

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 794/2012  
(22) Anmeldetag: 17.07.2012  
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2013

(51) Int. Cl. : **B01D 53/18** (2006.01)  
**B01D 53/14** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 19640075 C1  
DE 69103747 T2  
WO 199833577 A1  
JP 2000210533 A

(73) Patentanmelder:  
ANDRITZ ENERGY & ENVIRONMENT GMBH  
8074 RAABA (AT)

(72) Erfinder:  
Baumann Christian Dipl.Ing.  
Judendorf-Straßengel (AT)  
Köck Josef Ing.  
Graz (AT)  
Reissner Harald Dr.  
Hausmannstätten (AT)  
Resch Andreas Ing.  
Graz (AT)

(54) **Anlage und Verfahren zur Absorption von Einzelkomponenten in Gasen**

(57) Den Gegenstand dieser Erfindung bildet eine Anlage (1) zur Absorption von Einzelkomponenten wie Schadstoffe oder Wertstoffe in Gasen, insbesondere in Rauchgasen, bei der eine Absorptionslösung (5) in einem Absorptionsraum (3) mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei die Absorptionslösung (5) über Sprühdüsen (8, 8a, 8b) in den Absorptionsraum (3) eingebracht wird. Der Absorptionsraum (3) weist dabei oberhalb der Gaszufuhr (6) eine Gasverteilungsebene (7) auf, durch die Turbulenzen im zugeführten Gasstrom hervorgerufen werden. Erfindungsgemäß weist diese Gasverteilungsebene (7) Sprühdüsen (8, 8a, 8b) auf, über die die Absorptionslösung (5) zugeführt wird. Den Gegenstand dieser Erfindung bildet auch ein Verfahren zur Absorption von Schadstoffen und Wertstoffen in Gasen.

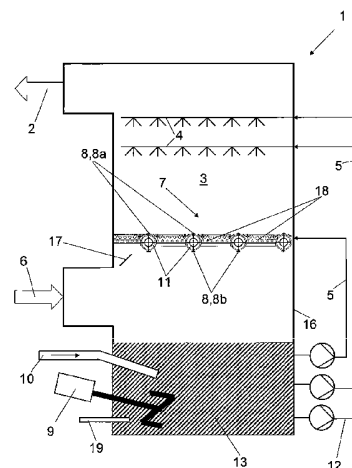


Fig. 1

### Zusammenfassung

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet eine Anlage (1) zur Absorption von Einzelkomponenten wie Schadstoffe oder Wertstoffe in Gasen, insbesondere in Rauchgasen, bei der eine Absorptionslösung (5) in einem Absorptionsraum (3) mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei die Absorptionslösung (5) über Sprühdüsen (8, 8a, 8b) in den Absorptionsraum (3) eingebracht wird. Der Absorptionsraum (3) weist dabei oberhalb der Gaszufuhr (6) eine Gasverteilungsebene (7) auf, durch die Turbulenzen im zugeführten Gasstrom hervorgerufen werden. Erfindungsgemäß weist diese Gasverteilungsebene (7) Sprühdüsen (8, 8a, 8b) auf, über die die Absorptionslösung (5) zugeführt wird. Den Gegenstand dieser Erfindung bildet auch ein Verfahren zur Absorption von Schadstoffen und Wertstoffen in Gasen.

(Fig. 1)

## **Anlage und Verfahren zur Absorption von Einzelkomponenten in Gasen**

Den Gegenstand dieser Erfindung bildet eine Anlage zur  
5 Absorption von Einzelkomponenten (z.B. Schadstoffe oder  
Wertstoffe) in Gasen, bei der eine Absorptionslösung in  
einem Absorptionsraum mit dem Gas in Kontakt gebracht wird.  
Die Absorptionslösung wird dabei über Sprühdüsen in den  
Absorptionsraum eingebracht, wobei der Absorptionsraum  
10 oberhalb einer Zufuhröffnung für das Gas eine  
Gasverteilungsebene aufweist, durch die Turbulenzen bzw.  
Verwirbelungen im zugeführten Gasstrom hervorgerufen  
werden.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Absorption  
15 von Schadstoffen in Gasen.

Bei vielen industriellen Prozessen, insbesondere bei  
Verbrennungsprozessen, entstehen Abgase bzw. Abluft, welche  
saure Komponenten wie Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Salzsäure ( $\text{HCl}$ ),  
20 Fluorwasserstoff ( $\text{HF}$ ) und/oder Stickoxide ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ )  
enthalten, die aufgrund ihrer Schädlichkeit für das  
Ökosystem als Schadstoffe bezeichnet werden oder auch  
Wertstoffe, wie z.B. Metalloxide, die durch den  
Behandlungsprozess in einen gasförmigen Zustand versetzt  
25 werden.

Zum Schutz der Umwelt wurden daher gesetzliche Bestimmungen  
für zulässige Grenzwerte von Stoffen in Abgasen erlassen.  
Damit diese Grenzwerte eingehalten werden können, ist in  
vielen Fällen eine Reinigung der Abgase erforderlich.

