


EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 90103005.6


 Int. Cl.⁵: **B05B 7/04**


 Anmeldetag: 16.02.90


 Priorität: 22.04.89 DE 3913334


 Anmelder: **CALDYN APPARATEBAU GMBH**
Nobelstrasse 6
D-7505 Ettlingen(DE)


 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.10.90 Patentblatt 90/44


 Erfinder: **Chawla, Jogindar Mohan Prof.**
Dr.-Ing.
Schumacherstrasse 15
D-7505 Ettlingen(DE)


 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

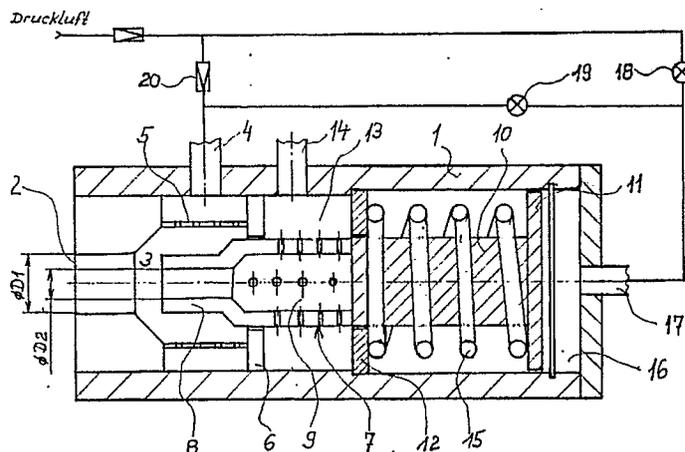

 Vertreter: **Brommer, Hans Joachim, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. R. Lemcke Dr.-Ing.
H.J. Brommer Bismarckstrasse 16 Postfach
4026
D-7500 Karlsruhe 1(DE)


Vorrichtung für die Zerstäubung von Flüssigkeit oder für die Zerteilung von Gas in kleine Blasen.


 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zerstäubung von Flüssigkeit mit Hilfe von Gas oder für die Zerteilung von Gas in kleine Blasen mit Hilfe von Flüssigkeit, wobei das Gas und die Flüssigkeit in einer Mischkammer zu einem Zwei-Phasen-Gemisch zusammengeführt und vermischt werden und die Zuströmgeschwindigkeiten und Volumenströme der

einzelnen Phasen so gewählt sind, daß die Auströmgeschwindigkeit des Zwei-Phasen-Gemisches gleich der charakteristischen Schallgeschwindigkeit ist. Wesentlich ist, daß zur Aufrechterhaltung des Mischungsverhältnisses der Austrittsquerschnitt verstellbar ist.

Fig. 1



EP 0 394 629 A2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zerstäubung von Flüssigkeit mit Hilfe von Gas oder für die Zerteilung von Gas in kleine Blasen mit Hilfe von Flüssigkeit, wobei das Gas und die Flüssigkeit in einer Mischkammer zu einem Zwei-Phasen-Gemisch zusammengeführt und vermischt werden und wobei die Zuströmgeschwindigkeiten und die Volumenströme der einzelnen Phasen unter Berücksichtigung der Zustandsgrößen des sich daraus ergebenden Zweiphasen-Gemisches im Hinblick auf den Auströmquerschnitt der Mischkammer so gewählt sind, daß die Auströmgeschwindigkeit des Zwei-Phasen-Gemisches etwa gleich der charakteristischen Schallgeschwindigkeit des Zwei-Phasen-Gemisches ist und das Zwei-Phasen-Gemisch die Mischkammer mit einer sprunghaften Druckerniedrigung verläßt.

Eine derartige Mischvorrichtung ist durch die DE-PS 26 27 880 bekannt. Sie zeichnet sich durch eine wirkungsvolle Zerstäubung von Flüssigkeiten bzw. Zerteilung von Gasen in viele kleine Blasen bei geringem Energiebedarf aus. Im folgenden wird nur noch von der Zerstäubung von Flüssigkeiten gesprochen, doch eignet sich die Erfindung gleichermaßen auch für die Zerteilung von Gasen.

