtung (5) gelieferten ersten Flüssigkeit zur Außenseite des Behälters (2), wobei die Gasliefereinrichtung (4) über einen Gasgenerator (40) zum Erzeugen von Gas, eine Gaslieferleitung (41), die den Gasgenerator (40) mit dem Behälter (2) verbindet, eine Gebläsevorrichtung (7, 42), die mit der Gaslieferleitung (41) zwischen dem Gasgenerator (40) und dem Behälter (2) verbunden ist, und die ausgebildet ist, um durch Rotieren von Schaufeln davon das vom Gasgenerator (40) generierte Gas an den ersten statischen Fluidmischer (3) in dem Behälter (2) von dem unteren Ende des Behälters (2)

zu liefern, eine mit der Gebläsevorrichtung (7, 42) verbundene Auslassleitung ...



Beschreibung

QUERVERWEISE AUF EINSCHLÄGIGE ANMELDUNGEN

[0001] Die Erfindung enthält patentierbaren Inhalt in Zusammenhang mit der am japanischen Patentamt am 15. Januar 2006 eingereichten japanischen Patentanmeldung JP2007-005883, deren gesamter Inhalt hier durch Bezugnahme eingeschlossen wird.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0002] Diese Erfindung betrifft allgemein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsysteme, wie sie bei der Abtrennung von Fremdstoffen in einer Gasphase so verwendet wird, dass teilchenförmige Stoffe wie Feststoffteilchen oder flüssige Teilchen, die in der Gasphase enthalten sind, mit einer flüssigen Phase in Kontakt treten können, um die Feststoffteilchen dort festzuhalten oder aufzulösen. Genauer gesagt, betrifft die Erfindung ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem, das zum Reinigen und Klären einer Gasphase durch Einfangen und Lösen von Substanzen in dieser, um sie aus der Gasphase zu trennen, verwendet wird. Bei einem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem können die Fremdstoffe in der Gasphase, zu denen winzige Feststoffteilchen wie Brandasche, unverbrannte Kohle, Siliciumdioxide, Zinkoxide, Aluminiumoxide und Siliciumnitrid gehören, mit der flüssigen Phase in Kontakt treten, so dass die in den Substanzen enthaltenen Fremdstoffe in der flüssigen Phase festgehalten werden und aus der Gasphase abgetrennt werden, oder die in der Gasphase enthaltenen Fremdstoffe, zu denen mitgerissener Nebel, wie Tröpfchen oder Schwefelsäure gehören, mit der flüssigen Phase in Kontakt treten können, damit die Fremdstoffe in den Substanzen in der flüssigen Phase festgehalten und gelöst werden, um dadurch die Gasphase zu reinigen und zu klären.

[0003] Zu bekannten Gas/Flüssigkeit-Systemen aus der einschlägigen Technik, die zum Trennen von Fremdstoffen aus einer Gasphase verwendet werden, gehören solche vom Schwerkraft-, Trägheitskraft-, Zentrifugalkraft-, Reinigungs-, Filterungs-, elektrischen und Schalltyp.

[0004] Die mit Schwerkraft, Trägheitskraft und Zentrifugalkraft arbeitenden Gas/Flüssigkeit-Systeme zeigen im Allgemeinen beim Abtrennen winziger Feststoffteilchen, die jeweils einen Durchmesser von 1 µm oder weniger aufweisen, aus Gas eine niedrige Trenneffizienz auf. Beim Abtrennen der winzigen Feststoffteilchen, insbesondere aus einem hydrierten Gas, kann in derartigen Systemen auf Grund des Ansetzens der winzigen Feststoffteilchen ein deutlicher Druckverlust oder ein Verstopfen beobachtet werden. Diese Typen erfordern demgemäß im Allgemeinen Reparatur- und Wartungskosten.

[0005] Als ein Beispiel zum Reinigen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems kann ein Venturi-Wäscher angegeben werden; jedoch zeigt ein Venturi-Wäscher im Allgemeinen einen Druckabfall von 300 bis 1200 mm H₂O (3 bis 12 kPa), was zu höheren Energiekosten führt.

[0006] Ein Beispiel eines Filtersystems mit Filtergewebe kann ein Beutelfilter angegeben werden. Wenn jedoch Feststoffteilchen mit hohen Haftigenschaften oder hydrierte Gase mit einem Beutelfilter gefiltert werden, besteht die Tendenz, dass das Filtergewebe des Filtersystems innerhalb kurzer Zeit durch diese Teilchen verstopft wird, was zu hohen Reparatur- und Wartungskosten führt.

[0007] Ein typisches elektrisches Staubsammelsystem verbraucht viel elektrische Energie, was zu hohen Stromkosten führt. Außerdem müssen Wartungskosten zum Reinigen oder Sammeln der anhaftenden Feststoffteilchen einer Staubsammelelektrode bereitgestellt werden.

[0008] Angesichts der oben genannten Faktoren offenbart die Veröffentlichung Nr. 2004-181437 zu einer ungeprüften japanischen Patentanmeldung einen Separator für Fremdstoffe (auch als „Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem“ bezeichnet) mit einem statischen Fluidmischer, der ungefähr orthogonal zum Boden in einer Längsrichtung angeordnet ist, einer ersten Liefereinrichtung zum Liefern von Flüssigkeit von einem oberen Ende zum Inneren des statischen Fluidmischers, und eine zweite Liefereinrichtung zum Liefern von Fremdstoffe enthaltendem Gas von einem unteren Ende zum Inneren des statischen Fluidmischers. Der statische Fluidmischer enthält ein Kanalrohr, durch das eine Fluidströmung geschickt wird, und mindestens ein im Kanalrohr platziertes Mischelement mit mindestens einer Spiralschaukel, wobei das Kanalrohr und das Mischelement in der Längsrichtung kontinuierlich angeordnet sind. In diesem statischen Fluidmischer fließt Flüssigkeit nach

unten, während Gas nach oben strömt, um dadurch dafür zu sorgen, dass die Flüssigkeit und das Gas miteinander in Kontakt treten.

[0009] US 6431528 B1 offenbart eine Vorrichtung zum Entfernen von Fremdstoffen in Flüssigkeiten.

[0010] JP H06-042733 A offenbart eine Verarbeitungseinrichtung für Abgas.

[0011] JP H08-229341 A offenbart ein Gas-Flüssigkeitskontaktverfahren und eine entsprechende Vorrichtung.

[0012] EP 1716917 A1 offenbart ein Mischelement und einen statischen Flüssigkeitsmischer mit mindestens einem derartigen Mischelement.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Im Allgemeinen wird eine Gebläsevorrichtung wie ein Gebläse dazu verwendet, die Effizienz beim Liefern von Fremdstoffe enthaltendem Gas an einen statischen Fluidmischer in einem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem zu erhöhen. Das Gas enthält im Allgemeinen Teilchen wie Staubteilchen, und diese Teilchen zeigen die Tendenz, an der Oberfläche einer Schaufel oder Innenwand der Gebläsevorrichtung anzuhafte. Je länger die Betriebszeit des Systems ist, desto mehr Teilchen aggregieren, werden größer und wachsen, um an der Oberfläche des Blatts oder der Innenwand der Gebläsevorrichtung anzuhafte.

[0014] Insbesondere weisen, da hydriertes Gas an Tröpfchen anhaftende Teilchen enthält, die Teilchen auf Grund der erhöhten Feuchtigkeit erhöhte Abmessungen auf. Demgemäß müssen die Gebläsevorrichtungen oder -leitungen innerhalb kurzer Zeit ausgetauscht werden, und demgemäß ist es möglich, dass das System nicht kontinuierlich betrieben werden kann.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gas/Flüssigkeits-Kontaktsystem anzugeben, das kontinuierlich für lange Zeit laufen kann.

[0016] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Gas/Flüssigkeits-Kontaktsystem mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der jeweiligen abhängigen Ansprüche.

[0017] Es wurde versucht, mit Ausführungsformen der Erfindung ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem zu schaffen, das kontinuierlich für lange Zeit laufen kann, ohne dass die Gebläsevorrichtung oder ein Gebläserohr zu ersetzen wäre.

[0018] So wurden die folgenden Ausführungsformen offenbart.

[0019] Ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist mit Folgendem versehen: einem Behälter, der ungefähr senkrecht zum Boden in einer Längsrichtung angeordnet ist; einem statischen Fluidmischer im Behälter mit einem Kanalrohr und einer in diesem vorhandenen Spiralschaukel; einer Gasliefereinrichtung zum Liefern von Gas mit Fremdstoffen an den statischen Fluidmischer vom unteren Ende des Behälters her; einer Gasauslasseinrichtung zum Auslassen des Gases, das durch den statischen Fluidmischer gelaufen ist, aus dem oberen Ende des Behälters; einer ersten Flüssigkeitliefereinrichtung zum Liefern von Flüssigkeit an den statischen Fluidmischer; und einer Flüssigkeitsauslasseinrichtung zum Auslassen der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Flüssigkeit zur Außenseite des Behälters. Bei diesem System verfügt die Gasliefereinrichtung über einen Gasgenerator zum Erzeugen von Gas, eine Leitung, die den Gasgenerator mit dem Behälter verbindet, eine in der Leitung vorhandene Gebläsevorrichtung und eine zweite Flüssigkeitliefereinrichtung, die Flüssigkeit an die Leitung zwischen dem Gasgenerator und der Gebläsevorrichtung liefert.

[0020] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform der Erfindung enthält die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung über ein Sprühdüsenelement, das die Flüssigkeit in Sprayform oder Dampfform in die Leitung liefert.

[0021] Ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist mit Folgendem versehen: einem Behälter, der ungefähr senkrecht zum Boden in einer Längsrichtung angeordnet ist; einem ersten statischen Fluidmischer im Behälter mit einem Kanalrohr und einer in diesem vorhandenen Spiralschaukel; einer Gasliefereinrichtung zum Liefern von Gas mit Fremdstoffen an den ersten statischen Fluidmischer

vom unteren Ende des Behälters her; einer ersten Flüssigkeitliefereinrichtung zum Liefern von Flüssigkeit an den ersten statischen Fluidmischer; und einer Flüssigkeitsauslasseinrichtung zum Auslassen der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Flüssigkeit zur Außenseite des Behälters. In diesem System verfügt die Gasliefereinrichtung über einen Gasgenerator zum Erzeugen von Gas, eine Leitung, die den Gasgenerator mit dem Behälter verbindet, eine in der Leitung vorhandene Gebläsevorrichtung und eine zweite Flüssigkeitliefereinrichtung, die Flüssigkeit an die Leitung zwischen dem Gasgenerator und der Gebläsevorrichtung liefert.

[0022] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform verfügt die erste Flüssigkeitliefereinrichtung ferner über ein oberes Sprühdüsenelement, das die Flüssigkeit vom oberen Teil des Behälters an den statischen Fluidmischer liefert, und ein unteres Sprühdüsenelement, das die Flüssigkeit vom unteren Teil des Behälters an den statischen Fluidmischer liefert.

[0023] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform ist eine Düse des unteren Sprühdüsenelements so angeordnet, dass sie dem statischen Fluidmischer zugewandt ist.

[0024] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform verfügt die Flüssigkeitsauslasseinrichtung eine Leitung in einer Seitenwand des Behälters.

[0025] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform liegt die Menge der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung an den Behälter gelieferten Flüssigkeitsmenge im Bereich von ungefähr 0,1 bis 20 l/m³ betreffend das Flüssigkeit/Gas-Verhältnis, bezogen auf die von der Gasliefereinrichtung an den Behälter gelieferten Gasmenge.

[0026] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform liegt die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung an die Gebläsevorrichtung gelieferten Flüssigkeitspray oder Flüssigkeitsdampfs im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf die von der Gasliefereinrichtung an die Gebläsevorrichtung gelieferten Gasmenge.

[0027] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform beträgt die Oberflächenspannung der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung und der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Flüssigkeit ungefähr $73 \cdot 10^{-3}$ N/m oder weniger.

[0028] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform enthält die von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung und der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferte Flüssigkeit einen oberflächenaktiven Stoff.

[0029] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform liegt der Gehalt des oberflächenaktiven Stoffs in der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung und der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Flüssigkeit im Bereich von ungefähr 0,0001 bis 5,0 Gew.-%.

[0030] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform verfügt der Behälter über eine umgekehrt verjüngte Form, bei der sein oberer Teil allmählich in der radialen Querschnittsfläche nach oben hin zunimmt.

[0031] Bei den Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystemen der Ausführungsformen werden Fremdstoffe erfolgreich aus dem Gas entfernt, da die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung so konfiguriert ist, dass sie eine Flüssigkeit wie eine Reinigungsflüssigkeit an Abgas liefert, bevor dieses die Gebläsevorrichtung erreicht. Demgemäß kann die Menge der an der Gebläsevorrichtung oder an Leitungen anhaftenden Fremdstoffe verringert sein und demgemäß kann das System kontinuierlich für lange Zeit laufen, ohne dass die Gebläsevorrichtung oder eine Leitung auszutauschen wären.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2A ist eine perspektivische Ansicht eines Mischelements, und die **Fig. 2B** ist eine Draufsicht des Mischelements gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 7 ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 8A ist eine perspektivische Ansicht eines Mischelements, und die **Fig. 8B** ist eine Draufsicht des Mischelements gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 9A, Fig. 9B sind perspektivische Ansichten des in den **Fig. 8A, Fig. 8B** dargestellten Mischelements gemäß noch einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0032] Nun werden Ausführungsformen des Fluidmischers gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf beigefügte Zeichnungen beschrieben; jedoch ist die Erfindung nicht auf die folgenden Ausführungsformen eingeschränkt.

Erste Ausführungsform

[0033] Eine erste Ausführungsform der Erfindung wird wie folgt beschrieben.

[0034] Die **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm zum Veranschaulichen eines Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung. Die **Fig. 1** zeigt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung mit einem Behälter **2**, einem statischen Fluidmischer **3**, einer Gasliefereinrichtung **4**, einer ersten Flüssigkeitliefereinrichtung **5**, einer zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung **6**, einer Gebläsevorrichtung **7**, einer Gasauslasseinrichtung **9** und einer Flüssigkeitsauslasseinrichtung **10**.

[0035] Beim System gemäß der Ausführungsform ist der statische Fluidmischer **3**, der so konfiguriert ist, wie es später beschrieben wird, so platziert, dass seine Längsrichtung orthogonal zu ihren Seitenwänden des abgedichteten Behälters **2** verläuft. Bei dieser Ausführungsform enthält der Behälter **2** eine Trenn/Tropf-Einheit **21a**, die im oberen Teil des Behälters **2** platziert ist, um Flüssigkeit vom Gas zu trennen und dafür zu sorgen, dass die sich ergebende Flüssigkeit herabtröpft, und ein Reservoir **21c** im unteren Teil des Behälters **2**, um die abgetropfte Flüssigkeit zu sammeln. Der Behälter **2** verfügt ferner über eine Gas/Flüssigkeit-Kontakteinheit **21b** zwischen der Trenn/Tropf-Einheit **21a** und dem Reservoir **21c**.