30

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Technologien  
zur sogenannten nassen Abgasbehandlung bekannt, die bereits  
industriell eingesetzt werden. Bei diesen Verfahren im

Kraftwerksbereich wird für die Abscheidung von Schadstoffen ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ) eine Absorptionslösung verwendet. Meist handelt es sich dabei um ein Kalziumsorbens (Kalkstein, Branntkalk und Kalkhydrat). Diese Kalziumverbindungen werden mit Wasser angemischt, liegen danach als Suspension vor und werden in einem Absorptionsraum mit den im Rauchgas vorliegenden sauren Gasen in Kontakt gebracht, sodass die Absorption der Schadstoffe von der gasförmigen in die flüssige Phase stattfinden kann. Die in die flüssige Phase absorbierten sauren Schadstoffe liegen danach gelöst in ionischer Form vor und reagieren mit den in der Suspension gelösten Kalzium Ionen des Kalksorbens.

Die sich daraus ergebenden Reaktionsprodukte können in Abhängigkeit der weiteren Prozessführung in der Suspension gelöst bleiben, bei entsprechender Übersättigung Kristalle bilden und schlussendlich sogar in fester Form ausfallen. Der überwiegende Schadstoff in Abgasen aus dem Kraftwerkssektor, insbesondere bei öl- und kohlegefeuerten Verbrennungsprozessen, ist Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$ .

In sogenannten Rauchgasentschwefelungsanlagen wird das  $\text{SO}_2$  aus dem Rauchgas mit den zuvor beschriebenen Verfahren abgetrennt, wobei als Absorptionslösung hauptsächlich Kalkstein in Form einer Kalksteinsuspension eingesetzt wird. In diesen Anlagen entsteht aus dem absorbierten Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$  und dem gelösten Kalkstein in der Suspension nach Oxidations- und Kristallisationsprozessen verwertbarer Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, den Absorptionsraum für die Rauchgasentschwefelung als Sprühturm in Form einer Tropfensäule auszuführen. In diesem Sprühturm wird die Kalksteinsuspension über mehrere in der

Regel horizontal angeordnete Sprühebene mit Sprühdüsen in einem vertikal rauchgasdurchströmten Apparat versprüht. Die aus den Sprühdüsen austretenden Kalksteinsuspensionstropfen treten mit dem strömenden Rauchgas in Kontakt und es kommt zu Wärme und Stofftransportvorgängen. Diese Anlagen weisen oft auch oberhalb der Gaszufuhr eine Gasverteilungsebene (z.B. REA-Plus-Ebene oder Tray) auf, durch die das zugeführte Gas einerseits vergleichmäßig wird und durch die andererseits ein hochturbulentes Suspensionsregime (Flüssigkeitsschicht) erzeugt wird. Die Gasverteilungsebene besteht beispielsweise aus einer Vielzahl von miteinander verbundenen Rohen.

Das im Rauchgas enthaltene Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$  wird durch Absorption in den Suspensionstropfen gelöst und reagiert infolge mit den ebenfalls gelösten Kalziumionen ( $\text{Ca}^{++}$ ) über Zwischenstufen zu Kalziumsulfid und nach weiterer Oxidation durch den im Tropfen gelöst vorliegenden Sauerstoff zu Kalziumsulfat.

Die Suspensionstropfen fallen nach unten und nehmen entlang ihres Weges kontinuierlich Schwefeldioxid auf. Im unteren Bereich des Kontaktapparates werden sie in einem sog. Sumpf gesammelt und zur Erhöhung der Kontaktzeit durch ein Umwälzsystem erneut über die Sprühebene mit dem Rauchgas in Kontakt gebracht.

Durch entsprechende Regel- und Steuerkreise wird dem Absorptionsraum kontinuierlich Kalksteinsuspension, Prozesswasser (Verdampfungsverlust der Tropfen) und Oxidationsluft zudosiert sowie auch Suspension aus dem Sumpf abgezogen, sodass sich ein stationärer Zustand einstellt. Die abgezogene Suspension aus dem Sumpf wird in

der Regel einer nachgeschalteten Entwässerung zur Gewinnung von Gips zugeführt.

Nachteilig an der beschriebenen Rauchgaswäsche mittels Sprühtürmen sind die erforderlichen Abmessungen der Anlagen mit 20- 40 m hohen Türmen und der vergleichsweise hohe Energieverbrauch.

Bei anderen Ausführungen wie sie in der US 6,051,055 beschrieben werden, wird die Absorptionslösung über nach oben gerichtete Sprühdüsen in den Absorptionsraum versprüht. Im Absorptionsraum gibt es neben den Sprühdüsen keine weiteren Einbauten, die zu einer Vergleichmäßigung der Gasströmung führen.

Als Alternative dazu ist aus der WO 2010/006848 eine Anlage bekannt, bei welcher das Gas in einer ersten Stufe als disperse Phase durch eine Suspensionsschicht und in einer zweiten Stufe als kontinuierliche Phase geführt wird, in welche die Suspension als disperse Phase eingesprüht wird und wobei die beiden Stufen in einem einzelnen Waschturm baulich vereint sind. Hier werden also die Vorteile von Tropfen- und Blasensäule durch Kombination der beiden Verfahren in einem gemeinsamen Kontaktapparat genutzt.