In zahlreichen Gebieten der Verfahrenstechnik, z. Bsp. in der Trocknungstechnik oder der Verbrennungstechnik, werden Zerstäubungseinrichtungen für Flüssigkeiten benötigt. Meist finden Stoff- und/oder Wärmeaustauschvorgänge zwischen der zerstäubten Flüssigkeit und einem Gas statt. Hierzu ist es notwendig, die Flüssigkeit so fein wie möglich zu zerstäuben, um eine große Phasengrenzfläche zwischen beiden Stoffen zu erzielen.

In bestimmten Anwendungsbereichen der erfindungsmäßigen Düse, etwa bei der chemischen Entschwefelung von Rauchgas mit Kalkmilch oder bei der Abkühlung von Rauchgas durch eingespritztes Wasser, ergibt sich das Problem, daß die zu behandelnden Gasmengen stark schwanken. Dies hat zur Folge, daß die hierfür benötigte, zu zerstäubende Wassermenge entsprechend starken Schwankungen unterliegt.

Untersuchungen der Anmelderin haben für den beschriebenen Fall des Teillastbetriebes ergeben, daß bei reduzierter Flüssigkeitsmenge der Treibgasverbrauch stark zunimmt. Die Ursache hierfür dürfte darin liegen, daß der reduzierte Flüssigkeitsdurchsatz in der Düse einen freien Querschnitt zur Verfügung stellt, der von der Gaskomponente ausgefüllt wird.

Man kann zwar zur Reduzierung des Gasverbrauches im Teillastbetrieb mehrere entsprechend kleiner dimensionierte Düsen verwenden und diese dann je nach Bedarf zu- oder abschalten. Dieses Verfahren ist aber aufgrund der zahlreichen erforderlichen Düsen sehr kostenaufwendig und auch nicht überall anzuwenden.

Sofern man versucht, den Gasdruck vor der Düse zu verringern um dadurch den Gasverbrauch zu reduzieren, so ergibt sich eine relativ grobe Zerstäubung, was in reaktionschemischer Hinsicht unerwünscht ist. Darüberhinaus benötigt man für die unterschiedlichen Druckniveaus jeweils Konstanthalter, so daß diese Methode ebenfalls aufwendig ist.

Hiervon ausgehend liegt die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die eingangs beschriebene Zerstäubungsvorrichtung dahingehend zu verbessern, daß man bei geringem Flüssigkeitsdurchsatz mit relativ wenig Treibgas und entsprechend geringerem Energieaufwand auskommt. Die erfindungsgemäße Zerstäubungsvorrichtung soll also gleichermaßen wirtschaftlich für den Vollast wie auch für den Teillastbetrieb geeignet sein.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß die Größe des Auströmquerschnittes hinter der Mischkammer verstellbar ist.

Es hat sich gezeigt, daß eine im Teillastbetrieb vorgenommene Querschnittsverringering keine nachteilige Wirkung auf das Zwei-Phasen-Gemisch hat und insbesondere das vorgeschriebene Erreichen der charakteristischen Schallgeschwindigkeit der Mischung nicht erschwert. Auf die Gasströmung hat die Querschnittsverringering dagegen den erwünschten Drosselleffekt, so daß der Gasverbrauch drastisch reduziert wird.

Die Erfindung geht also von der Erkenntnis aus, daß die Flüssigkeitsmenge extern über ein Ventil oder dergleichen reduziert werden kann, daß es hingegen zur Reduzierung der Gasmenge erforderlich ist, den Austrittsquerschnitt der Düse zu verringern und das diese Verringerung der geometrischen Verhältnisse nach wie vor die Einhaltung der charakteristischen Schallgeschwindigkeit des Gemisches in dem reduzierten Austrittsquerschnitt gestattet.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Größe des Ausströmquerschnittes nicht nur im Stillstand der Anlage, sondern kontinuierlich während des Betriebes verstellbar ist. Die Düse kann dadurch ohne Betriebsunterbrechungen an die jeweils aktuellen Verhältnisse angepaßt werden. Diese Anpassung erfolgt zweckmäßig automatisch durch einen Regelkreis in Abhängigkeit vom Gas- oder Flüssigkeitsdurchsatz. Dabei kann der Gas- oder Flüssigkeitsdruck selbst dazu verwendet werden, um die Verstellung des Ausströmquerschnittes herbeizuführen.

Für die konstruktive Ausbildung des Verstellprinzips bieten sich dem Fachmann verschiedene Möglichkeiten. Günstig ist es, wenn die Verstellung durch einen von der Seite der Mischkammer her in den Ausströmquerschnitt einschiebbaren Einsatz erfolgt, wobei der Einsatz hohl sein kann, so daß er selbst als zusätzliche Mischkammer fungiert.