[0036] Die Gas/Flüssigkeit-Kontakteinheit **21b** im Behälter **2** enthält den statischen Fluidmischer **3** und die erste Flüssigkeitliefereinrichtung **5** zum Liefern von Flüssigkeit an den statischen Fluidmischer **3**. Die erste Flüssigkeitliefereinrichtung **5** enthält eine mit einer Flüssigkeitslieferquelle **50** verbundene Leitung **51** und ein Sprühdüsenelement **52** im Behälter **2**. Bei der Ausführungsform des Systems verzweigt die Leitung **51** in zwei Richtungen; nämlich den oberen und den unteren Teil des statischen Fluidmischers **3** im Behälter **2**, wobei an den jeweiligen Enden derselben die Sprühdüsenelemente **52a, 52b** vorhanden sind. Eine Düse des oberen Sprühdüsenelements **52a** ist (nach unten hin) in der Richtung zum statischen Fluidmischer **3** angeordnet, während eine Düse des unteren Sprühdüsenelements **52b** (nach oben hin) in der Richtung zum statischen Fluidmischer **3** angeordnet ist. Es sei darauf hingewiesen, dass in radialen Richtungen des Behälters **2** mehrere Sprühdüsenelemente **52** angeordnet sein können.

[0037] Bei der Ausführungsform kann, da von der Flüssigkeitslieferquelle **50** gelieferte Reinigungsflüssigkeit von beiden Seiten des statischen Fluidmischers **3** her geliefert wird, das Gas/Flüssigkeit-Kontaktverhältnis erhöht werden, um dadurch die Trenneffizienz zu erhöhen. Die verzweigte Leitung **51** verfügt über ein Strömungssteuerungsventil **53** zum Steuern der Menge der in der Leitung **51** fließenden Reinigungsflüssigkeit. Die Sprühdüsenelemente **52** führen jeweils einen Sprühvorgang aus, um die Reinigungsflüssigkeit mit einem Tröpfchendurchmesser von 100 bis 5000 µm zu liefern. Als Reinigungsflüssigkeit kann Hahnenwasser verwendet werden. Alternativ kann als Reinigungsflüssigkeit bevorzugt eine Flüssigkeit mit hoher Benetzbarkeit zu Fremdstoffen oder eine Flüssigkeit mit niedriger Oberflächenspannung verwendet werden.

[0038] Das Gas im statischen Fluidmischer **3**, aus dem die Fremdstoffe abgetrennt sind, wird durch eine Abgasleitung **8** zur Außenseite des Systems **1** ausgelassen.

[0039] Mit dem im unteren Teil des Behälters **2** platzierten Reservoir **21c** ist eine Auslassleitung **22** verbunden. Die Ablassleitung **22** ist in einer Außenseitenwand des Behälters **2** platziert, damit in einem Hohlraum zwischen den Seitenwänden des Behälters **2** und einer Einlassleitung **13** im Behälter gespeicherte Flüssigkeit L durch die Auslassleitung **22** zur Außenseite des Behälters **2** ausgelassen wird.

[0040] Die Gaslieferereinrichtung **4** zum Liefern von Gas an den statischen Fluidmischer **3** ist am unteren Ende des Behälters **2** vorhanden. Die Gaslieferereinrichtung **4** verfügt über eine Leitung **41** zum Transferieren von Gas oder Abgas von einer Gaslieferquelle **40** in den Behälter **2** sowie ein Gebläse **42**, das als mit der Leitung **41** verbundene Gebläsevorrichtung verwendet wird. In der Gaslieferereinrichtung **4** ist die Leitung **41** über das Gebläse **42** mit der Gaslieferquelle **40** verbunden. Die Gaslieferereinrichtung **4** liefert das Abgas von der Lieferquelle **40** durch Drehen von Schaufeln des als Gebläsevorrichtung verwendeten Gebläses **42** durch die am unteren Ende des Behälters **2** vorhandene Einlassleitung **13** in den statischen Fluidmischer **3**. Mit dem Gebläse **42** ist eine Auslassleitung **43** verbunden, damit die im Gebläse erzeugten Fremdstoffe, wie Wasser, zur Außenseite des Gebläses **42** ausgelassen werden.

[0041] Für die zwischen der Gaslieferquelle **40** und dem Gebläse **42** platzierte Leitung **41** ist eine zweite Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** zum Liefern von Flüssigkeit an das in der Leitung **41** fließende Gas vorhanden. Die zweite Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** enthält eine mit einer Flüssigkeitslieferquelle **60** verbundene Leitung **61** und ein Sprühdüsenelement **62** in der Leitung **41** der Gaslieferereinrichtung **4**, wie es in einem vergrößerten Diagramm dargestellt ist. Die zweite Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** liefert die Reinigungsflüssigkeit über das Sprühdüsenelement **62** in Sprayform von der Flüssigkeitslieferquelle **60** an das durch die Leitung **41** strömende Gas. Die Leitung **61** enthält ein die Menge der zu liefernden Flüssigkeit steuerndes Strömungssteuerungsventil **63**. Die Menge der vom Sprühdüsenelement **62** gelieferten Flüssigkeit kann im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf die Abgasmenge liegen, und die durch das Sprühdüsenelement **62** versprühte Reinigungsflüssigkeit kann einen Tröpfchendurchmesser von ungefähr 0,1 bis 500 µm aufweisen. Als Reinigungsflüssigkeit kann Hahnenwasser verwendet werden. Alternativ kann als Reinigungsflüssigkeit vorzugsweise auch eine Flüssigkeit mit hoher Benetzbarkeit zu Fremdstoffen oder eine Flüssigkeit mit niedriger Oberflächenspannung verwendet werden. Zu Beispielen der versprühten Flüssigkeit können wässrigen Lösungen wie NaOH, MgOH₂, HCl, H₂SO₄ und NaClO gehören; jedoch wird vorzugsweise eine alkalische, wässrige Lösung, wie NaOH, versprüht, wenn das Abgas ein saures Gas wie HCl oder NO_x enthält.

[0042] Die zweite Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** kann auch die Reinigungsflüssigkeit dampfförmig mit einer Menge von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf die Abgasmenge liefern.

[0043] Gemäß der Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems können, da das Sprühdüsenelement **62** die versprühte Reinigungsflüssigkeit an das Abgas liefert, das noch das Gebläse **42** erreichen muss, die im Abgas enthaltenen Gase, wie HCl, NO_x, SO_x und NH₃ in der Reinigungsflüssigkeit absorbiert werden.

[0044] Im Abgas enthaltene Nebelteilchen mit jeweils kleinem Durchmesser können auf Grund des Zusammenstoßes mit der Reinigungsflüssigkeit und dem Anhaften derselben erhöhte Durchmesser und erhöhten Wassergehalt aufweisen. Die Nebelteilchen mit erhöhten Durchmessern, die so in frischem Wasser gelöst sind, werden mit der Reinigungsflüssigkeit über eine mit dem Gebläse **42** verbundene Auslassleitung **43** unter Ausnutzung der Rotationskraft der Schaufeln im Gebläse **42** nach außen ausgelassen. Auf diese Weise kann das Anhaften oder Wachsen von Staubteilchen und Tröpfchen an einem Laufrad im Gebläse **42** und der Leitung **41** verhindert werden, um dadurch das Gas/Flüssigkeit-System **1** mit längerer Lebensdauer zu versehen. Darüber hinaus müssen keine Ersatzgebläse bereitgestellt werden, da das Gebläse **42** über längere Zeit kontinuierlich arbeiten kann.

[0045] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein den statischen Fluidmischer **3** gemäß einer Ausführungsform bildende Mischelement detailliert beschrieben. Die **Fig. 2A** ist eine perspektivische Ansicht eines Mischelements, und die **Fig. 2B** ist eine Draufsicht des Mischelements gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0046] Wie es in den **Fig. 2A**, **Fig. 2B** dargestellt ist, verfügt das bei dieser Ausführungsform verwendete Mischelement **12** des statischen Fluidmischers **3** über ein zylindrisches Außenrohr **17** (Kanalrohr), eine im Außenrohr **17** vorhandene Schaufel (Schaufelanordnung), ein Innenrohr **19**, das getrennt vom Außenrohr **17** vorhanden ist, damit die Schaufel zwischen dem Außenrohr **17** und dem Innenrohr **19** platziert werden kann.

Die Schaufel **18** besteht aus einer porösen Platte mit einer Anzahl von Löchern. Das Innenrohr **19** ist vorhanden, um die mechanische Festigkeit gegen die Torsionsbelastung der Schaufeln **18** zu erhöhen.

[0047] Die Länge des Innenrohrs **19** wird so bestimmt, dass die Schaufel mit ihm verbunden werden kann. Die Schaufel **18** ist in der Uhrzeigerrichtung (nach rechts) verdrillt zu einer Innenseite des Außenrohrs **17** geformt, und ein Ende dieser Schaufel ist mit einer Außenfläche des Innenrohrs **19** verbunden, während das andere Ende mit einer Innenfläche des Außenrohrs **17** verbunden ist. Das Innenrohr **19** verfügt in seinem axialen Zentrum über eine Öffnung **11**, damit die Schaufeln **18** außerhalb des axialen Zentrums des Außenrohrs **17** liegen. In ähnlicher Weise sind mehrere Schaufeln **18** nach rechts verdrillt und mit der Außenseite des Innenrohrs **19** verbunden, um einen Fluidkanal zu bilden. Es können zwei oder mehr Mischeinheiten **12** in der Längsrichtung der Fluidmischeinheiten **12** kontinuierlich angeordnet sein, um den statischen Fluidmischer **3** aufzubauen. Außerdem ist ein Abstandshalter (nicht dargestellt) so platziert, dass er zwischen den zwei oder mehr Mischeinheiten **12** einen Abstand herstellt.

[0048] Während zwei Typen von Fluiden, nämlich Gas und Flüssigkeit wechselseitig in entgegengesetzten Richtungen strömen, laufen sie durch den Fluidkanal des auf die oben beschriebene Weise konfigurierten statischen Fluidmischer **3**, wobei ein Teil des Fluids spiralförmig entlang den Schaufeln **18** verdrillt wird, um eine Wirbelströmung nach rechts zu bilden, und ein anderer Teil des Fluids durch die Löcher **16** läuft. Noch ein anderer Teil des Fluids wird durch die Schaufeln **18** abgeschert, und er vereinigt sich dann mit dem durch die Löcher **16** strömenden Fluid, und das sich ergebende Fluid wird weiter aufgeteilt. Die zwei Arten von Fluiden, die wechselseitig in entgegengesetzten Richtungen strömen, stehen so in Kontakt, während sie im statischen Fluidmischer **3** verdrillt werden, durch ihn hindurchgeschickt werden, abgeschert werden, vereinigt werden, aufgeteilt werden und umgekehrt werden.

[0049] Die Schaufel **18** ist mit der porösen Platte ausgebildet, die es ermöglicht, dass das Fluid durch die Öffnungen **16** strömt, und sie sorgt für eine Gleichrichtung der Aufwärts- und der Abwärtsströmung im Außenrohr **17**. Das sich ergebende Fluid steht dann mit dem sich entlang der Wirbelströmung bewegenden Fluid in Kontakt, und demgemäß wird das Fluid in den gesamten Mischelementen **12** gleichmäßig verteilt. Demgemäß ist keine Wartung des Systems mehr erforderlich, da die Gas/Flüssigkeit-Kontakteffizienz erhöht ist und ein Anhaften oder Wachsen von Feststoffteilchen verhindert werden kann. Bei der Ausführungsform besteht für die Schaufel **18** des statischen Fluidmischer **3** keine Einschränkung auf eine Verdrillung nach rechts; vielmehr kann die Schaufel **18** nach links verdrillt sein.

[0050] Wenn der Anteil der Anzahl der Öffnungen in der die Schaufel **18** bildenden porösen Platte im Bereich von 5 bis 80% liegt, können die Herstellprozesse vereinfacht werden, die Produktionskosten können gesenkt werden, es kann eine hervorragende mechanische Festigkeit der Schaufel erzielt werden, es kann eine hervorragende Gas/Flüssigkeit-Kontakteffizienz erzielt werden, und es kann ein Anwachsen von Feststoffteilchen verhindert werden. Der Anteil der Anzahl der Öffnungen in der die Schaufel **18** bildenden porösen Platte kann demgemäß bevorzugt im Bereich von 5 bis 80% liegen. Der Anteil der Anzahl der Poren in der porösen Platte kann bevorzugter im Bereich von 10 bis 40% liegen.

[0051] Wenn der Durchmesser einer Öffnung **16** der die Schaufel **18** bildenden porösen Platte im Bereich von 5 bis 30 mm liegt, können die Herstellprozesse vereinfacht werden, die Produktionskosten können gesenkt werden, es kann eine hervorragende Gas/Flüssigkeit-Kontakteffizienz erzielt werden, und es kann ein Anwachsen von Feststoffteilchen verhindert werden. Der Durchmesser einer Öffnung **16** der die Schaufel **18** bildenden porösen Platte kann bevorzugt im Bereich von 5 bis 30 mm liegen.

[0052] Als Nächstes wird das Verhalten des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems der in der **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform beschrieben. Als Erstes wird das Gas, das abzutrennende Fremdstoffe enthält (Abgas) von der Gasliefereinrichtung **4** geliefert, und die zum Abtrennen der Fremdstoffe verwendete Flüssigkeit (Reinigungsflüssigkeit) wird von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung in den statischen Fluidmischer **3** geliefert, was mit jeweils vorbestimmten Anteilen erfolgt.

[0053] Das von der Lieferquelle **40** des Gases erzeugte Abgas wird über die Leitung **41** an das Gebläse **42** transferiert. Dabei liefert das Sprühdüsenelement **62** der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung **6** die Reinigungsflüssigkeit in Sprayform an das durch die Leitung **41** strömende Gas, wodurch das Abgas mit der Reinigungsflüssigkeit in Kontakt stehen kann.

[0054] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung **6** an die Gebläsevorrichtung **7** gelieferten, versprühten Reinigungsflüssigkeit kann im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf die Menge

des von der Gaslieferereinrichtung **4** gelieferten Abgases liegen. Die Oberflächenspannung der von der zweiten Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** gelieferten Reinigungsflüssigkeit kann bei 20°C ungefähr $73 \cdot 10^{-3}$ N/m oder weniger betragen. Die Reinigungsflüssigkeit enthält ein oberflächenaktives Mittel, dessen Gehalt im Bereich von ungefähr 0,001 bis 5,0 Gew.-% liegen kann.