Nachteilig bei dieser Anlage ist, dass die Suspensionszuführung der ersten Stufe durch eine separate Suspensionsverteilungsebene erfolgt, welche die Gesamtbauhöhe des Kontaktapparats erhöht. Durch die Bauhöhe der Suspensionsverteilungsebene ergibt sich ein Nachteil sowohl im Energiebedarf als auch im Materialbedarf durch die Verwendung einer Unterkonstruktion und einer separaten Sprühebene für die erste Stufe.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die beschriebenen Verfahren zu verbessern.

5 Gelöst wird die Aufgabe mit einer Anlage zur Absorption von Einzelkomponenten wie Schadstoffe oder Wertstoffe in Gasen, bei der die Gasverteilungsebene Sprühdüsen aufweist, über die die Absorptionslösung zugeführt wird.

Die erfindungsgemäße Anlage weist also eine Gasverteilungsebene mit integrierter Suspensionszufuhr auf.

10 Die Gasverteilungsebene hat somit die Funktion, das zugeführte Gas zu verteilen und zu vergleichmäßigen, ein turbulentes Absorptionsregime auszubilden und die Absorptionslösung zuzuführen.

15 Der Vorteil dieser Erfindung liegt im geringen erforderlichen Pumpendifferenzdruck, der für die Umwälzung der Absorptionsflüssigkeit erforderlich ist. Zum einen reicht für die Einbringung der Absorptionslösung ein geringerer Düsenvordruck (0,2 bis 0,4 bar; vgl.

20 Standarddüsen 0,5 bis 1 bar) aus, der Großteil der Energieeinsparung ergibt sich allerdings durch die geringere geodätische Höhendifferenz, die die Pumpe überwinden muss, da die Zugabe der Absorptionslösung auf der Höhe der Gasverteilungsebene (REA Plus Ebene) erfolgt.

25 Durch dieses Konzept ergibt sich in Summe eine sehr gute Energieausnutzung bei unterschiedlichen Lastfällen.

Die Sprühdüsen sind vorzugsweise als Pralldüsen ausgebildet, dadurch kann die Absorptionslösung in der 30 Gasverteilungsebene fein verteilt werden.

Die Sprühdüsen sind dabei vorzugsweise nach oben gerichtet, also in Strömungsrichtung des Gases.

In einer Ausführungsform der Anlage kann die Absorptionslösung von der Gasverteilungsebene aus auch zusätzlich über weitere nach unten gerichtete Sprühdüsen versprüht werden, dadurch wird ein zusätzlicher

5 Quencheffekt unterhalb der Gasverteilungsebene geschaffen.

Es ist günstig, wenn oberhalb der Gasverteilungsebene eine oder mehrere Sprühebene angeordnet sind, über die ebenfalls Absorptionslösung in den Absorptionsraum eingebracht wird. Dadurch wird die Reinigungsleistung der

10 Anlage weiter erhöht.

Die Gasverteilungsebene wird beispielsweise von einer Tragkonstruktion oder durch eine Vielzahl von selbsttragenden Rohren gebildet, wobei die Sprühdüsen auf den Rohren angeordnet sind und die Absorptionslösung über

15 die Rohre zuführbar ist.

In den Rohren kann jeweils ein Verdrängungsdorn angeordnet sein, dessen Querschnitt sich in Strömungsrichtung der Absorptionslösung vergrößert. Dadurch kommt es zu einer gleichmäßigen Suspensionsverteilung über die Sprühdüsen auf

20 die Verteilungsebene.

Über die Verdrängungsdorne kann auch zur Reinigung der Anlage Spülwasser zugeführt werden.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Absorption von Schadstoffen in Gasen, bei dem eine Absorptionslösung

25 in einem Absorptionsraum mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei das zugeführte Gas über eine Gasverteilungsebene verteilt und verwirbelt wird.

Erfindungsgemäß wird die Absorptionslösung der Gasverteilungsebene zugeführt und über Sprühdüsen in den

30 Absorptionsraum eingebracht.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Ausführung der erfindungsgemäßen Anlage;

5 Fig. 2a eine Draufsicht auf die Gasverteilungsebene;

Fig. 2b einen Ausschnitt aus der Gasverteilungsebene;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine Rohr der Gasverteilungsebene mit Verdrängungsdorn;

Fig. 4 eine Pralldüse für die Zufuhr der Absorptionslösung;

10 Fig. 5 eine weitere Ausführungsform einer Pralldüse;

Gleiche Bezugszeichen in den einzelnen Figuren bezeichnen jeweils gleiche Merkmale.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Rauchgasreinigungsanlage 1. Dabei strömt das Rauchgas durch  
15 die Gaszufuhr 6 in den zylinderförmigen Absorptionsraum 3 ein und wird in eine vertikale Aufwärtsströmung umgelenkt. Das Rauchgas durchströmt den Absorptionsraum 3 von unten nach oben und verlässt diesen durch den Rauchgasaustritt 2. Direkt oberhalb der Gaszufuhr 2 befindet sich die  
20 Gasverteilungsebene 7. Die Gasverteilungsebene 7 besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Rohren 11, die über Verbindungsrohre 18 oder Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Durch die Gasverteilungsebene 7 wird das Rauchgas innerhalb der Absorptionskammer 3 gleichmäßiger  
25 verteilt und außerdem werden dadurch im Rauchgas Turbulenzen induziert, die zu einer intensiveren Vermischung des Gases mit der Absorptionslösung 5 führen.