Zur Verstellung kann der Einsatz mit einem Steuerkolben verbunden sein, der seinerseits vom Gas- oder Flüssigkeitsdruck beaufschlagt ist, während er andererseits durch eine Feder belastet wird. Die Druckbeaufschlagung des Steuerkolbens kann, dabei durch Ventile, gegebenenfalls auch Reduzierventile, gesteuert werden.

Es liegt jedoch auch im Rahmen der Erfindung, daß der Ausströmquerschnitt durch Lochscheiben, Drosseln oder Blenden verstellbar ist.

Ebenso besteht die Möglichkeit, daß der Ausströmquerschnitt zumindest teilweise durch radial verstellbare Umfangsflächen gebildet ist. Dabei kann die radiale Verstellung auch aufgrund einer axialen Verschiebewegung erzeugt werden.

Schließlich kann der Auströmquerschnitt auch durch radialelastische Umfangsflächen, etwa eine gummiartige Ringmembrane, gebildet sein.

In all diesen Fällen ist es möglich, den Ausströmquerschnitt an die veränderlichen Durchströmmengen anzupassen. Die Querschnittsverstellung braucht selbstverständlich nicht immer durch den Druck der Gas- oder Flüssigkeitsströmung erfolgen, sondern statt dessen ist auch eine externe Betätigung möglich, sei es durch mechanische, hydraulische oder pneumatische Antriebe.

Sind mehrere gleichartige Mischdüsen in einem gemeinsamen Düsenkopf untergebracht, so empfiehlt es sich, daß sie an eine gemeinsame Flüssigkeits- und Gaszuleitung angeschlossen sind, wogegen der zur Querschnittsverstellung dienende Druck jeder einzelnen Düse gemeinsam oder separat zuführbar ist. Dadurch können die einzelnen Düsen gestaffelt und unabhängig voneinander umgeschaltet werden. Desweiteren bietet sich die vorteilhafte Möglichkeit, die Düsen auf unterschiedliche Umschaltunkte auszuliegen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von drei Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; dabei zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Düsen-Bauform mit der zugehörigen Schaltung;

Fig. 2 die Kombination zweier Düsen gemäß Anspruch 1;

Fig. 3 eine alternative Düsen-Bauform.

Die Figuren 1 und 2 zeigen Düsen, die wie folgt aufgebaut sind: Ein zylindrisches Gehäuse 1 weist an seinem einen Ende eine Düsenöffnung 2 mit einem Durchmesser D_1 auf. Diese Öffnung erweitert sich axial nach innen zu einer Mischkammer 3, in die das eine Medium, im Ausführungsbeispiel Druckluft über einen Anschluß 4 zugeführt werden kann. Um die Verteilung der Druckluft zu verbessern, ist die Mischkammer 3 von einem zylindrischen Lochblech 5 umgeben, daß mit radialem Abstand zu dem zylindrischen Gehäuse 1 an-

geordnet ist.

Der rechte Abschluß der Mischkammer 3 wird durch eine Querwand 6 gebildet, die eine zentrale Öffnung aufweist, in welcher ein zylindrischer Einsatz 7 axial verschiebbar geführt ist. Dieser Einsatz weist an seinem linken, in die Mischkammer 3 hineinragenden Ende eine Austrittsdüse 8 auf. Ihre Austrittsöffnung mit dem Durchmesser D_2 ist kleiner als die Austrittsöffnung 2, wohingegen der Außendurchmesser der Düse 8 etwa den Durchmesser D_1 aufweist.

An seinem anderen Ende, das bei der in Figur 1 dargestellten Position außerhalb der Mischkammer 3 liegt, erweitert sich der Einsatz 7 zu einer zweiten Mischkammer 9. An diese Mischkammer 9 schließt sich nach rechts eine stangenförmige Verlängerung 10 mit einem Steuerkolben 11 an. Während der Steuerkolben 11 in dem zylindrischen Gehäuse 1 verschiebbar geführt ist, durchquert die Stange 10 eine im Gehäuse 1 festgelegte Ringscheibe 12, die zugleich die rechte Begrenzung eines zwischen der Ringkammer 9 und dem Gehäuse 1 gebildeten Ringraumes 13 darstellt. In diesen Ringraum 13 wird über einen Anschluß 14 das andere Medium, im Ausführungsbeispiel Wasser zugeführt.