[0055] Die von der zweiten Flüssigkeitslieferereinrichtung **6** gelieferte Reinigungsflüssigkeit kann eine dampfförmige Reinigungsflüssigkeit sein, deren zu liefernde Menge im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf die Menge des Abgases liegen kann, das von der Gaslieferereinrichtung **4** in den Behälter **2** geliefert wird.

[0056] Genauer gesagt, können Staub und Nebelteilchen im Abgas durch die vom Sprühdüsenelement **62** gelieferte Reinigungsflüssigkeit eingefangen werden. In ähnlicher Weise können im Abgas enthaltene spezielle Gase, wie Chlorwasserstoffgas, in der Reinigungsflüssigkeit absorbiert werden. Da das absorbierte Gas und die in der Reinigungsflüssigkeit eingefangenen Staubteilchen unter Verwendung der Rotationskraft der Schaufeln im Gebläse **42** aus der mit diesem verbundenen Auslassleitung **43** nach außen ausgelassen werden, nimmt die Menge der Staubteilchen, die am Laufrad des Gebläses **42** oder der Innenseite der Leitung **41** anhaften, ab.

[0057] Anschließend drifft das vom Gebläse **42** in den Behälter **2** gelieferte Abgas durch die Einlassleitung im statischen Fluidmischer **3** nach oben. Die Strömungsrate des Abgases, das beim Einleiten in den Behälter **2** durch das Reservoir **21c** strömt, kann im Bereich von ungefähr 5 bis 25 m/s liegen, und sie liegt besonders bevorzugt im Bereich von ungefähr 10 bis 20 m/s, entsprechend der Teilchengröße der im Abgas enthaltenen Nebelteilchen. Die Strömungsrate des Abgases, das beim Einleiten in die statische Fluidmischer **3** durch die Gas/Flüssigkeit-Kontakteinheit **21b** strömt, kann im Bereich von ungefähr 2 bis 15 m/s liegen, und sie kann besonders bevorzugt im Bereich von ungefähr 3 bis 12 m/s liegen. Die Strömungsrate des Abgases, das durch die Trenn/Tropf-Einheit **21a** strömt, wenn es aus dem statischen Fluidmischer **3** ausgelassen wird, kann im Bereich von ungefähr 1 bis 8 m/s liegen. Es ist bevorzugt, dass die Strömungsrate des Abgases umso höher ist, je größer die Teilchengröße der Nebelteilchen ist.

[0058] Bei dieser Ausführungsform ist die Düse des oberen Sprühdüsenelements **52a** (nach unten) in der Richtung zum statischen Fluidmischer **3** angeordnet, während die Düse des unteren Sprühdüsenelements **52b** (nach oben) in der Richtung zum sm **3** angeordnet ist. Die vom Düsenelement **52a** der ersten Flüssigkeitslieferereinrichtung **5** gelieferte Reinigungsflüssigkeit drifft nach unten, während die vom Sprühdüsenelement **52b** der ersten Flüssigkeitslieferereinrichtung **5** gelieferten Reinigungsflüssigkeit im statischen Fluidmischer **3** nach oben drifft. So treten das Abgas und die Reinigungsflüssigkeit unter Rühren in wechselseitigen Kontakt, und demgemäß stehen das Gas und die Flüssigkeit in ausreichendem Kontakt.

[0059] Genauer gesagt, strömen in der versprühten Reinigungsflüssigkeit enthaltene Tröpfchen (Nebel) mit einem Tröpfchendurchmesser von ungefähr 100 bis 3000 μm vom Sprühdüsenelement **52b** gleichzeitig vom unteren zum oberen Teil des Mischelements **12**, um durch dieses zu strömen. Bei dieser Gas/Flüssigkeit-Kontaktbehandlung mit Rühren werden, da die Nebelteilchen mit jeweils kleiner Teilchengröße die Tendenz zu erhöhter Teilchengröße zeigen, die Teilchen durch die von den Sprühdüsenelementen **52** versprühte Reinigungsflüssigkeit eingefangen, um dadurch zum unteren Teil des Behälters **2** zu tropfen. Die abgetropften Nebelteilchen werden durch die an der Innenseite des Behälters **2** vorhandene Auslassleitung **22** nach außen ausgelassen.

[0060] Genauer gesagt, wird im statischen Fluidmischer **3** das Gas durch die Gas/Flüssigkeit-Kontaktbehandlung gereinigt und geklärt, wobei Fremdstoffe aus dem Abgas abgetrennt werden, feine Tröpfchen in der Flüssigkeit gelöst werden, oder eine chemische Reaktion beschleunigt wird.

[0061] Die Menge der von der ersten Flüssigkeitslieferereinrichtung **5** an den Behälter **2** gelieferten Reinigungsflüssigkeit kann im Bereich von ungefähr 0,1 bis 20 l/m³ für das Flüssigkeit/Gas-Verhältnis, bezogen auf die Menge des Abgases, das von der Gaslieferereinrichtung **4** an den Behälter **2** geliefert wird, liegen. Die Oberflächenspannung der von der ersten Flüssigkeitslieferereinrichtung **5** gelieferten Reinigungsflüssigkeit kann bei 20°C ungefähr $73 \cdot 10^{-3}$ N/m oder weniger betragen. Die Reinigungsflüssigkeit enthält ein oberflächenaktives Mittel, dessen Gehalt im Bereich von ungefähr 0,001 bis 5,0 Gew.-% liegen kann. Bei dieser Ausführungsform kann jeder beliebige Typ von oberflächenaktivem Mittel verwendet werden; jedoch ist es bevorzugt, oberflächenaktive Mittel zu verwenden, die geringe Schäumbarkeit zeigen und in natürlicher Umgebung abgebaut werden.

[0062] Es ist auch bevorzugt, dass um eine Grenzfläche zwischen dem Behälter **2** und der Auslassleitung **22** herum eine Wasserdichtung vorhanden ist, um ein Ausströmen des Abgases zu verhindern.

[0063] Das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform kann Fremdstoffe oder feine Feststoffteilchen, wie Siliciumdioxide, Aluminiumoxide und Zinkoxide, kontinuierlich verarbeiten und aus dem Abgas abtrennen. Das feine Feststoffteilchen enthaltende Abgas wird beispielsweise vom unteren Ende der statischen Fluidmischer **3** aus geliefert, und anschließend wird die Reinigungsflüssigkeit über das Sprühdüsenelement **52** vom oberen oder unteren Ende des statischen Fluidmischer **3** zugeführt. Es wird dafür gesorgt, dass das Abgas mit vorbestimmter Strömungsrate im statischen Fluidmischer **3** nach oben driftet, während dafür gesorgt wird, dass die Reinigungsflüssigkeit durch diesen läuft, um dadurch die Feststoffteilchen im Abgas und die Reinigungsflüssigkeit in kontinuierlichen Kontakt zu bringen, um die Feststoffteilchen aus dem Abgas abzutrennen. Das gereinigte Gas wird dann über die Abgasleitung **8** als behandeltes Gas ausgelassen oder gesammelt. Die die Feststoffteilchen enthaltende Reinigungsflüssigkeit wird durch die Auslassleitung **22** zur Außenseite des Systems ausgelassen oder gesammelt.

[0064] Entsprechend dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform werden Fremdstoffe erfolgreich aus Gas abgetrennt, da die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung eine Flüssigkeit wie eine Reinigungsflüssigkeit an das Gas, wie das Abgas liefert, bevor es die Gebläsevorrichtung erreicht. Demgemäß kann die Menge der an der Gebläsevorrichtung oder an Leitungen anhaftenden Fremdstoffe verringert werden, und demgemäß kann das System kontinuierlich für lange Zeit laufen, ohne dass die Gebläsevorrichtung oder eine Leitung zu ersetzen wären.

[0065] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform kann die Temperatur des Gases gesenkt werden, bevor es die Gebläsevorrichtung erreicht, da die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung die Flüssigkeit an den statischen Fluidmischer **3** liefert und das Gas abkühlt. Demgemäß kann die Gebläsevorrichtung, wie ein Gebläse, aus einem Kunststoffmaterial mit geringer Wärmebeständigkeit, wie FRP oder PVC, hergestellt werden. Da ein Kunststoffmaterial wie FRP oder PVC hervorragende Korrosionsbeständigkeit zeigt, kann das System, obwohl das bei der Ausführungsform verwendete Gas ein korrodierendes Gas wie ein Chlorwasserstoffsäuregas ist, kontinuierlich für lange Zeit laufen, ohne dass das Gebläse auszutauschen wäre.

[0066] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform kann Gas wie Chlorwasserstoffsäuregas neutralisiert werden, bevor es die Gebläsevorrichtung erreicht, da die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung eine alkalische, wässrige Lösung, wie NaOH, an den statischen Fluidmischer **3** liefert. Die Neutralisierung kann das Korrosionsvermögen des Gases verringern. Demgemäß kann die Gebläsevorrichtung, wie ein Gebläse, aus einem metallischen Material mit geringer Korrosionsbeständigkeit, wie Eisen, hergestellt werden. Eine aus einem metallischen Material hergestellte Gebläsevorrichtung zeigt im Allgemeinen erhöhte mechanische Festigkeit, was beinhaltet, dass die Drehzahl der für das Gebläse verwendeten Schaufeln erhöht werden kann. Demgemäß kann die Drehmomentbelastung des die Schaufel drehenden Motors verringert werden, was auch den elektrischen Energieverbrauch für diesen senkt. Außerdem kann es die erhöhte mechanische Festigkeit der Gebläsevorrichtung ermöglichen, die Größe des Systems zu verringern.

[0067] Da ein Mischelement des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform eine Spiralschaufel und eine Öffnung in deren Zentrum enthält, kann das in das Mischelement eingeleitete Gas in die folgenden zwei Gastypen aufgeteilt werden: nämlich Gas mit einer um die Schaufel herum verzögerten Welle sowie Gas mit einer an der Öffnung erzeugten geraden Welle. Demgemäß kann das eingeleitete Gas in die verschiedenen Schallwellen mit verschiedenen Wellenlängen aufgeteilt werden. Diese Gase mit verschiedenen Schallwellen können miteinander interferieren, um dadurch einen Schalldämpfungseffekt zu erzielen. Es kann dafür gesorgt werden, dass die Schallwellen mit der Reinigungsflüssigkeit in Kontakt gelangen, damit die Flüssigkeit die Schallwellen absorbieren kann, wodurch ebenfalls ein Schalldämpfungseffekt erzielt wird. Demgemäß können Geräusche, wie ein vom Gebläse erzeugtes Ausblasgeräusch, beim System der Ausführungsform verringert werden.

[0068] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform wird kein Wachsen von Feststoffteilchen oder eine Belagbildung beobachtet, da das System durch die Reinigungsflüssigkeit dauernd gereinigt wird. Demgemäß sind weder eine Wartung des Systems noch für eine Wartung erforderliche Kosten benötigt.

[0069] Als Nächstes wird das Ergebnis von Versuchen veranschaulicht, wie sie mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform ausgeführt wurden.

Versuch 1

[0070] Es wurden die Absorptionseffizienz und die Staubsammeleffizienz des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform auf die unten beschriebene Weise bewertet. Die Tabelle 1 zeigt das Ergebnis der physikalischen Absorption von HCl-Gas sowie des Sammelns (Staubbeseitigung) von SiO₂-Staub, wie mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform gemessen.

[0071] Beim Messen der Gasabsorption und des Staubsammelns wurden die Menge des dem Behälter 2 zugeführten behandelten Gases (m³/Min.), die Strömungsrate des Gases (m/s) sowie die Menge der dem System zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m³/h) variiert; außerdem wurden die Konzentration (ppm) des HCl-Gases und die Dichte (mg/Nm³) von SiO₂-Staub sowohl am Einlass des Gebläses 42 als auch am Auslass der Auslassleitung für das Gas/Flüssigkeit-Gemisch gemessen.

[0072] Die erste Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems enthielt einen statischen Fluidmischer 3 mit drei Mischelementen 12, die tandemmäßig angeordnet waren. Jedes der Mischelemente 12 enthielt einen Zylinder mit einem Innendurchmesser von 298 mm und einer Höhe von 180 mm. Jeder Zylinder enthielt 12 Schaufeln 18, die jeweils um ungefähr 90 Grad verdrillt waren. Die Schaufel bestand aus einer porösen Platte, und jede Öffnung 16 hatte einen Durchmesser von 10 mm. Die gesamte Löcherfläche der Schaufel betrug ungefähr 10% der Oberfläche derselben.

[0073] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung an die Leitung 41 gelieferten Reinigungsflüssigkeit betrug ungefähr 0,02 Vol.-% des vom Einlass des Gebläses eingeleiteten, zu behandelnden Abgases, während die Menge der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung an den Behälter 2 gelieferten Reinigungsflüssigkeit ungefähr 0,5 Vol.-% des in den Behälter 2 eingeleiteten Abgases betrug. Der Anteil der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Reinigungsflüssigkeit lag im Bereich von ungefähr 5 bis 30% bezogen auf die Gesamtmenge der Reinigungsflüssigkeit, wenn sie vom oberen Sprühdüsenelement 52a zugeführt wurde; dagegen lag der Anteil im Bereich von ungefähr 95 bis 70%, wenn sie vom unteren Sprühdüsenelement 52b zugeführt wurde. Der Anteil der vom oberen Sprühdüsenelement 52a zugeführten Reinigungsflüssigkeit sowie derjenige, der vom unteren Sprühdüsenelement 52b zugeführt wurde, wurde wahlfrei auf Grundlage der Zusammensetzung des behandelten Gases und der Gaskonzentration, der Staubarten, der Staubdichte, der Teilchengröße und dergleichen bestimmt.

[0074] So wurde der Versuch 1 unter den folgenden drei Bedingungen ausgeführt.

DREI BEDINGUNGEN FÜR DEN VERSUCH 1

	Bedingungen		
	1	2	3
Menge des behandelten Abgases (m ³ /Min.)	50	30	10
Strömungsrate des einströmenden Abgases (m/s)	12	7,2	2,4
Menge der von der ersten Flüssigkeitliefer-einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m ³ /h)	15	9	3
Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefer-einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (l/h)	600	360	120

Tabelle 1

	Bedingungen		
	1	2	3
HCl-Konzentration am Einlass (ppm)	100	100	100
HCL-Konzentration am Auslass (ppm)	98	95	92

	Bedingungen		
	1	2	3
Staubdichte am Einlass (ppm)	200	200	200
Staubdichte am Auslass (ppm)	20	25	30

[0075] Die Tabelle 1 zeigt, dass die Werte der HCl-Gaskonzentration und der SiO₂-Staubdichte am Auslass der Abgasleitung **8** unter jeder der drei Bedingungen niedriger waren als am Einlass des Gebläses **42** des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems **1**. Anders gesagt, waren die Gasabsorptionseffizienz und die Staubsammeleffizienz unter Verwendung des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems **1** der Ausführungsform verbessert.