Die Gasverteilungseinrichtung 7 wird durch die Behälterwand 16 getragen.

Die Rohre 11 der Gasverteilungsvorrichtung 7 weisen  
5 Sprühdüsen 8 auf, über die die Absorptionslösung 5 in den  
Absorptionsraum 3 eingebracht wird. Die Sprühdüsen 8 sind  
hier als nach oben gerichtete Pralldüsen 8a ausgeführt.  
Außerdem sind hier auch weitere nach unten gerichtete  
Pralldüsen 8b vorgesehen, durch die ebenfalls  
10 Absorptionslösung 5 eingesprüht wird.

Im oberen Bereich des Absorptionsraumes 3 wird über die  
Sprühdüsen der Sprühebene 4 ebenfalls Absorptionslösung 5  
eingebracht, die in Tropfenform mit dem Rauchgas in Kontakt  
15 tritt.

Unterhalb der Gaszufuhr 6 befindet sich der Wäschersumpf  
13. Das Absetzen von Feststoffteilchen im Wäschersumpf 13  
wird durch das Rührwerk 9 verhindert, das außerdem eine  
ausreichende Vermischung sicherstellt. Die Oxidation wird  
20 durch eine separate Oxidationsluftzufuhr 19 sichergestellt.  
Um das gesamte Waschsystem in einem stationären Betrieb zu  
halten, wird frische Kalksteinsuspension  
(Absorptionslösung) über die Leitung 10 zugeführt und ein  
entsprechender Suspensionsstrom 12 zur Gewinnung von Gips  
25 aus dem Waschsystem ausgeschleust.

Direkt oberhalb der Gaszufuhr 6 ist ein Re-Dispergierblech  
17 angeordnet. Dieses Blech 17 fängt die von oben kommende  
Absorptionslösung 5 auf und leitet sie als Vorhang in den  
Wäschersumpf 13. Das zugeführte Gas durchquert beim  
30 Eintritt in die Absorptionskammer 3 diesen Vorhang und wird  
dabei abgekühlt.

In Fig. 2a ist eine Draufsicht auf die Gasverteilungsebene 7 dargestellt. Die Gasverteilungsebene 7 besteht hier aus einer Vielzahl von Rohren 11, die über Verbindungsrohre 18 oder Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Es  
5 handelt sich also hier um eine rostartige Konstruktion, durch die das Gas verwirbelt und vergleichmäßig wird. Die Gasverteilungsebene wird in Fachkreisen auch als REA-Plus Ebene bezeichnet.

Über die Rohre 11 wird auch die Absorptionslösung 5  
10 zugeführt und durch die nach oben gerichteten Pralldüsen 8a verteilt.

Fig. 2b zeigt einen Ausschnitt aus der Gasverteilungsebene 7 wobei hier im Gegensatz zu Fig. 2a die Verbindungsrohre  
15 18 parallel zu den Rohren 11 angeordnet sind. In den Rohren 11 sind Verdrängungsdorne 14 angeordnet, durch die auch Spülwasser 15 zugeführt werden kann.

In Fig. 3 ist ein Schnitt durch ein Rohr 11 der  
20 Gasverteilungsebene 7 dargestellt. Man erkennt hier deutlich den Verdrängungsdorn 14, dessen Querschnitt sich in Strömungsrichtung 20 der Absorptionslösung 5 erweitert und der somit für eine Vergleichmäßigung der Lösungszufuhr zu den Pralldüsen 8a und 8b sorgt. Die Pralldüsen 8b sind  
25 dabei nach unten, entgegen der Strömungsrichtung des Gases, gerichtet. Über die Spülwasserzufuhr 15 kann das Rohr 11 gereinigt werden.

Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer möglichen  
30 Pralldüse 8a, 8b, hierbei befindet sich oberhalb der Düsenöffnung 21 eine Prallplatte 22, durch die die Absorptionslösung 5 umgelenkt wird. Anstelle der

Prallplatte 22 kann auch ein Prallkonus 23 verwendet werden, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