Auf ihrer anderen Seite dient die Ringscheibe 12 zur Abstützung einer Druckfeder 15, die bestrebt ist, den Einsatz 7 in die gezeichnete Position zu verschieben. Diese Position ist für den Vollastbetrieb der Düse bestimmt.

Die Funktion ist folgende: Durch die Anschlüsse 4 und 14 wird Druckluft bzw. Wasser zugeführt. In der gezeichneten Stellung des Einsatzes 7 kommt es erst im Mischraum 3 zur Vermischung beider Phasen. Die Zuströmgeschwindigkeiten und Volumenströme sind so gewählt, daß die Auströmgeschwindigkeit des Zwei-Phasen-Gemisches am Austrittsquerschnitt 2 gleich der charakteristischen Schallgeschwindigkeit des Gemisches ist.

Wird aufgrund geringeren Flüssigkeitsbedarfes die Wasserzufuhr gedrosselt, so erhöht sich automatisch der Luftdurchsatz, wohingegen vom Mischungsverhältnis her betrachtet eine Reduzierung der Luftzufuhr erforderlich wäre.

Zur Einhaltung des gewünschten Mischungsverhältnisses wird der Einsatz 7 entgegen der auf ihn einwirkenden Federkraft nach links verschoben, bis die Düse 8 den Mischraum 3 vollständig durchquert hat und den Austrittsquerschnitt 2 ausfüllt, zweckmäßig vorn bündig mit ihm fluchtet. Die Mischkammer 3 wird dann ersetzt durch die Mischkammer 9 und der Austrittsquerschnitt reduziert sich auf den Durchmesser D_2 . Durch diese Querschnittsverringerung und durch die Drosselwirkung der Radialbohrungen im Einsatz 7 wird der Luftdurchsatz derart gedrosselt, daß er dem verringerten Wasserdurchsatz wieder entspricht.

Die Verstellung des Einsatzes 7 erfolgt im Ausführungsbeispiel pneumatisch durch die Druckluft selbst. Zu diesem Zweck ist der zwischen dem Steuerkolben 11 und dem Gehäuse 1 gebildete Zylinderraum 16 über einen Anschluß 17 und ein Magnetventil 18 mit der Druckluftquelle verbunden. Wird das Magnetventil 18 geöffnet, so bewirkt der Druck aus dem Druckluftnetz die zuvor beschriebene Umschaltung der Düse auf Teillastbetrieb.

Soll die Düse wieder auf Vollastbetrieb umgeschaltet werden, so wird das Ventil 18 geschlossen und der Zylinderraum 16 entweder mit der Atmosphäre verbunden oder, wenn es sich bei dem Druckmedium nicht um ein in die Atmosphäre zu entlassendes Gas, sondern beispielsweise Helium oder Wasserstoff handelt, so wird das im Zylinderraum 16 befindliche Gas wieder in den Gaskreislauf zurückgeführt. Im Ausführungsbeispiel erfolgt dies über eine zusätzliche Leitung mit einem Magnetventil 19, die hinter einem Druckminderer 20 in die Gaszuführleitung mündet.

Figur 2 zeigt die Kombination mehrerer Düsen unter Verwendung gemeinsamer Zuführkanäle für die zu vermischenden Komponenten und das Steuermedium. Wie man sieht, sind hier zwei Düsen 21 und 22 über eine äußere, ringförmige Leitung 23 an das Druckluftnetz, über eine innere Ringleitung 24 an die Flüssigkeitsquelle und über eine zentrale Leitung 26 an das Steuermedium angeschlossen.

Sollen die beiden Düsen - selbstverständlich können in der Praxis mehrere Düsen miteinander kombiniert sein - getrennt verstellbar werden, so braucht lediglich die zentrale Leitung 26 entsprechend unterteilt werden, wie dies durch die gestrichelte Zwischenwand 26 a angedeutet ist. Durch eine derartige stufenweise Umschaltung der Düsen läßt sich bei Verwendung zahlreicher Düsen eine quasi kontinuierliche Anpassung der Durchsatzmengen an den jeweiligen Bedarf erzielen.