Versuch 2

[0076] Es wurden die Absorptionseffizienz und die Staubsammeleffizienz des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform auf die unten beschriebene Weise bewertet. Die Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der physikalischen Absorption von HCl-Gas sowie des Sammelns (Staubbeseitigung) von SiO₂-Staub, wie mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform gemessen.

[0077] Beim Messen der Gasabsorption und des Staubsammelns wurden die Menge des dem Behälter **2** zugeführten behandelten Gases (m³/Min.), die Strömungsrate des Gases (m/s) sowie die Menge der dem System zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m³/h) variiert; außerdem wurden die Konzentration (ppm) des HCl-Gases und die Dichte (mg/Nm³) von SiO₂-Staub sowohl am Einlass des Gebläses **42** als auch am Auslass der Auslassleitung für das Gas/Flüssigkeit-Gemisch gemessen.

[0078] Die erste Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems enthielt einen statischen Fluidmischer **3** mit fünf Mischelementen **12**, die tandemmäßig angeordnet waren. Jedes der Mischelemente **12** enthielt einen Zylinder mit einem Innendurchmesser von 298 mm und einer Höhe von 180 mm. Jeder Zylinder enthielt 12 Schaufeln **18**, die jeweils um ungefähr 90 Grad verdrillt waren. Die Schaufel bestand aus einer porösen Platte, und jede Öffnung **16** hatte einen Durchmesser von 20 mm. Die gesamte Löcherfläche der Schaufel betrug ungefähr 20% der Oberfläche derselben.

[0079] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung an die Leitung **41** gelieferten Reinigungsflüssigkeit betrug ungefähr 0,02 Vol.-% des vom Einlass des Gebläses eingeleiteten, zu behandelnden Abgases, während die Menge der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung an den Behälter **2** gelieferten Reinigungsflüssigkeit ungefähr 0,5 Vol.-% des in den Behälter **2** eingeleiteten Abgases betrug. Der Anteil der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Reinigungsflüssigkeit lag im Bereich von ungefähr 5 bis 30% bezogen auf die Gesamtmenge der Reinigungsflüssigkeit, wenn sie vom oberen Sprühdüsenenelement **52a** zugeführt wurde; dagegen lag der Anteil im Bereich von ungefähr 95 bis 70%, wenn sie vom unteren Sprühdüsenenelement **52b** zugeführt wurde. Der Anteil der vom oberen Sprühdüsenenelement **52a** zugeführten Reinigungsflüssigkeit sowie derjenige, der vom unteren Sprühdüsenenelement **52b** zugeführt wurde, wurde wahlfrei auf Grundlage von Gaszusammensetzungen, Staubtypen, Konzentration, Teilchengröße und dergleichen bestimmt.

[0080] So wurde der Versuch **2** unter den folgenden drei Bedingungen ausgeführt.

DREI BEDINGUNGEN FÜR DEN VERSUCH 2

	Bedingungen		
	1	2	3
Menge des behandelten Abgases (m ³ /Min.)	50	30	10
Strömungsrate des einströmenden Abgases (m/s)	12	7,2	2,4

	Bedingungen		
	1	2	3
Menge der von der ersten Flüssigkeitliefer-einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m ³ /h)	15	9	3
Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefer-einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (l/h)	600	360	120

Tabelle 1

	Bedingungen		
	1	2	3
HCl-Konzentration am Einlass (ppm)	100	100	100
HCL-Konzentration am Auslass (ppm)	98	95	92
Staubdichte am Einlass (ppm)	200	200	200
Staubdichte am Auslass (ppm)	20	25	30

[0081] Die Tabelle 2 zeigt, dass die Werte der HCl-Gaskonzentration und der SiO₂-Staubdichte am Auslass der Abgasleitung unter jeder der drei Bedingungen niedriger waren als am Einlass des Gebläses **42**. Anders gesagt, waren die Gasabsorptionseffizienz und die Staubsammeleffizienz unter Verwendung des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems **1** der Ausführungsform verbessert.

Versuch 3

[0082] Die Tröpfchen- oder Nebelsammeleffizienz des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform wurde so bewertet, wie es unten beschrieben ist. Die Tabelle 3 zeigt das Ergebnis des Nebelsammelvorgangs, wie es mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform gemessen wurde.

[0083] Beim Messen der Gasabsorption und des Staubsammelns wurden die Menge des dem Behälter **2** zugeführten behandelten Gases (m³/Min.), die Strömungsrate des Gases (m/s) sowie die Menge der dem System zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m³/h) variiert; außerdem wurden die Konzentration (mg/Nm³) des Nebels sowohl am Einlass des Gebläses **42** als auch am Auslass der Auslassleitung für das Gas/Flüssigkeit-Gemisch gemessen.

[0084] Die erste Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems enthielt einen statischen Fluidmischer **3** mit drei Mischelementen **12**, die tandemmäßig angeordnet waren. Jedes der Mischelemente **12** enthielt einen Zylinder mit einem Innendurchmesser von 310 mm und einer Höhe von 380 mm. Jeder Zylinder enthielt 12 Schaufeln **18**, die jeweils um ungefähr 180 Grad verdrillt waren. Die Schaufel bestand aus einer porösen Platte, und jede Öffnung **16** hatte einen Durchmesser von 20 mm. Die gesamte Löcherfläche der Schaufel betrug ungefähr 40% der Oberfläche derselben.

[0085] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefer-einrichtung an die Leitung **41** gelieferten Reinigungsflüssigkeit betrug ungefähr 0,05 Vol.-% des vom Einlass des Gebläses eingeleiteten, zu behandelnden Abgases, während die Menge der von der ersten Flüssigkeitliefer-einrichtung an den Behälter **2** gelieferten Reinigungsflüssigkeit ungefähr 0,2 Vol.-% des in den Behälter **2** eingeleiteten Abgases betrug. Der Anteil der von der ersten Flüssigkeitliefer-einrichtung gelieferten Reinigungsflüssigkeit lag im Bereich von ungefähr 10 bis 40% bezogen auf die Gesamtmenge der Reinigungsflüssigkeit, wenn sie vom oberen Sprühdüsen-element **52a** zugeführt wurde; dagegen lag der Anteil im Bereich von ungefähr 90 bis 60%, wenn sie vom unteren Sprühdüsen-element **52b** zugeführt wurde. Der Anteil der vom oberen Sprühdüsen-element **52a** zugeführten Reinigungsflüssigkeit sowie derjenige, der vom unteren Sprühdüsen-element **52b** zugeführt wurde, wurde wahlfrei

auf Grundlage von Zusammensetzungen, Staubarten, der Konzentration, der Teilchengröße und dergleichen bestimmt.

[0086] So wurde der Versuch **3** unter den folgenden drei Bedingungen ausgeführt.

DREI BEDINGUNGEN FÜR DEN VERSUCH 3

	Bedingungen		
	1	2	3
Menge des behandelten Abgases (m ³ /Min.)	50	25	10
Strömungsrate des einströmenden Abgases (m/s)	11	5,5	2,2
Menge der von der ersten Flüssigkeitlieferungseinrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m ³ /h)	6	3	1,2
Menge der von der zweiten Flüssigkeitlieferungseinrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (l/h)	1500	750	300

Tabelle 3

	Bedingungen		
	1	2	3
HCl-Konzentration am Einlass (ppm)	10000	10000	10000
HCL-Konzentration am Auslass (ppm)	100	30	10

[0087] Die Tabelle 3 zeigt, dass der Wert der erzielten Nebelkonzentration am Auslass der Abgasleitung unter jeder der drei Bedingungen niedriger als am Einlass des Gebläses **42** war. Anders gesagt, war die Nebelsammeleffizienz unter Verwendung des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems **1** der Ausführungsform verbessert.

Versuch 4

[0088] Die Tröpfchen- oder Nebelsammeleffizienz des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform wurde so bewertet, wie es unten beschrieben ist. Die Tabelle 4 zeigt das Ergebnis des Nebelsammelvorgangs, wie es mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform gemessen wurde.

[0089] Beim Messen des Nebelsammelvorgangs wurden die Menge des dem Behälter **2** zugeführten behandelten Gases (m³/Min.), die Strömungsrate des Gases (m/s) sowie die Menge der dem System zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m³/h) variiert; außerdem wurden die Konzentration (mg/Nm³) des Nebels sowohl am Einlass des Gebläses **42** als auch am Auslass der Auslassleitung für das Gas/Flüssigkeit-Gemisch gemessen.

[0090] Die erste Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems enthielt einen statischen Fluidmischer **3** mit vier Mischelementen **12**, die tandemmäßig angeordnet waren. Jedes der Mischelemente **12** enthielt einen Zylinder mit einem Innendurchmesser von 310 mm und einer Höhe von 90 mm. Jeder Zylinder enthielt 24 Schaufeln **18**, die jeweils um ungefähr 45 Grad verdrillt waren. Die Schaufel bestand aus einer porösen Platte, und jede Öffnung **16** hatte einen Durchmesser von 10 mm. Die gesamte Löcherfläche der Schaufel betrug ungefähr 20% der Oberfläche derselben.

[0091] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitlieferungseinrichtung an die Leitung **41** gelieferten Reinigungsflüssigkeit betrug ungefähr 0,05 Vol.-% des vom Einlass des Gebläses eingeleiteten, zu behandelnden Abgases, während die Menge der von der ersten Flüssigkeitlieferungseinrichtung an den Behälter **2** gelieferten Reinigungsflüssigkeit ungefähr 0,2 Vol.-% des in den Behälter **2** eingeleiteten Abgases betrug. Der Anteil der von der ersten Flüssigkeitlieferungseinrichtung gelieferten Reinigungsflüssigkeit lag im Bereich von ungefähr 10 bis 40% bezogen auf die Gesamtmenge der Reinigungsflüssigkeit, wenn sie vom oberen Sprühdüsenelement **52a**

zugeführt wurde; dagegen lag der Anteil im Bereich von ungefähr 90 bis 60%, wenn sie vom unteren Sprühdüsenelement **52b** zugeführt wurde. Der Anteil der vom oberen Sprühdüsenelement **52a** zugeführten Reinigungsflüssigkeit sowie derjenige, der vom unteren Sprühdüsenelement **52b** zugeführt wurde, wurde wahlfrei auf Grundlage von Zusammensetzungen, Staubarten, der Konzentration, der Teilchengröße und dergleichen bestimmt.

[0092] So wurde der Versuch **4** unter den folgenden drei Bedingungen ausgeführt.

Versuch 5

[0093] Die Tröpfchen- oder Nebelsammeleffizienz des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems gemäß der Ausführungsform wurde so bewertet, wie es unten beschrieben ist. Die Tabelle 5 zeigt das Ergebnis des Nebelsammelvorgangs, wie es mit dem Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform gemessen wurde.

[0094] Beim Messen des Nebelsammelvorgangs wurden die Menge des dem Behälter **2** zugeführten behandelten Gases ($\text{m}^3/\text{Min.}$), die Strömungsrate des Gases (m/s) sowie die Menge der dem System zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m^3/h) variiert; außerdem wurden die Konzentration (mg/Nm^3) des Nebels sowohl am Einlass des Gebläses **42** als auch am Auslass der Auslassleitung für das Gas/Flüssigkeit-Gemisch gemessen.

[0095] Die erste Ausführungsform des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems enthielt einen statischen Fluidmischer **3** mit vier Mischelementen **12**, die tandemmäßig angeordnet waren. Gemäß der Ausführungsform verfügte, wie es in den **Fig. 8A**, **Fig. 8B** dargestellt, jedes Mischelement **12** über eine erste und eine zweite Schaufelanordnung. Der Innendurchmesser eines Zylinders mit der ersten Schaufelanordnung betrug 310 mm, derjenige eines Zylinders mit der zweiten Schaufelanordnung betrug 90 mm, und die Höhe derselben betrug jeweils 90 mm. Die erste Schaufelanordnung enthielt 12 Schaufeln **18**, die jeweils um ungefähr 45 Grad verdrillt waren, während die zweite Schaufelanordnung **16** Schaufeln **18** enthielt, die jeweils um ungefähr 45 Grad verdrillt waren. Die Schaufel bestand aus einer porösen Platte, und jede Öffnung **16** hatte einen Durchmesser von 20 mm. Die gesamte Löcherfläche der Schaufel betrug ungefähr 40% der Oberfläche derselben.

[0096] Die Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefereinrichtung an die Leitung **41** gelieferten Reinigungsflüssigkeit betrug ungefähr 0,05 Vol.-% des vom Einlass des Gebläses eingeleiteten, zu behandelnden Abgases, während die Menge der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung an den Behälter **2** gelieferten Reinigungsflüssigkeit ungefähr 0,2 Vol.-% des in den Behälter **2** eingeleiteten Abgases betrug. Der Anteil der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung gelieferten Reinigungsflüssigkeit lag im Bereich von ungefähr 10 bis 40% bezogen auf die Gesamtmenge der Reinigungsflüssigkeit, wenn sie vom oberen Sprühdüsenelement **52a** zugeführt wurde; dagegen lag der Anteil im Bereich von ungefähr 90 bis 60%, wenn sie vom unteren Sprühdüsenelement **52b** zugeführt wurde. Der Anteil der vom oberen Sprühdüsenelement **52a** zugeführten Reinigungsflüssigkeit sowie derjenige, der vom unteren Sprühdüsenelement **52b** zugeführt wurde, wurde wahlfrei auf Grundlage von Zusammensetzungen, Staubarten, der Konzentration, der Teilchengröße und dergleichen bestimmt.

[0097] So wurde der Versuch **5** unter den folgenden drei Bedingungen ausgeführt.

DREI BEDINGUNGEN FÜR DEN VERSUCH 5

	Bedingungen		
	1	2	3
Menge des behandelten Abgases ($\text{m}^3/\text{Min.}$)	50	25	10
Strömungsrate des einströmenden Abgases (m/s)	11	5,5	2,2
Menge der von der ersten Flüssigkeitliefer- einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (m^3/h)	6	3	1,2
Menge der von der zweiten Flüssigkeitliefer- einrichtung zugeführten Reinigungsflüssigkeit (l/h)	1500	750	300

Tabelle 5

	Bedingungen		
	1	2	3
HCl-Konzentration am Einlass (ppm)	10000	10000	10000
HCl-Konzentration am Auslass (ppm)	50	15	5

[0098] Die Tabelle 5 zeigt, dass der Wert der erzielten Nebelkonzentration am Auslass der Abgasleitung unter jeder der drei Bedingungen niedriger als am Einlass des Gebläses **42** war. Anders gesagt, war die Nebelsammel-effizienz unter Verwendung des Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystems **1** der Ausführungsform verbessert.