## Patentansprüche

1. Anlage (1) zur Absorption von Einzelkomponenten wie  
Schadstoffe oder Wertstoffe in Gasen, bei der eine  
Absorptionslösung (5) in einem Absorptionsraum (3) mit  
5 dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei die  
Absorptionslösung (5) über Sprühdüsen (8, 8a, 8b) in  
den Absorptionsraum (3) eingebracht wird und wobei der  
Absorptionsraum (3) oberhalb einer Gaszufuhr (6) für  
das Gas eine Gasverteilungsebene (7) aufweist, durch  
10 die Turbulenzen im zugeführten Gasstrom hervorgerufen  
werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  
Gasverteilungsebene (7) Sprühdüsen (8, 8a, 8b)  
aufweist, über die die Absorptionslösung (5) zugeführt  
wird.
- 15 2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Sprühdüsen (8, 8a, 8b) der Gasverteilungsebene (7)  
zumindest teilweise als Pralldüsen (8a, 8b)  
ausgebildet sind.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**  
20 **dass** die Sprühdüsen (8, 8a, 8b) nach oben, also in  
Strömungsrichtung des Gases, gerichtet sind.
4. Anlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
weitere Sprühdüsen (8b) vorgesehen sind, die nach  
untern, also entgegen der Strömungsrichtung des Gases,  
25 gerichtet sind.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**  
**gekennzeichnet, dass** oberhalb der Gasverteilungsebene  
(7) zumindest eine Sprühebene (4) angeordnet ist, über  
die ebenfalls Absorptionslösung (5) in den  
30 Absorptionsraum (3) eingebracht wird.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasverteilungsebene (7) aus einer Vielzahl von Rohren (11) gebildet wird, wobei die Sprühdüsen (8, 8a, 8b) auf den Rohren (11) angeordnet sind und die Absorptionslösung (5) durch die Rohre (11) dem Absorptionsraum (3) zuführbar ist.
7. Anlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Rohren (11) jeweils ein Verdrängungsdorn (14) angeordnet ist, dessen Querschnitt sich in Strömungsrichtung (20) der Absorptionslösung (5) vergrößert.
8. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Verdrängungsdorne (14) Spülwasser (15) zuführbar ist.
9. Verfahren zur Absorption von Einzelkomponenten wie Schadstoffe oder Wertstoffe in Gasen, bei dem eine Absorptionslösung (5) in einem Absorptionsraum (3) mit dem Gas in Kontakt gebracht wird, wobei das zugeführte Gas über eine Gasverteilungsebene (7) verteilt und verwirbelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absorptionslösung (5) der Gasverteilungsebene (7) zugeführt wird und über Sprühdüsen (8, 8a, 8b) in den Absorptionsraum (3) eingebracht wird.