Figur 3 zeigt das Prinzip einer anderen Düsen-Bauform. Dabei wird mit der herkömmlichen Mischkammer gearbeitet, weshalb sie in Zeichnung nicht weiter dargestellt ist. Der Austrittsquerschnitt ist hier jedoch nicht durch eine starre Bohrung, sondern durch einen elastischen Gummiring 30 gebildet. Dieser Gummiring weist zur Mischkammer hin ein konisch abgestuftes Profil auf, während er nach außen unter Bildung einer scharfen Kante einen Austrittsquerschnitt 31 definiert. Von dort läuft der Gummiring 30 radial nach außen, so daß ein nach außen offenes Hohlprofil entsteht. Die dem Mischraum zugewandte Flanke 30 a dieses Hohlprofils ist am Düsengehäuse 32 festgelegt, wohingegen die gegenüberliegende Außenflanke 30 b vor allem in Radialrichtung beweglich ist.

Im Inneren des Hohlprofils befindet sich ein elastischer Schlauchring 33. Durch entsprechende Druckbeaufschlagung dieses Schlauchringes wird

der die Abströmöffnung 31 definierende Gummiring mehr oder weniger stark zusammengeschnürt. Bei Druckentlastung dehnt er sich aufgrund seiner Eigenelastizität wieder in die Ausgangsstellung.

Auf diese Weise ist eine stufenlose Verstellung des Ausströmquerschnittes und somit eine optimale Anpassung an die jeweiligen Strömungsverhältnisse möglich.

Die zeichnerisch dargestellte Zerstäubungs- bzw. Zerteilungseinrichtung dient nur zur Veranschaulichung des Prinzips. Je nach den konstruktiven und verfahrensmäßigen Forderungen kann die Zerstäubungsdüse auch anders ausgelegt und konstruiert werden. Insbesondere ist es möglich, am Ende der Mischkammer divergente Rohrstrecken anzubauen.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Zerstäubung von Flüssigkeit mit Hilfe von Gas oder für die Zerteilung von Gas in kleine Blasen mit Hilfe von Flüssigkeit, wobei das Gas und die Flüssigkeit in einer Mischkammer (3) zu einem Zwei-Phasen-Gemisch zusammengeführt und vermischt werden und die Zuströmgeschwindigkeiten und die Volumenströme der einzelnen Phasen unter Berücksichtigung der Zustandsgrößen des sich daraus ergebenden Zwei-Phasen-Gemisches im Hinblick auf den Ausströmquerschnitt der Mischkammer (3, 9) so gewählt sind, daß die Ausströmgeschwindigkeit des Gemisches etwa gleich der charakteristischen Schallgeschwindigkeit des Zwei-Phasen-Gemisches ist und das Zwei-Phasen-Gemisch die Mischkammer (3, 9) mit einer sprunghaften Druckerniedrigung verläßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des Ausströmquerschnittes (2) verstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des Ausströmquerschnittes (2) während des Betriebes verstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des Ausströmquerschnittes (2) automatisch in Abhängigkeit vom Gas- oder Flüssigkeitsdurchsatz erfolgt.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung durch den Gas- oder Flüssigkeitsdruck selbst erfolgt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des Ausströmquerschnittes (2) durch einen in den Ausströmquerschnitt einschieb-

baren Einsatz (7) erfolgt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (7) von der Seite der Mischkammer (3) in den Ausströmquerschnitt (2) einschiebbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, - , daß der Einsatz (7) hohl ist und durch Radialbohrungen als zusätzliche Mischkammer (9) fungiert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (7) mit einem Steuerkolben (11) verbunden ist, der seinerseits vom Gas- oder Flüssigkeitsdruck beaufschlagt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckbeaufschlagung des Steuerkolbens (11) durch Ventile (18, 19) steuerbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben andererseits durch eine Feder (15) beaufschlagt ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausströmquerschnitt (2) durch Lochscheiben, Drosseln oder Blenden verstellbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausströmquerschnitt (2) zumindest teilweise durch radial verstellbar Umfangsflächen bildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausströmquerschnitt (31) zumindest teilweise durch radial elastische Umfangsflächen (30) gebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die radial elastischen Umfangsflächen (30) mit einem elastischen, druckbeaufschlagbaren Schlauchring (33) kombiniert sind.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere gleichartige Vorrichtungen (21, 22) in einem gemeinsamen Düsenkopf untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf gleiche oder unterschiedliche Umschaltpunkte ausgelegt sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Vorrichtungen (21, 22) eine gemeinsame Flüssigkeits- und Gaszuleitung (23, 24) aufweisen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Verstellung dienende Gas- oder Flüssigkeitsdruck den Vorrichtungen (21, 22) in getrennten Leitungen zuführbar ist.