Zweite Ausführungsform

[0099] Eine zweite Ausführungsform der Erfindung wird wie folgt beschrieben.

[0100] Die **Fig. 3** ist ein schematisches Diagramm, das ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0101] In der **Fig. 3** sind Teile, die solchen der **Fig. 1** entsprechen, durch dieselben Symbole gekennzeichnet, und eine zugehörige Beschreibung wird weggelassen.

[0102] Wie es in der **Fig. 3** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der zweiten Ausführungsform über dieselben Elemente wie die erste Ausführungsform, jedoch mit Ausnahme eines Feststoff/Flüssigkeit-Separators **23** über die Auslassleitung **22** hinweg, und eine Leitung **24**, die diesen mit der Flüssigkeitslieferquelle der ersten Flüssigkeitsliefereinrichtung **50** verbindet. Die Leitung **24** beinhaltet eine Pumpe **25** und ein Strömungssteuerungsventil **26**, das die Menge des in der Leitung **24** strömenden Fluids steuert. Es sei darauf hingewiesen, dass im Gas/Flüssigkeit-System an Stelle des Feststoff/Flüssigkeit-Separators eine Neutralisierungsvorrichtung vorhanden sein kann.

[0103] Die aus dem Reservoir **21c** im Behälter **2** ausgelassene Flüssigkeit wird über die Auslassleitung **22** an den Feststoff/Flüssigkeit-Separator **23** geliefert. Fremdstoffe werden aus der an den Feststoff/Flüssigkeit-Separator **23** gelieferten Flüssigkeit durch natürliche Ausfällung, wie ein Verdickungsmittel, abgetrennt. Danach wird die klare, überstehende Flüssigkeit, aus der die Fremdstoffe entfernt sind, durch die Pumpe **25** über die Leitung **24** an die Flüssigkeitslieferquelle **50** geliefert. Die von der Flüssigkeitslieferquelle gelieferte, umgewälzte Flüssigkeit wird erneut über das im Behälter **2** vorhandene Sprühdüsenelement **52** an den statischen Fluidmischer **3** geliefert. Es sei darauf hingewiesen, dass beim Umwälzen Zwangsfiltration, wie ein Zentrifugalseparator, verwendet werden kann, um die gefilterte Flüssigkeit zu verwenden, anstatt dass natürliche Ausfällung verwendet würde. Die vom Gebläse **42** ausgelassene Flüssigkeit kann, um sie zu behandeln, über die Auslassleitung **43** an den Feststoff/Flüssigkeit-Separator **23** geliefert werden.

[0104] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform kann die Flüssigkeit im Behälter **2** wieder verwendet werden, wodurch bei der Abwasserbehandlung eine Kostensenkung erzielt wird, da im System ein geschlossenes System ausgebildet ist, um die Flüssigkeit über die Leitungen **22**, **24** umzuwälzen und an den statischen Fluidmischer **3** zu liefern.

Dritte Ausführungsform

[0105] Eine dritte Ausführungsform der Erfindung wird wie folgt beschrieben.

[0106] Die **Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm, das ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0107] In der **Fig. 4** sind Teile, die solchen der **Fig. 1** entsprechen, durch dieselben Symbole gekennzeichnet, und eine zugehörige Beschreibung wird weggelassen.

[0108] Wie es in der **Fig. 4** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der zweite Ausführungsform über dieselben Elemente wie die erste Ausführungsform, jedoch mit Ausnahme eines zweiten statischen Fluidmischer **31**, der an der stromabwärtigen Seite der zweiten Flüssigkeitsliefereinrichtung **6** platziert ist. Die zweiten statischen Fluidmischer **31** sind wie der statische Fluidmischer **3** konfiguriert, und sie können im Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem entweder in horizontaler oder in vertikaler Richtung platziert sein.

[0109] Das von der Abgasquelle **40** gelieferte Abgas wird über die Leitung **41** an den zweiten statischen Fluidmischer **31** geliefert. Während das Gas und die von der zweiten Flüssigkeitsliefereinrichtung **6** gelieferte Flüssigkeit wechselseitig durch den Kanal des zweiten statischen Fluidmischer **31** strömen, wird ein Teil des Fluids spiralförmig entlang den Schaufeln **18** des Mischelements **12** im zweiten statischen Fluidmischer **31** verdrillt, um eine Wirbelströmung nach rechts zu bilden, und ein anderer Teil des Fluids läuft durch die Öffnungen **16** der Schaufeln **18**. Noch ein anderer Teil des Fluids wird durch die Schaufeln **18** geschert, und er vereinigt sich dann mit dem Fluid, das durch die Öffnungen **16** geströmt ist, und das sich ergebende Fluid wird weiter unterteilt. Die Gas/Flüssigkeit-Kontakteffizienz kann verbessert werden, während das Fluid im zweiten statischen Fluidmischer **31** verdrillt wird, durch ihn hindurch strömt, geschert wird, vereinigt wird, aufgeteilt wird und umgekehrt wird.

[0110] Da das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß der Ausführungsform den zweiten statischen Fluidmischer **31** enthält, können Fremdstoffe im Gas, wie dem Abgas, beseitigt werden, bevor das Abgas das Gebläse **42** erreicht. Demgemäß kann die Menge der Fremdstoffe, die an der Gebläsevorrichtung oder Leitungen anhaften, verringert werden, und demgemäß kann das System kontinuierlich für lange Zeit laufen, ohne dass die Gebläsevorrichtungen oder Leitungen auszutauschen wären.

Vierte Ausführungsform

[0111] Anschließend wird eine vierte Ausführungsform wie folgt beschrieben.

[0112] Die **Fig. 5** ist ein schematisches Diagramm, das ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0113] In der **Fig. 5** sind Teile, die solchen der **Fig. 1** entsprechen, mit denselben Symbolen gekennzeichnet, und eine zugehörige Beschreibung wird weggelassen.

[0114] Wie es in der **Fig. 5** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der vierten Ausführungsform über dieselben Elemente wie die erste Ausführungsform, jedoch mit der Ausnahme, dass im Behälter **2** zwei statische Fluidmischer **30a**, **30b** vorhanden sind. Die Sprühdüsenelemente **52a**, **52b** sind jeweils unter den statischen Fluidmischern **30a**, **30b** so vorhanden, dass die Düsen derselben jeweils (nach oben) in der Richtung zu den statischen Fluidmischern **30a** bzw. **30b** angeordnet sind. Die Sprühdüsenelemente **52a**, **52b** liefern die Reinigungsflüssigkeit vom unteren Teil der statischen Fluidmischer **30a**, **30b** aus. Das in den Behälter **2** eingeleitete Abgas läuft zweimal durch die statischen Fluidmischer **30a**, **30b**, bevor es zur Außenseite des Behälters **2** ausgelassen wird. In diesem Fall strömen das Abgas und die Reinigungsflüssigkeit gleichzeitig in den statischen Fluidmischern **30a**, **30b**. Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem dieser Ausführungsform können Fremdstoffe im Abgas mit hoher Wahrscheinlichkeit entfernt werden, da das an den Behälter **2** gelieferte Abgas zweimal durch die statischen Fluidmischer **30a**, **30b** strömt.

Fünfte Ausführungsform

[0115] Anschließend wird eine fünfte Ausführungsform wie folgt beschrieben.

[0116] Die **Fig. 6** ist ein schematisches Diagramm, das ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der fünften Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0117] In der **Fig. 6** sind Teile, die solchen der **Fig. 5** entsprechen, mit denselben Symbolen gekennzeichnet, und eine zugehörige Beschreibung wird weggelassen.

[0118] Wie es in der **Fig. 6** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der fünften Ausführungsform über dieselben Elemente wie die vierte Ausführungsform, jedoch mit der Ausnahme, dass es über ein Sprühdüsenelement **52c** verfügt, das von der über dem zweiten statischen Fluidmischer **30a** liegenden Leitung **51** abzweigt, wobei die Düse des Sprühdüsenelements **52** so nach unten hin angeordnet ist, dass sie dem statischen Fluidmischer **30a** zugewandt ist. Das Sprühdüsenelement **52c** liefert die Reinigungsflüssigkeit vom

oberen Teil der statischen Fluidmischer **30a** aus. Demgemäß stehen das Abgas und die Reinigungsflüssigkeit sowohl in derselben als auch in der entgegengesetzten Richtung in den statischen Fluidmischern **30a**, **30b** in wechselseitigem Kontakt.

[0119] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsform können Fremdstoffe im Abgas mit hoher Wahrscheinlichkeit entfernt werden, da die Reinigungsflüssigkeit in der Richtung entgegengesetzt zum durch den statischen Fluidmischer strömenden Abgas eingesprüht wird.

Sechste Ausführungsform

[0120] Anschließend wird eine sechste Ausführungsform wie folgt beschrieben.

[0121] Die **Fig. 7** ist ein schematisches Diagramm, das ein Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem **1** gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0122] In der **Fig. 7** sind Teile, die solchen der **Fig. 1** entsprechen, mit denselben Symbolen gekennzeichnet, und eine zugehörige Beschreibung wird weggelassen.

[0123] Wie es in der **Fig. 7** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der vierten Ausführungsform über dieselben Elemente wie die erste Ausführungsform, jedoch mit der Ausnahme einer anderen Form des Behälters **2**. Wie es in der **Fig. 7** dargestellt ist, verfügt das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der sechsten Ausführungsform über einen Behälter **2** mit einer Form, bei der der obere Teil desselben in der radialen Querschnittsfläche zur Oberseite des Behälters **2** hin allmählich zunimmt. Genauer gesagt, verfügt der Behälter **2** über die Form eines umgekehrten Kegels mit umgekehrt verjüngter Form, und der Abschnitt mit der umgekehrt verjüngten Form bildet die Trenn/Tropf-Einheit **21a**. Der Widerstand zwischen dem Abgas und der Luft kann durch Erhöhen des Volumens der Trenn/Tropf-Einheit **21a** erhöht werden, um die Luftmenge zu vergrößern, wodurch die Strömungsrate des Abgases verringert wird, das durch die Trenn/Tropf-Einheit **21a** strömt.

[0124] Beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem dieser Ausführungsform wird die Strömungsrate der im Abgas enthaltenen Tröpfchen verringert, da der obere Teil des Behälters **2** über eine zunehmende radiale Querschnittsfläche verfügt, wodurch die Strömungsrate des durch ihn strömenden Gases verringert wird. Demgemäß kann die Wirkung der auf die im Abgas enthaltenen Tröpfchen wirkenden Schwerkraft erhöht werden, wodurch es zum Herunterfallen einer erhöhten Anzahl von Tröpfchen in den unteren Teil des Behälters **2** kommt. So kann die Trenn(Sammel)effizienz für im Abgas enthaltene Tröpfchen verbessert werden.

[0125] Als Nächstes wird ein Mischelement, das eine andere Ausführungsform des statischen Fluidmischers **3** bildet, unter Bezugnahme auf die Bezeichnungen detailliert beschrieben. Die **Fig. 8A** ist eine perspektivische Ansicht eines Mischelements, und die **Fig. 8B** ist eine Draufsicht des Fluidmischers gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0126] Ein bei der Ausführungsform verwendetes Mischelement **70** verfügt über ein zylindrisches Kanalrohr **72** und eine erste Schaufelanordnung mit mehreren ersten, nach rechts verdrillten Spiralschaufeln **73**. Die erste Schaufel **73** besteht aus einem porösen Körper mit einer großen Anzahl von Öffnungen **74**. Innerhalb der ersten Schaufelanordnung mit den ersten Schaufeln **73** ist ein zylindrisches erstes Innenrohr **75** platziert. Das Innenrohr **75** verfügt über eine zweite Schaufelanordnung mit mehreren zweiten, nach rechts verdrillten Spiralschaufeln **76**, von denen jede aus einem porösen Körper mit einer großen Anzahl von Öffnungen **77** besteht. Im Inneren der zweiten Schaufelanordnung mit den zweiten Schaufeln **76** ist ein zylindrisches zweites Innenrohr **78** platziert, das über eine Öffnung **79** verfügt. Das zweite Innenrohr **78** ist vorhanden, um die mechanische Festigkeit gegen die Torsionsbelastung der zweiten Schaufeln **76** zu erhöhen. Diese Schaufel **73** ist spiralförmig in der Uhrzeigerrichtung (nach rechts) verdrillt zu einer Innenfläche des Kanalrohrs **72** hin ausgebildet, und ein Ende derselben ist mit einer Außenfläche des Innenrohrs **75** verbunden, während das andere Ende mit einer Innenfläche des Kanalrohrs **72** verbunden ist.

[0127] In ähnlicher Weise ist die zweite Schaufel **76** spiralförmig in der Uhrzeigerrichtung (nach rechts) verdrillt zu einer Innenfläche des ersten Innenrohrs **75** ausgebildet, und ein Ende derselben ist mit einer Außenfläche des zweiten Innenrohrs **78** verbunden, während das andere Ende mit einer Innenfläche des ersten Innenrohrs **72** verbunden ist. Das zweite Innenrohr **78** verfügt in seinem axialen Zentrum über eine Öffnung **79**, so dass die zweiten Schaufeln **76** versetzt gegenüber dem axialen Zentrum des zweiten Innenrohrs **78** positioniert sind; genauer gesagt, sind im axialen Zentrum des zweiten Innenrohrs **78** keine Schaufeln vorhanden.

[0128] Für den Verdrillungswinkel der ersten Schaufeln **73** und **76** besteht keine Einschränkung auf ungefähr 90 Grad. Der Verdrillungswinkel kann vorzugsweise im Bereich von ungefähr 5 bis 270 Grad liegen, bevorzugter im Bereich von ungefähr 10 bis 90 Grad, entsprechend dem Innendurchmesser des Mischelements **70**. Für die Anzahl der Schaufeln **73** und **76** besteht keine Einschränkung auf 12 bzw. 6, sondern die Anzahl der Schaufeln kann geeignet eingestellt werden.