005051

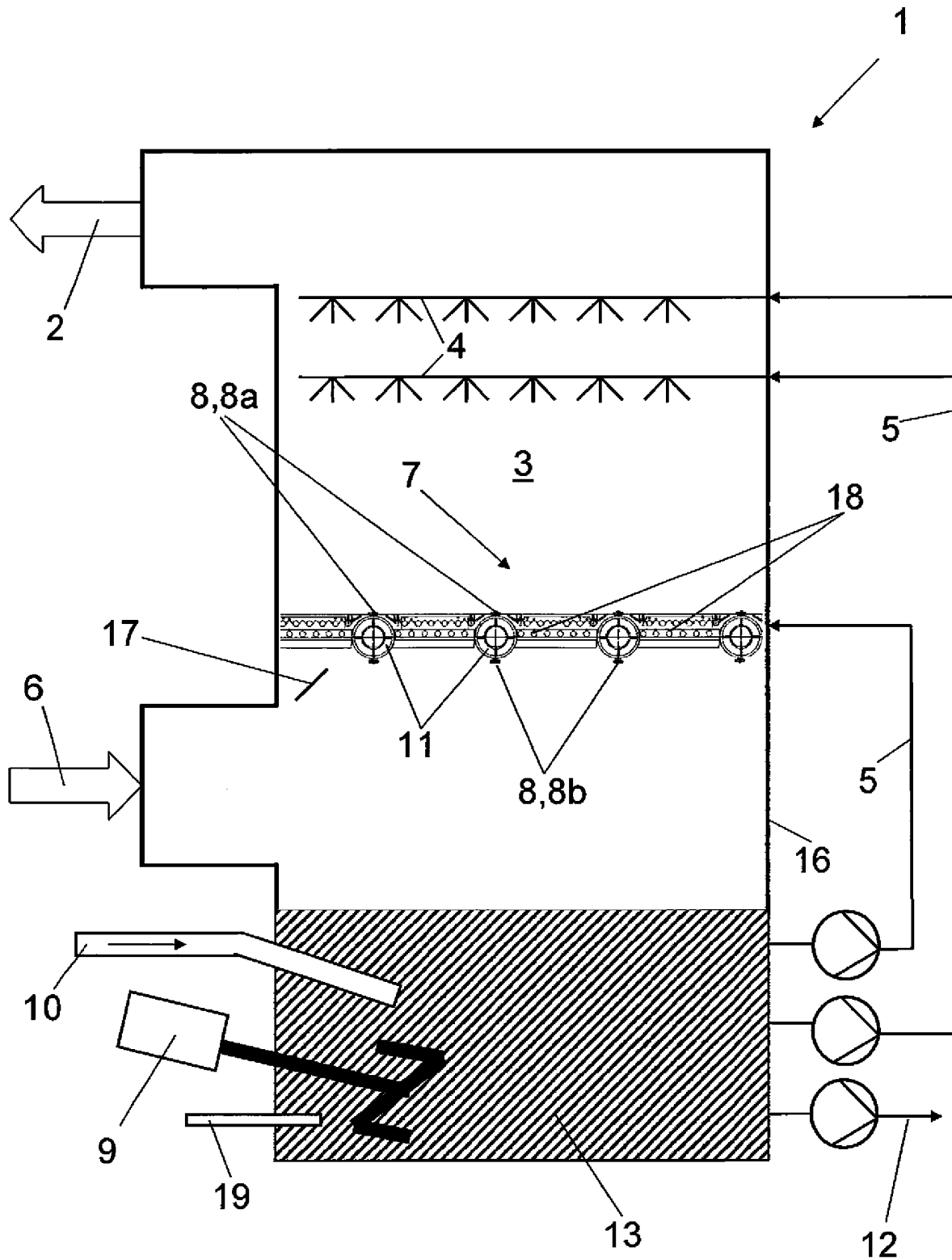


Fig. 1

00501

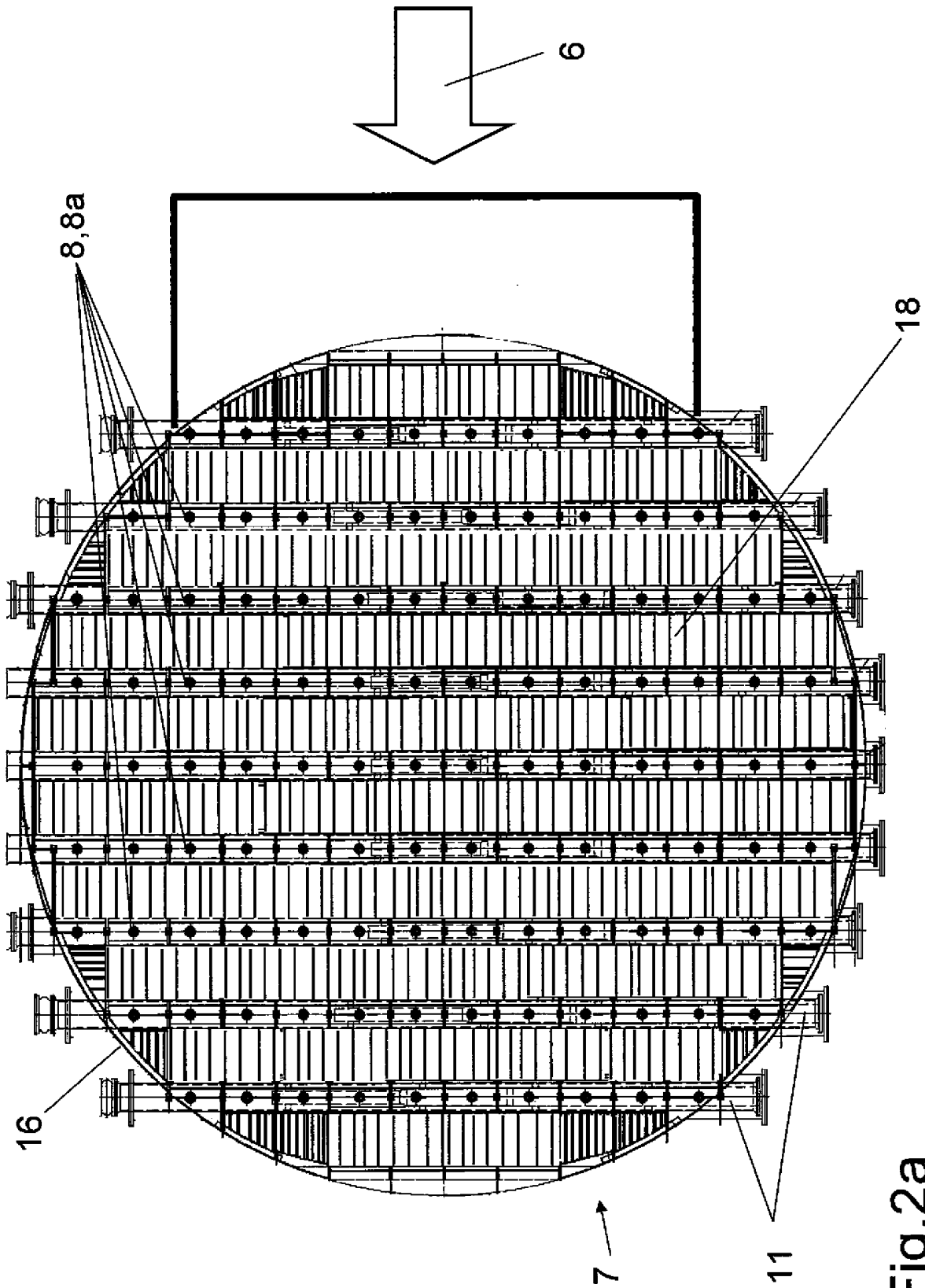