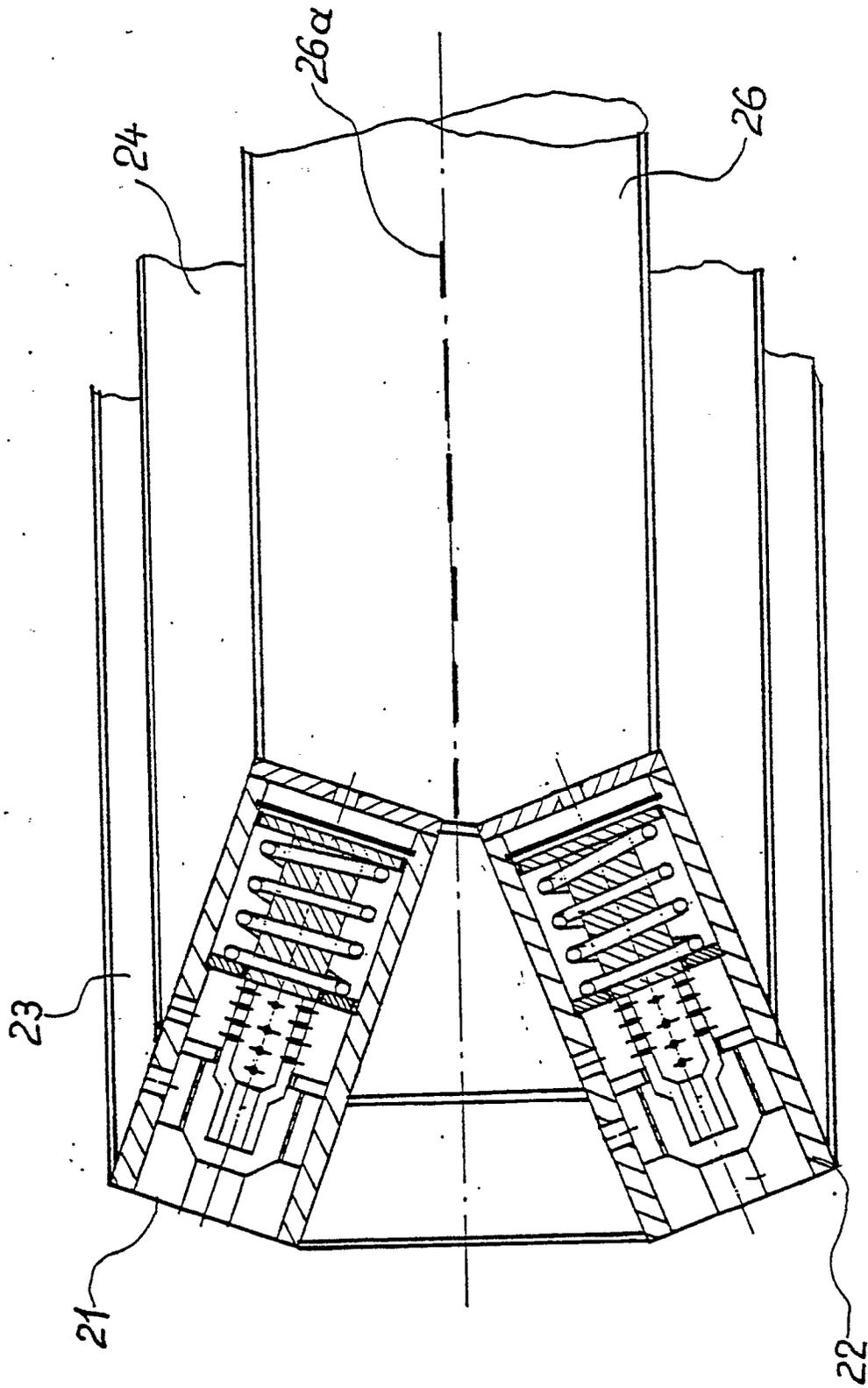


Fig. 2

Fig. 3