[0129] Da das Mischelement **70** gemäß der Ausführungsform über die Spiralschaufeln **73**, **76** und die Öffnung **79** in seinem Zentrum verfügt, kann das in es eingeleitete Gas in die zwei folgenden Gasarten unterteilt werden: um die Schaufel herum erzeugtes Gas mit einer verzögerten Welle und an der Öffnung erzeugtes Gas mit einer geraden Welle. Demgemäß kann das in das Mischelement **70** eingeleitete Gas in die verschiedenen Schallwellen mit jeweils anderer Wellenlänge aufgeteilt werden. Die zwei Gasarten mit jeweils einer anderen Schallwelle können miteinander interferieren, um dadurch einen Schalldämpfungseffekt zu erzielen. Demgemäß können Geräusche, wie ein vom Gebläse erzeugtes Ausblasgeräusch, im System der Ausführungsform verringert werden.

[0130] Als Nächstes wird ein Mischelement, das noch eine andere Ausführungsform des statischen Fluidmischers **3** bildet, unter Bezugnahme auf Zeichnungen detailliert beschrieben. Die **Fig. 9A**, **Fig. 9B** sind perspektivische Ansichten eines Mischelements mit einer Verdrillung von 90 Grad gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

[0131] Mischelemente **80** und **90** verfügen über zylindrische Kanalrohre **82** bzw. **92** sowie Spiralschaufeln **83**, **84** bzw. **93**, **94**, die in den jeweiligen Kanalrohren **82** bzw. **92** vorhanden sind. Die Schaufeln **83**, **84** und **93**, **94** sind um ungefähr 90 Grad in der Uhrzeigerrichtung (nach rechts) bzw. der Gegenuhrzeigerrichtung (nach links) verdrillt. Fluidkanäle **85**, **86** und **95**, **96** sind dadurch gebildet, dass die Schaufeln **83**, **84** bzw. **93**, **94** vorhanden sind.

[0132] Im axialen Zentrum der Kanalrohre **82**, **92** sind weder Schaufeln **83**, **84** noch Schaufeln **93**, **94** vorhanden. Demgemäß sind in den axialen Zentren der Kanalrohre **82**, **92**, wo keine Schaufeln vorhanden sind, Öffnungen **87**, **97** gebildet. So stehen Fluidkanäle **85**, **86** und Fluidkanäle **95**, **96** oder **15b** entlang der vollständigen Länge der Kanalrohre **82** und **92** über die Öffnungen **87** und **97** in Verbindung.

[0133] Der statische Fluidmischer **3** enthält die Mischelemente **80** und **90**, die abwechselnd in ein zylindrisches Gehäuse gepackt sind, und die Ränder der Schaufeln **83**, **84** des Mischelements **80** sowie die Schaufeln **93**, **94** des Mischelements **90** sind rechtwinklig zueinander angeordnet.

[0134] Während zwei Arten von Fluiden (nicht dargestellt) wechselseitig in entgegengesetzten Richtungen durch den Fluidkanal des auf die oben beschriebene Weise konfigurierten statischen Fluidmischers **3** strömen, wird ein Teil des Fluids spiralförmig um 90 Grad verdrillt, während der andere Teil desselben an der Öffnung abgeschert wird und dann sich mit dem Fluid vereinigt, das durch die anderen Fluidkanal geströmt ist, es weiter unterteilt wird und umgekehrt wird. Die sich ergebenden Fluide werden danach weiter in entgegengesetzten Richtungen um 90 Grad spiralförmig verdrillt. Die zwei Arten von Fluiden werden so wechselseitig vermischt, während das Fluid im statischen Fluidmischer **3** eine Verdrillung, Scherung, Vereinigung, Aufteilung und Umkehrung erfährt. Alternativ kann der statische Fluidmischer **3** über zwei Schaufeln verfügen, die um 180 Grad verdrillt sind, anstatt denen, die um 90 Grad verdrillt sind, wie es bei der Ausführungsform beschrieben ist.

[0135] Für den Verdrillungswinkel der im statischen Fluidmischer verwendeten Schaufel besteht keine Einschränkung auf die oben beschriebenen; jedoch kann der statische der Verdrillungswinkel Schaufeln beinhalten, die um 15, 30, 60, 135, 270 oder 360 Grad verdrillt sind. Für den statischen Fluidmischer besteht keine Einschränkung auf die oben beschriebenen, sondern beim Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsformen können in geeigneter Weise verschiedene Typen statischer Fluidmischer verwendet werden.

[0136] Das oben genannte Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem der Ausführungsformen kann in geeigneter Weise für Behandlungen von Abgasen in Halbleiterherstellereinrichtungen, wie CVD, Herstellereinrichtungen für synthetischen Quarz, wie SiCl_4 oder SiH_2Cl_2 , in Herstellereinrichtungen für faseroptische Kabel, wie SiO_2 oder HCl , in Herstellereinrichtungen für Leuchtdioden wie $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$ oder $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$, Staub in metallischen oder nichtmetallischen Raffinerindustrien unter Verwendung von Hochöfen und Schmelzern sowie beim aus Verbrennungsanlagen ausgelassenen Abgas wie SO_x oder NO_x , verwendet werden.

[0137] Das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß den Ausführungsformen der Erfindung ist nicht auf die System der oben genannten Ausführungsformen eingeschränkt, und es ist zu beachten, dass verschiedene Ände-

rungen und Modifizierungen, beispielsweise betreffend das Material oder die Struktur, vorgenommen werden können, ohne vom Grundgedanken oder Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Genauer gesagt, können Sprühdüsenrichtungen der Sprühdüsenelemente geeignet entweder nach oben oder unten ausgewählt werden. Das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem kann über einen statischen Fluidmischer mit Spiralschaufeln verfügen, die an der Innenwand des Behälters angebracht sind. Ferner kann das Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem gemäß den Ausführungsformen der Erfindung die erste Flüssigkeitliefereinrichtung aufweisen, die dampfförmige Reinigungsflüssigkeit an den statischen Fluidmischer liefert.

[0138] Es ist vom Fachmann zu beachten, dass abhängig von Designerfordernissen und anderen Faktoren verschiedene Modifizierungen, Kombinationen, Unterkombinationen und Abänderungen auftreten können, insoweit sie innerhalb des Schutzzumfangs der beigefügten Ansprüche oder deren Äquivalente liegen.

Patentansprüche

1. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1),
mit:

einem Behälter (2), der ungefähr senkrecht zum Boden in einer Längsrichtung angeordnet ist;
einem ersten statischen Fluidmischer (3) im Behälter (2) mit einem Kanalrohr (17) und einer in diesem vorhandenen Spiralschaufel (18);
einer Gasliefereinrichtung (4) zum Liefern von Gas mit Fremdstoffen an den ersten statischen Fluidmischer (3) vom unteren Ende des Behälters (2) her;
einer Gasauslasseinrichtung (9) zum Auslassen des Gases, das durch den ersten statischen Fluidmischer (3) gelaufen ist, aus dem oberen Ende des Behälters (2);
einer ersten Flüssigkeitliefereinrichtung (5) zum Liefern von einer ersten Flüssigkeit an den ersten statischen Fluidmischer (3); und
einer Flüssigkeitsauslasseinrichtung (10) zum Auslassen der von der ersten Flüssigkeitliefereinrichtung (5) gelieferten ersten Flüssigkeit zur Außenseite des Behälters (2),
wobei die Gasliefereinrichtung (4) über einen Gasgenerator (40) zum Erzeugen von Gas, eine Gaslieferleitung (41), die den Gasgenerator (40) mit dem Behälter (2) verbindet, eine Gebläsevorrichtung (7, 42), die mit der Gaslieferleitung (41) zwischen dem Gasgenerator (40) und dem Behälter (2) verbunden ist, und die ausgebildet ist, um durch Rotieren von Schaufeln davon das vom Gasgenerator (40) generierte Gas an den ersten statischen Fluidmischer (3) in dem Behälter (2) von dem unteren Ende des Behälters (2) zu liefern, eine mit der Gebläsevorrichtung (7, 42) verbundene Auslassleitung (43), und eine zweite Flüssigkeitliefereinrichtung (6), die eine zweite Flüssigkeit an die Gaslieferleitung (41) zwischen dem Gasgenerator (40) und der Gebläsevorrichtung (7, 42) liefert, verfügt, wobei die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung (6) eine zweite mit der Gaslieferleitung (41) zwischen dem Gasgenerator (40) und der Gebläsevorrichtung (7, 42) verbundene Leitung (61), eine mit der zweiten Leitung (61) verbundene zweite Flüssigkeitlieferquelle (60), und ein mit der zweiten Leitung (61) verbundenes und in der Gaslieferleitung (41) angeordnetes Sprühdüsenelement (62) aufweist, und wobei die zweite Flüssigkeitliefereinrichtung (6) die zweite Flüssigkeit sprühförmig oder dampfförmig von der zweiten Flüssigkeitlieferquelle (60) an die Gaslieferleitung (41) über das Sprühdüsenelement (62) liefert, sodass Teilchen, die im Gas, das durch die Gaslieferleitung (41) fließt, enthalten sind, und die erhöhte Durchmesser und erhöhten Wassergehalt auf Grund von Zusammenstoß mit und Anhaften an die zweite an die Gaslieferleitung (41) über das Sprühdüsenelement (62) gelieferte Flüssigkeit haben, in der zweiten Flüssigkeit gelöst werden und mit der zweiten Flüssigkeit über die mit der Gebläsevorrichtung (7, 42) verbundene Auslassleitung (43) unter Ausnutzung der Rotationskraft der Schaufeln der Gebläsevorrichtung (7, 42) nach außen ausgelassen werden, wodurch das Anhaften oder das Wachsen der in dem Gas enthaltenen Teilchen an den Schaufeln der Gebläsevorrichtung (7, 42) verhindert wird.

2. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) gemäß Anspruch 1, ferner mit einem zweiten statischen Fluidmischer (31) in der Gaslieferleitung (41) zwischen dem Gasgenerator (40) und der Gebläsevorrichtung (7, 42).

3. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1,
bei dem die erste Flüssigkeitliefereinrichtung (5) ein oberes Sprühdüsenelement (52a) zum Liefern der ersten Flüssigkeit an den ersten statischen Fluidmischer (3) von einem oberen Teil des Behälters (2) sowie ein unteres Sprühdüsenelement (52b) zum Liefern der ersten Flüssigkeit an den ersten statischen Fluidmischer (3) von einem unteren Teil des Behälters (2) aufweist.

4. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 3,
bei dem eine Düse des unteren Sprühdüsenelements (52b) so angeordnet ist, dass sie dem ersten statischen Fluidmischer (3) zugewandt ist.

5. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1, bei dem die Flüssigkeitsauslasseinrichtung (10) eine Auslassleitung (22) aufweist, die in einer Seitenwand des Behälters (2) vorhanden ist.

6. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1, wobei die erste Flüssigkeitsliefereinrichtung (5) ferner ein erstes Strömungssteuerungsventil (53), welches eine Menge der ersten Flüssigkeit, die von der ersten Flüssigkeitsliefereinrichtung (5) an den Behälter (2) geliefert wird, steuert, und wobei die Menge der von der ersten Flüssigkeitsliefereinrichtung (4) an den Behälter (2) gelieferten ersten Flüssigkeit im Bereich von ungefähr 0,1 bis 20 l/m³ betreffend ein Flüssigkeit/Gas-Verhältnis liegt, bezogen auf eine Menge des Gases, das von der Gasliefereinrichtung (4) an den Behälter (2) geliefert wird.

7. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1, wobei die zweite Leitung (61) ein zweites Strömungssteuerungsventil (63), welches eine Menge der zweiten Flüssigkeit, die von der zweiten Flüssigkeitslieferquelle (60) an das Sprühdüsenelement (62) geliefert wird, steuert, und wobei die Menge der von der zweiten Flüssigkeitsliefereinrichtung (6) an die Gebläsevorrichtung (7, 42) gelieferten zweiten sprühförmigen Flüssigkeit im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf eine Menge des von der Gasliefereinrichtung (4) an die Gebläsevorrichtung (7, 42) gelieferten Gases liegt.

8. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1, wobei die zweite Leitung (61) ein zweites Strömungssteuerungsventil (63), welches eine Menge der zweiten Flüssigkeit, die von der zweiten Flüssigkeitslieferquelle (60) an das Sprühdüsenelement (62) geliefert wird, steuert, und wobei die Menge der von der zweiten Flüssigkeitsliefereinrichtung (6) an die Gebläsevorrichtung (7, 42) gelieferten zweiten dampfförmigen Flüssigkeit im Bereich von ungefähr 0,01 bis 0,5 Vol.-% bezogen auf eine Menge des von der Gasliefereinrichtung (4) an die Gebläsevorrichtung (7, 42) gelieferten Gases liegt.

9. Gas/Flüssigkeit-Kontaktsystem (1) nach Anspruch 1, bei dem der Behälter (2) eine umgekehrt verjüngte Form aufweist, bei der die radiale Querschnittsfläche eines oberen Teils des Behälters (2) in der Richtung nach oben allmählich zunimmt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