Fig.2a

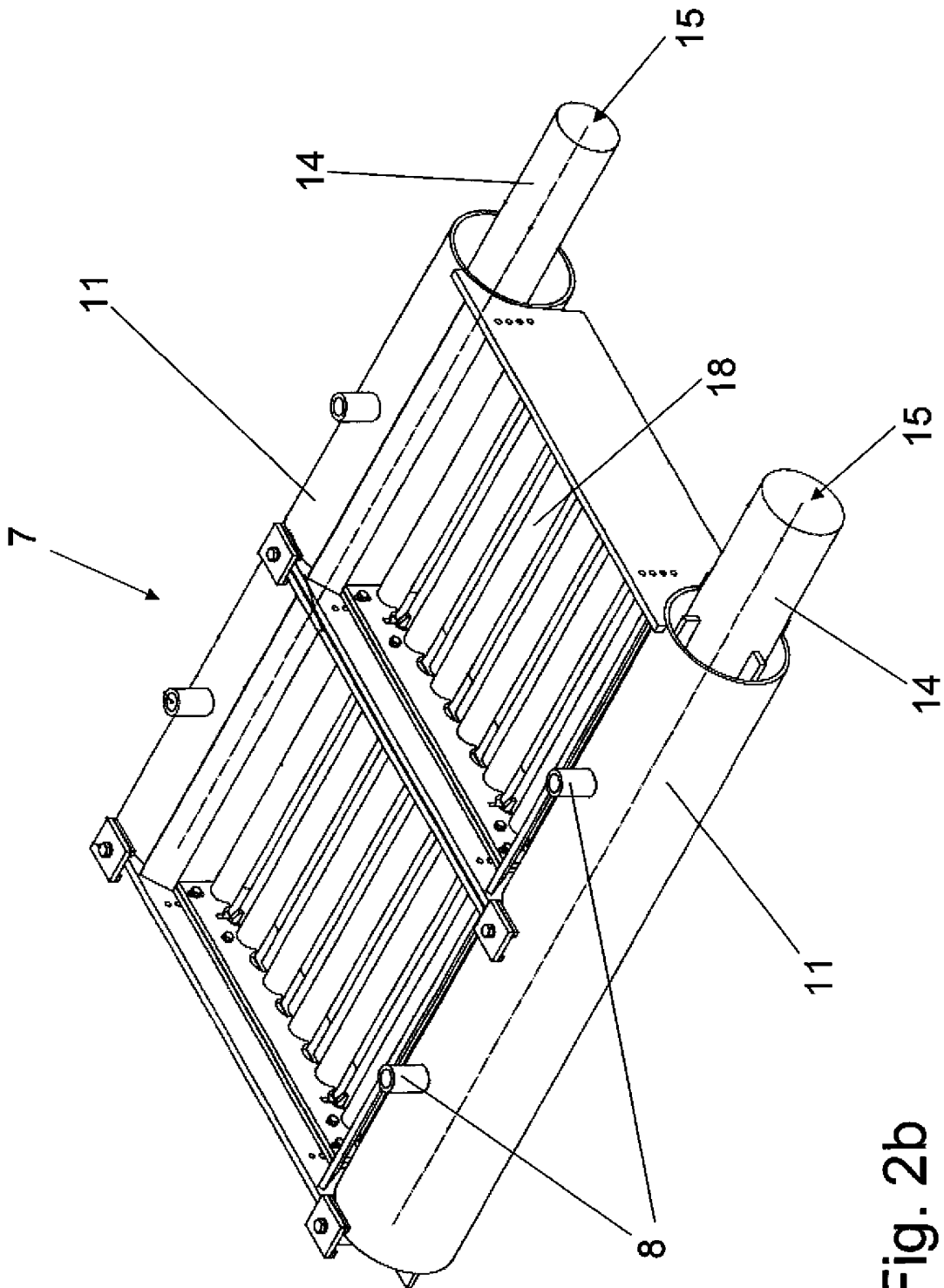


Fig. 2b

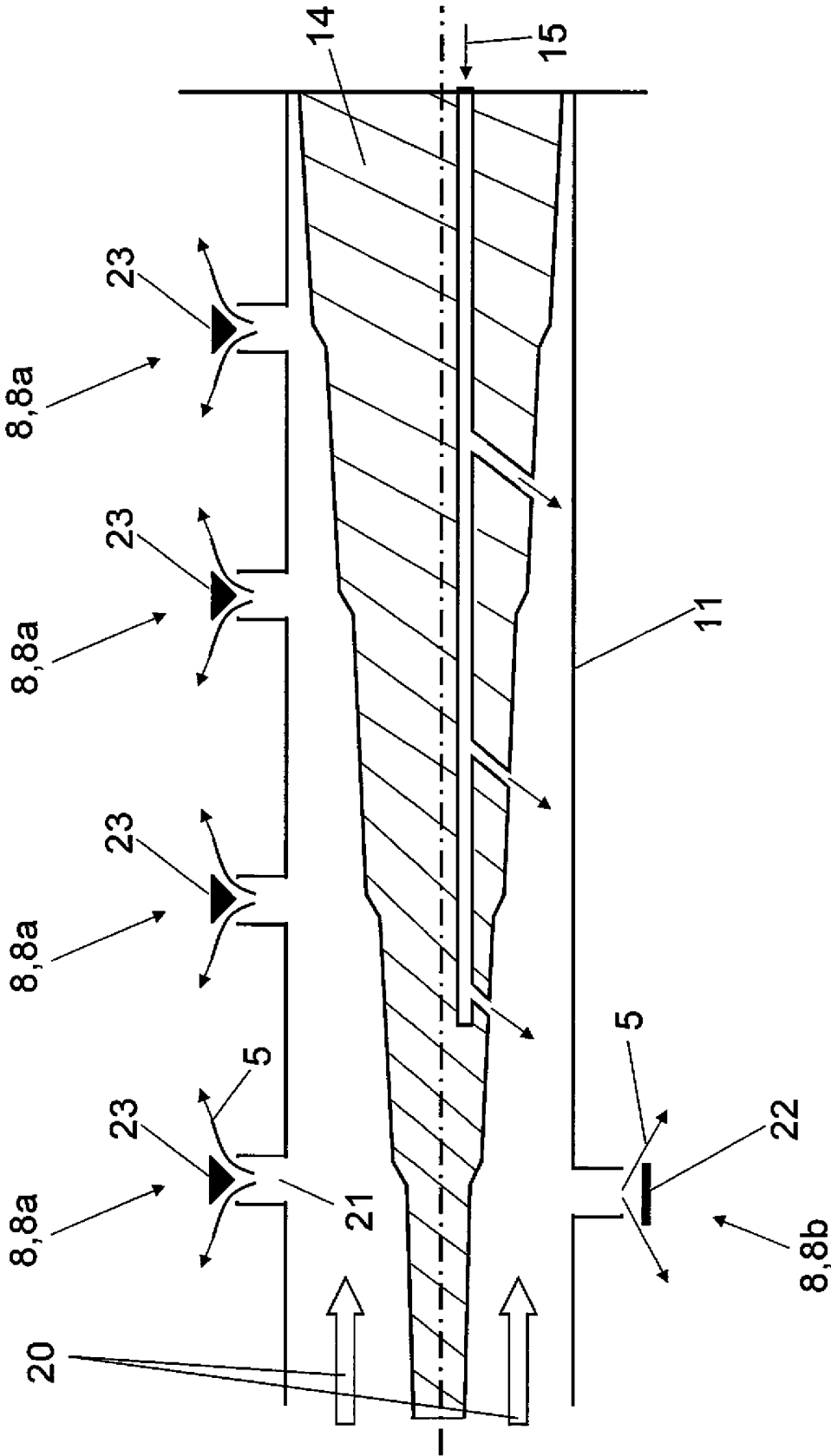