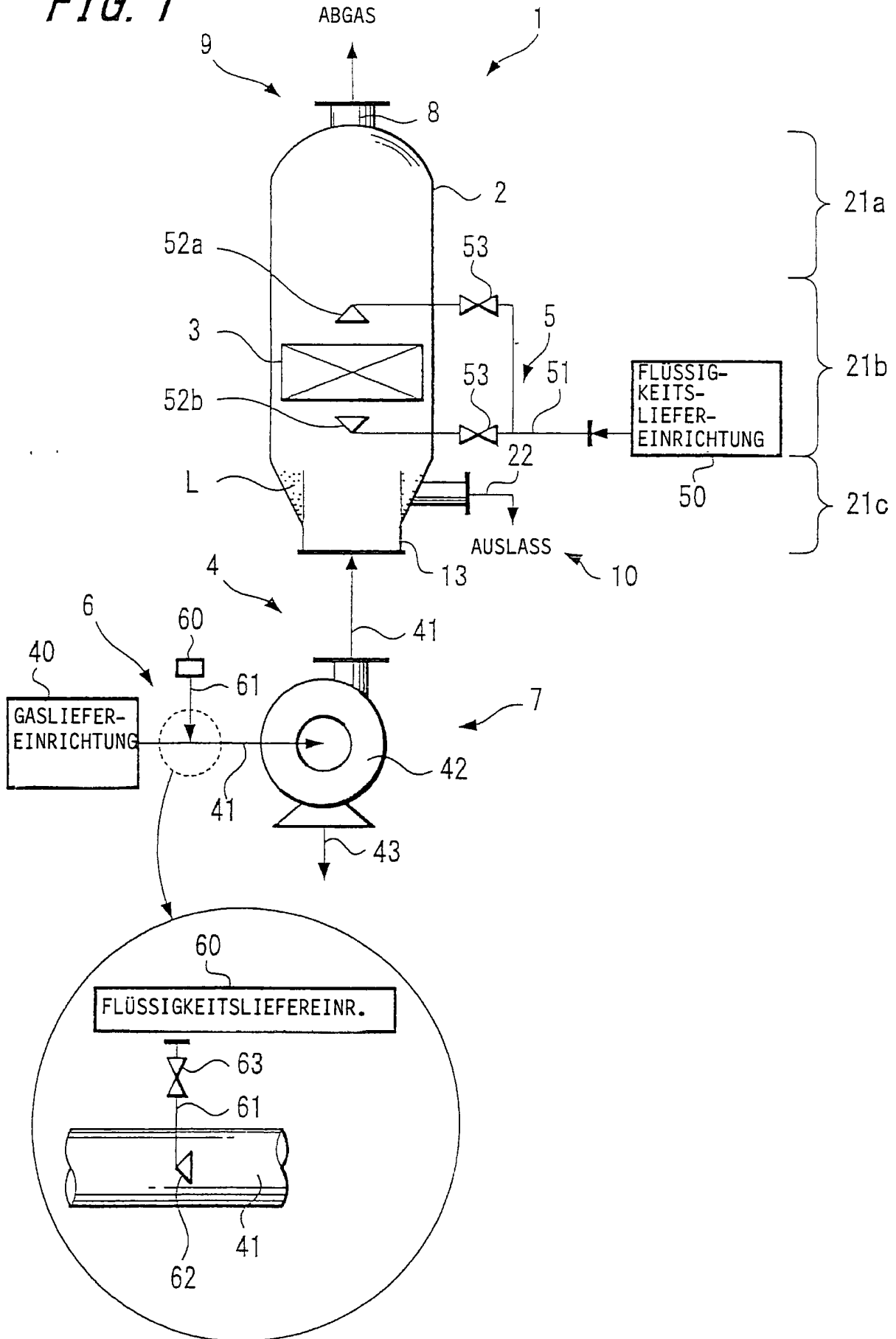


FIG. 2A

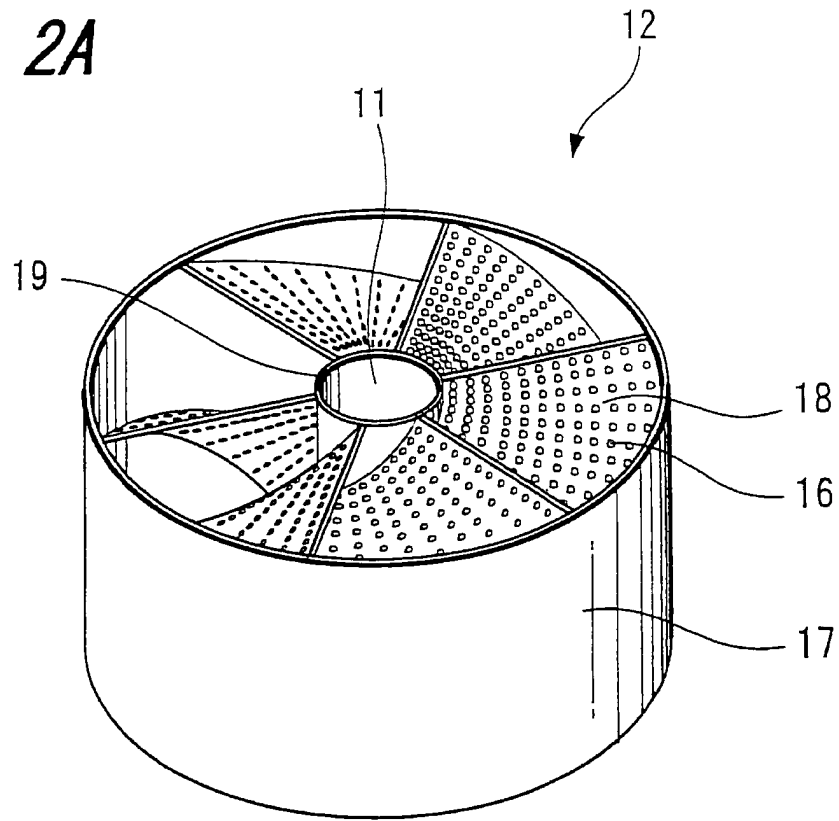


FIG. 2B

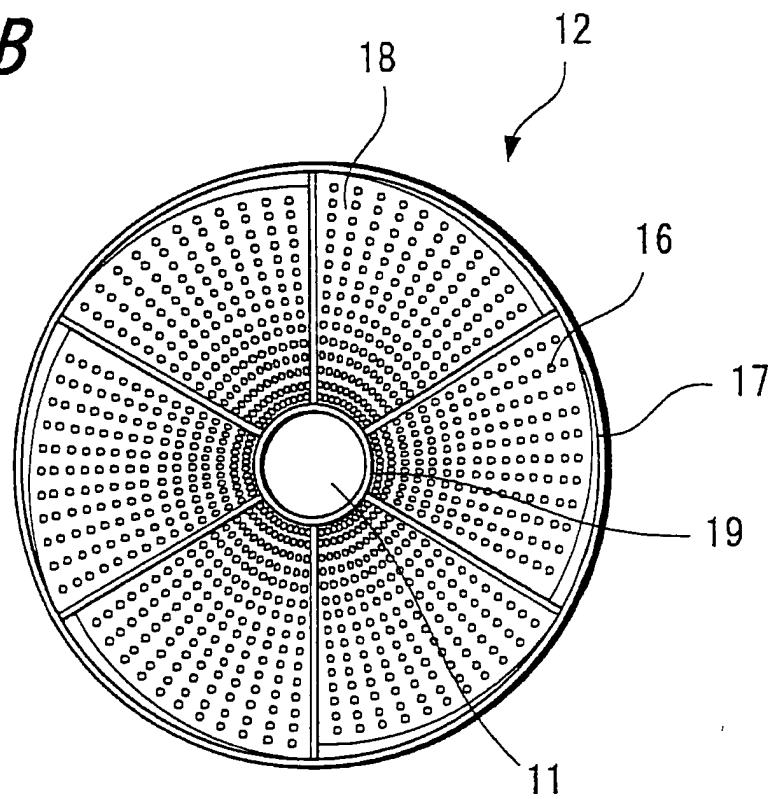


FIG. 3

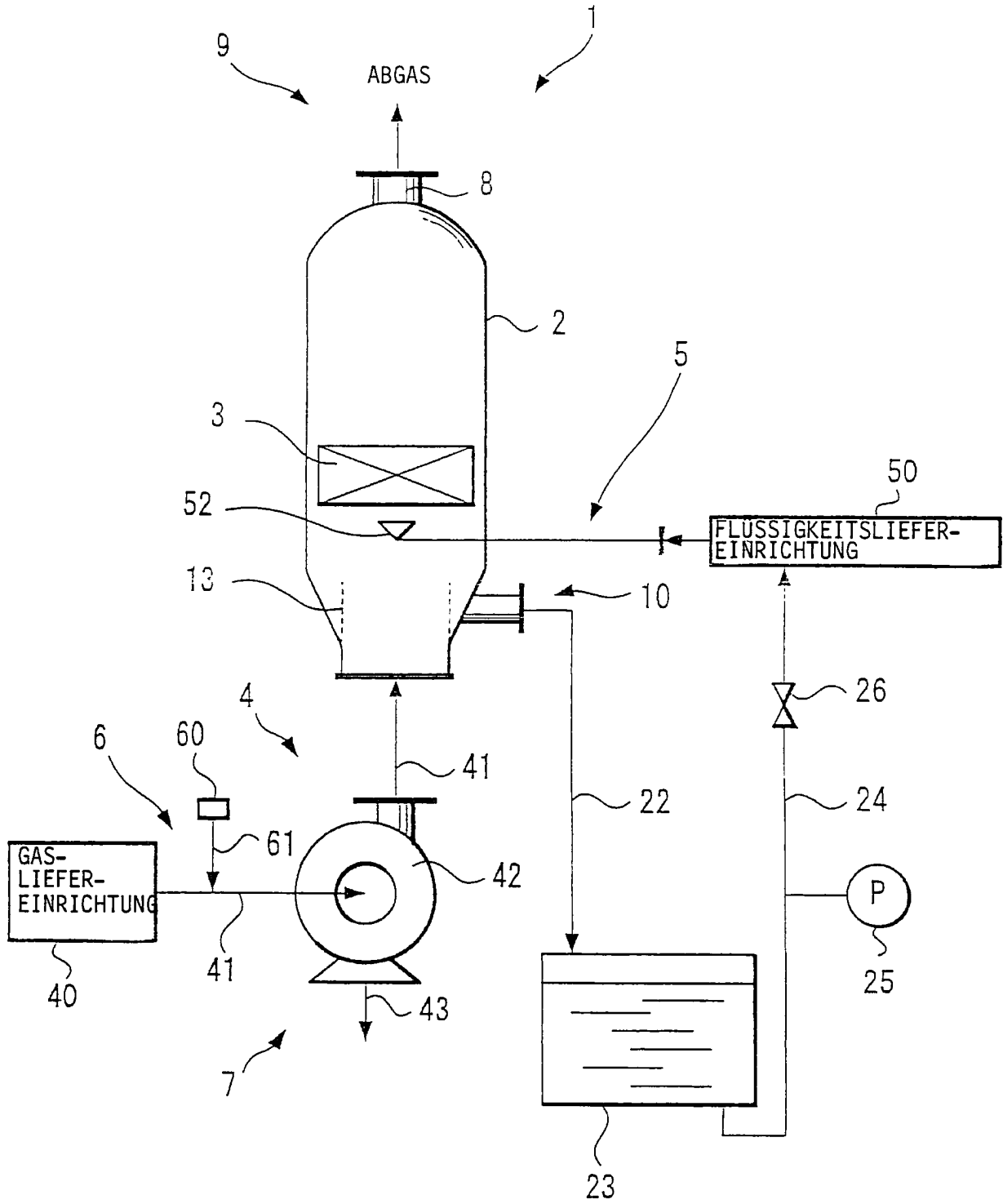


FIG. 4

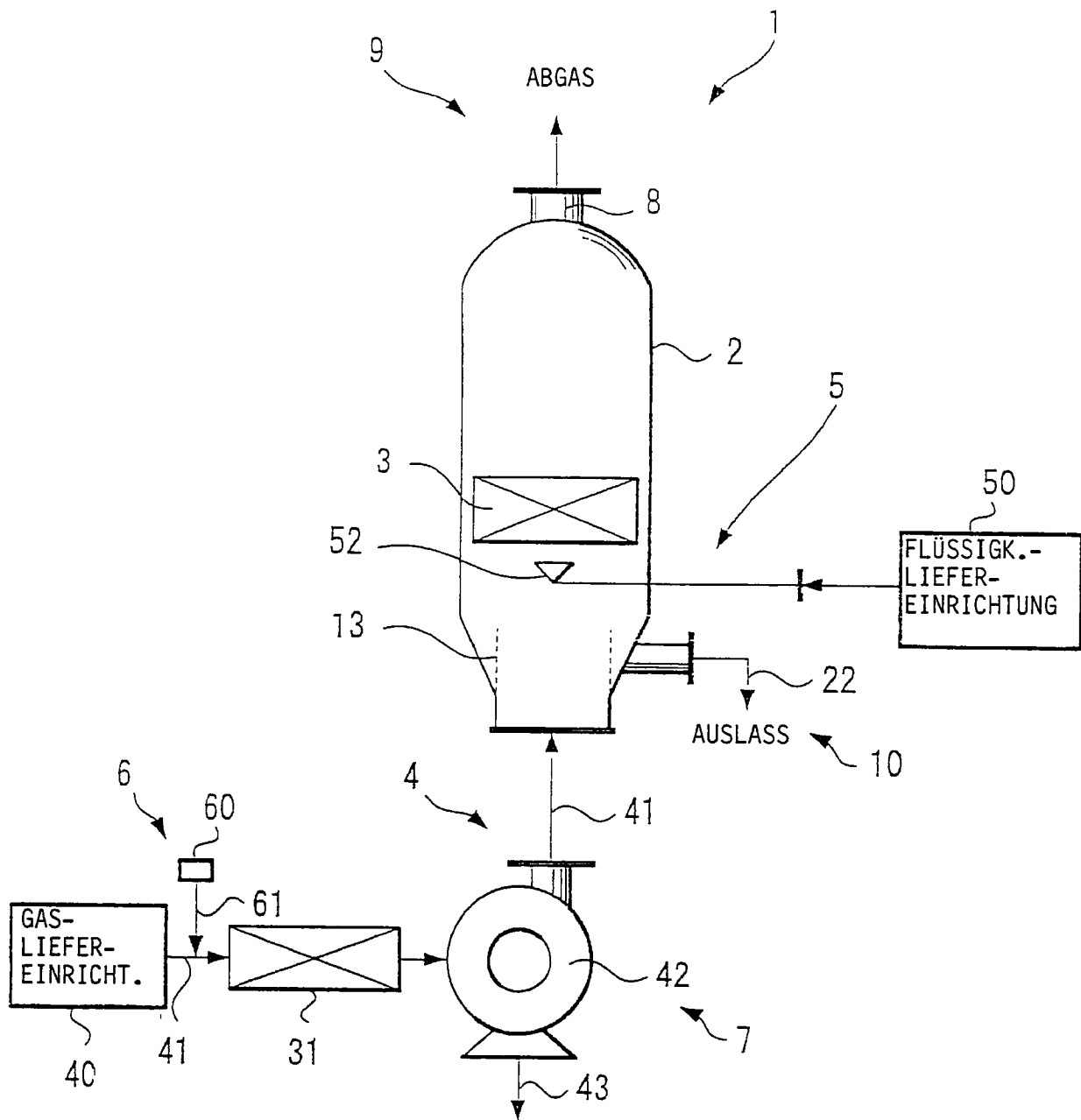


FIG. 5

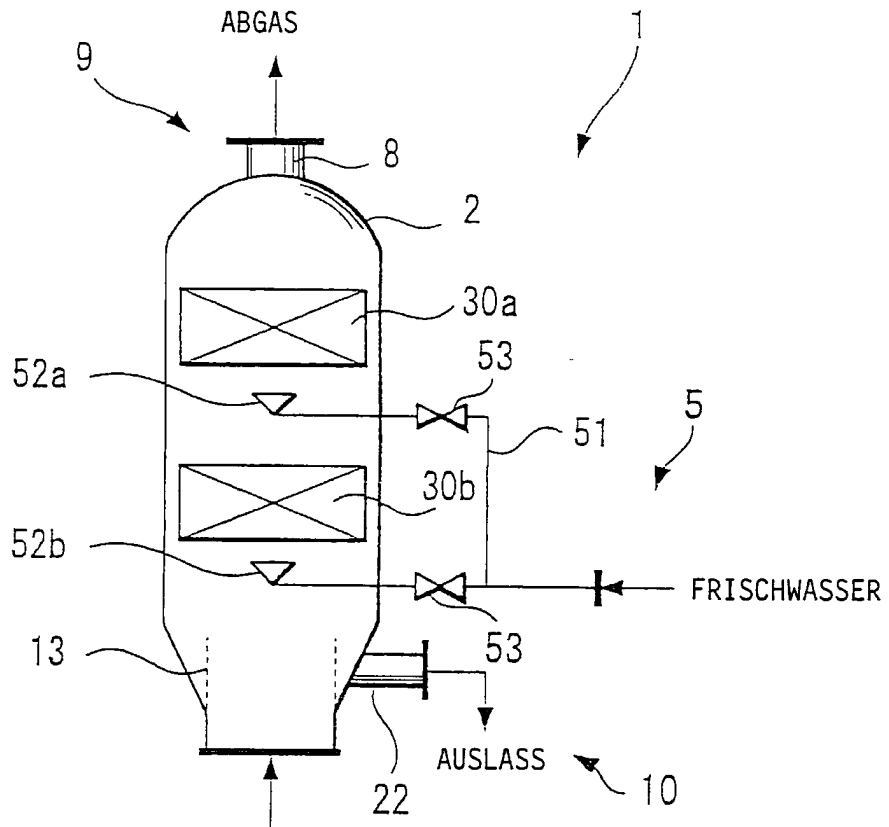


FIG. 6

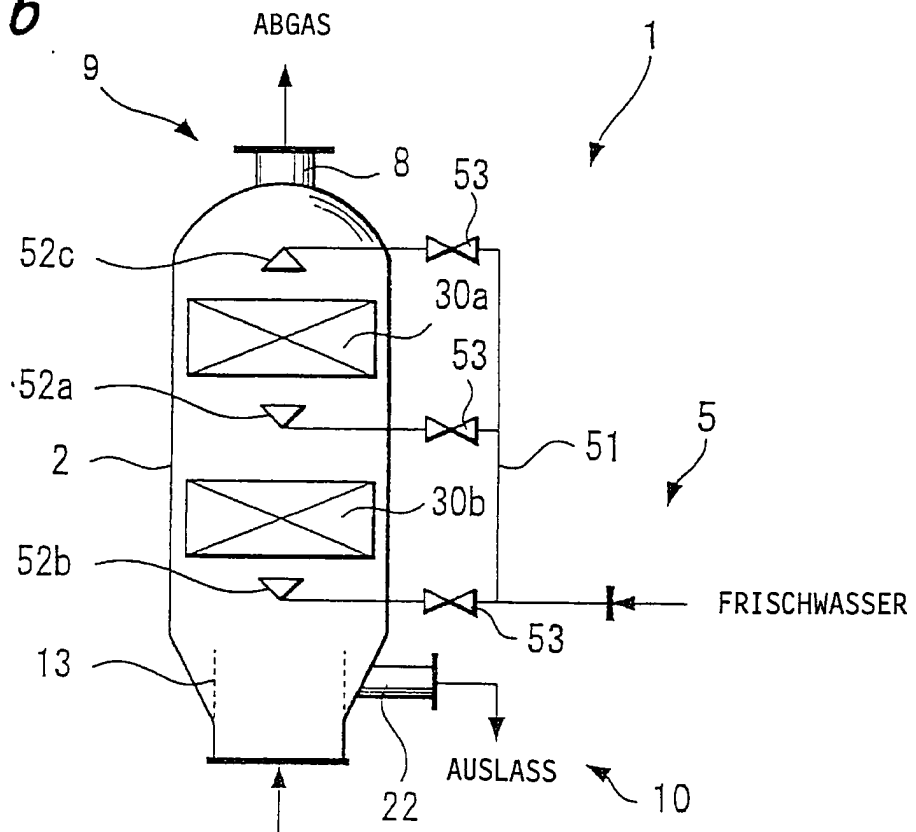


FIG. 7

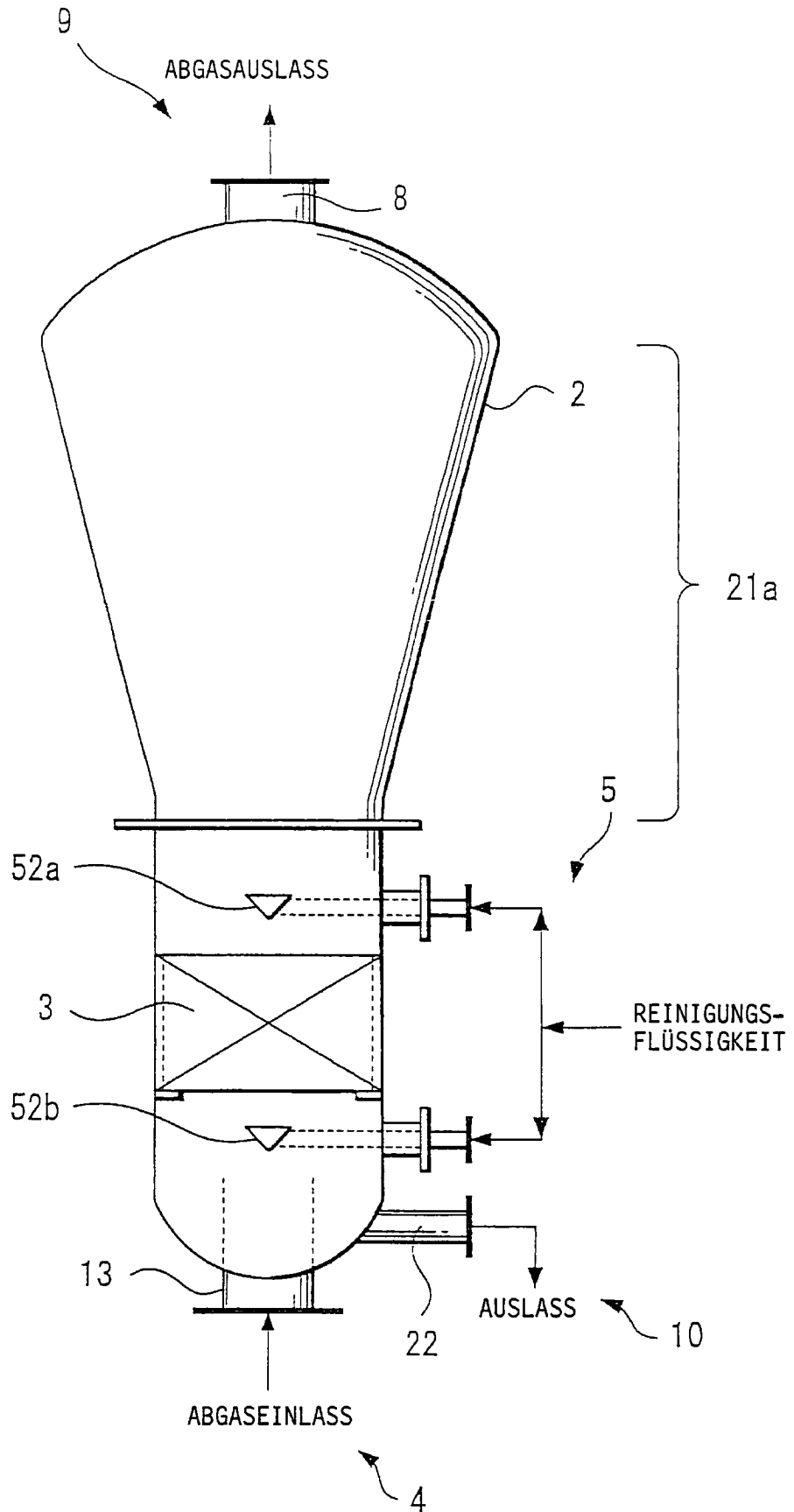


FIG. 8A

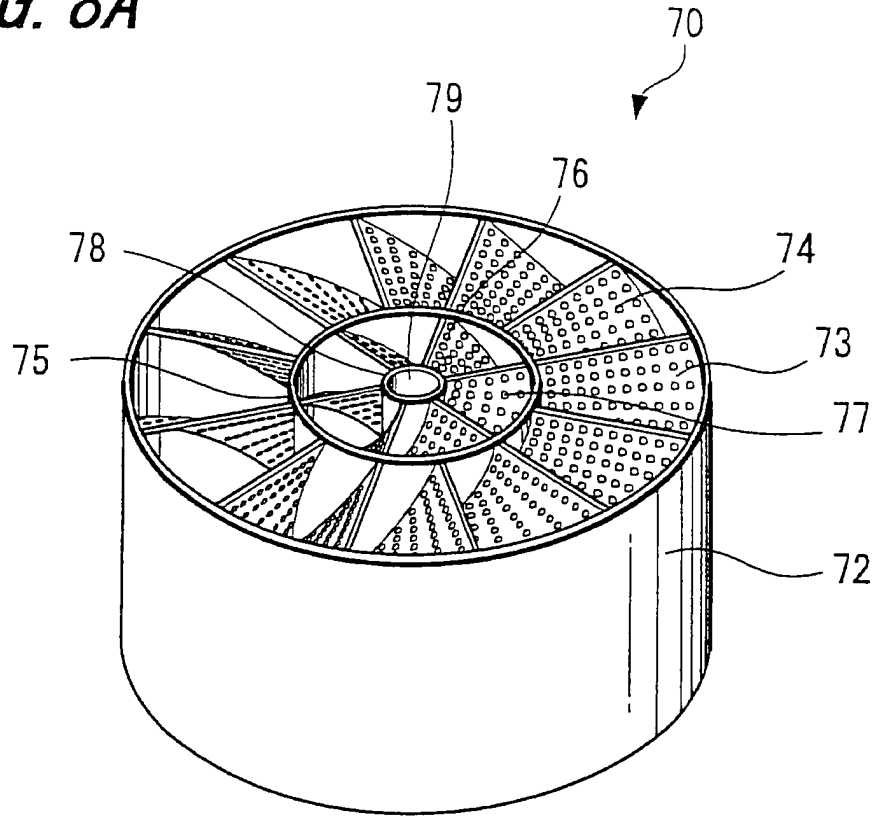


FIG. 8B

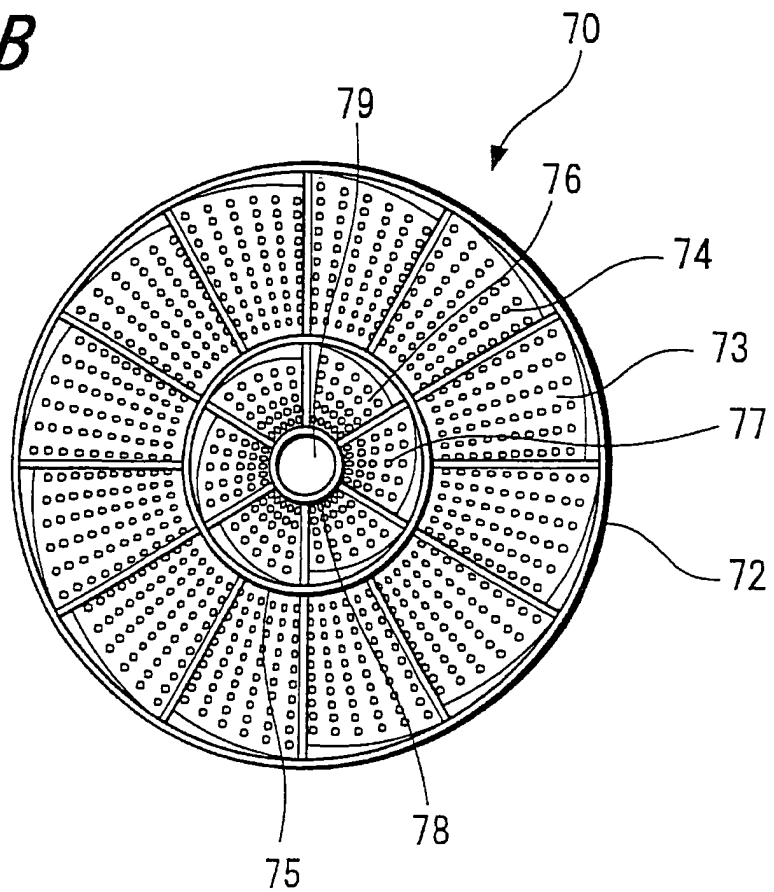


FIG. 9A

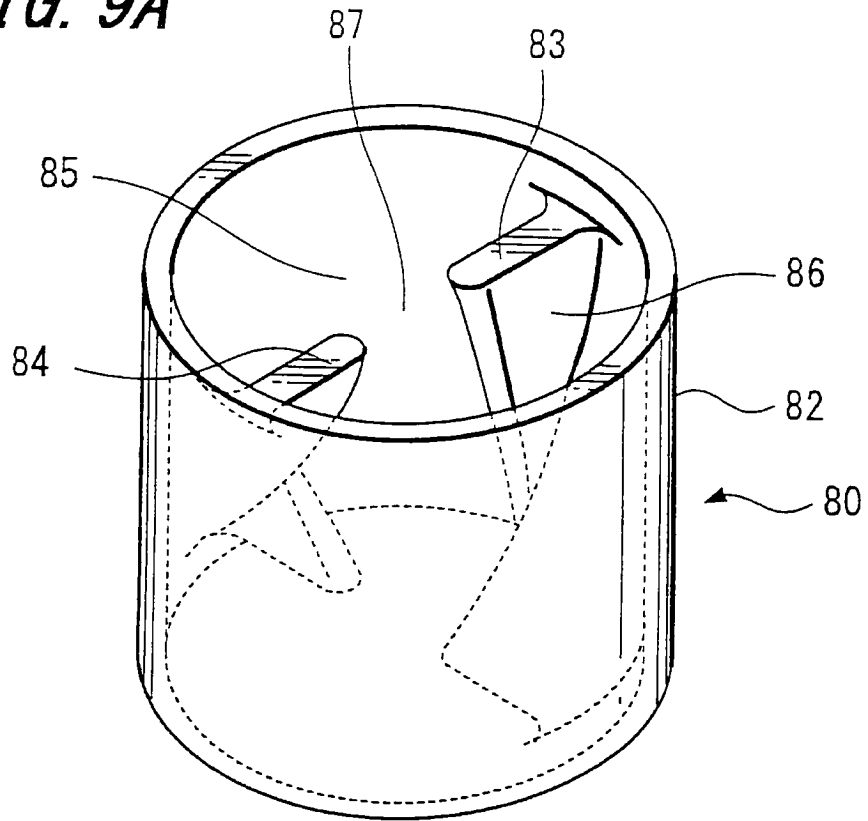


FIG. 9B