Fig.3

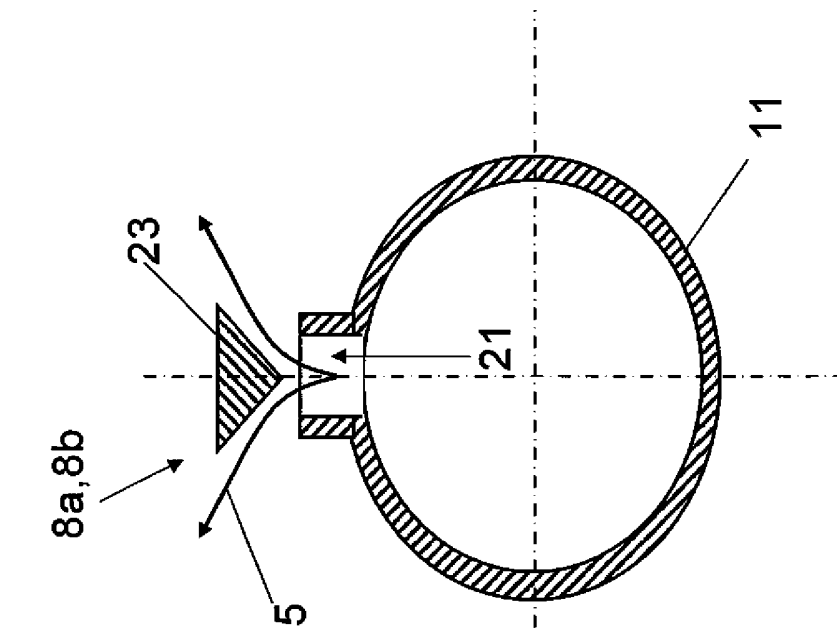


Fig. 5

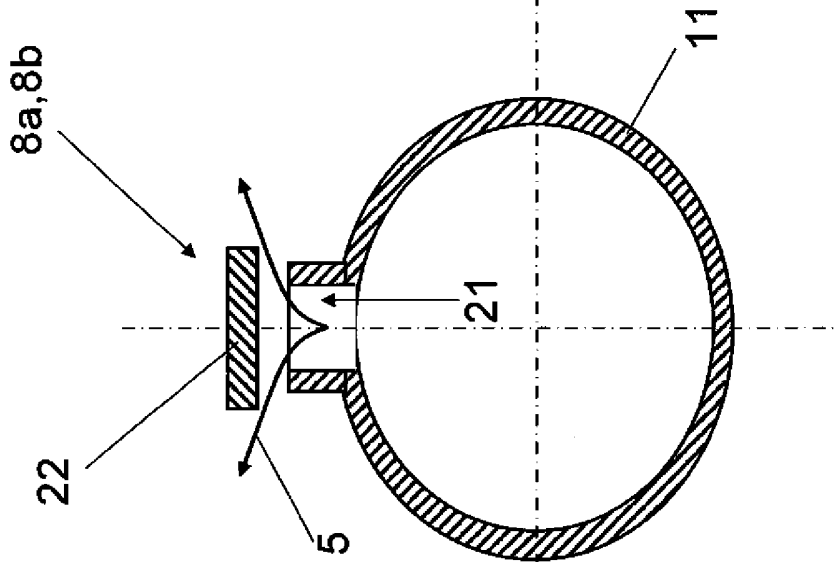


Fig. 4