



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 166 862 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2002 Patentblatt 2002/01

(51) Int Cl.7: **B01F 5/06**

(21) Anmeldenummer: **00112876.8**

(22) Anmeldetag: **19.06.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Kaatz, Michael, Dipl.-Ing.**
40878 Ratingen (DE)
- **Podhorsky, Miroslav, Dr.-Ing.**
40882 Ratingen (DE)

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr Energietechnik GmbH**
46049 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte**
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Ruscheweyh, Hans, Prof. Dr.-Ing.**
52074 Aachen (DE)

(54) **Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten**

(57) Vorgeschlagen wird ein Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten mit einem Strömungskanal (1) und einer darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Wirbeleinbaufäche (2), an der Vorderkantenwirbel erzeugt werden. Zur Verbesserung der Einstellbarkeit an wechselnde Betriebsbedingungen ist eine Einrichtung zur Verstellung des Anstellwinkels (α) der Wirbeleinbaufäche (2) in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3) vorgesehen.

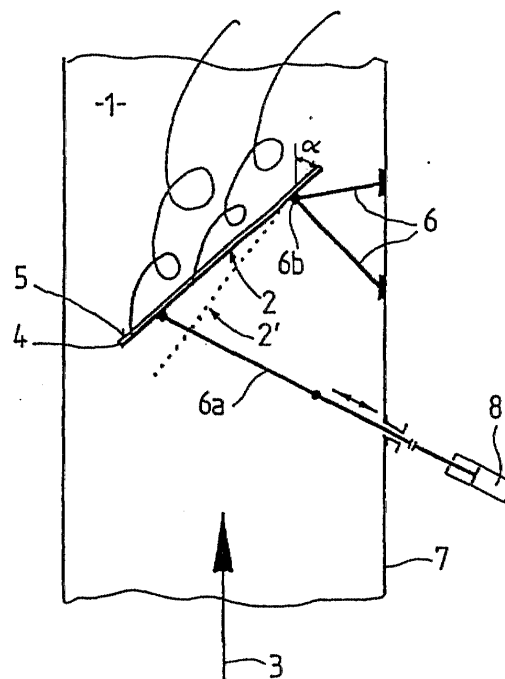


Fig. 1

EP 1 166 862 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal und einer darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbaufäche, wobei die Einbaufäche eine wirbelerzeugende Fläche mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten ist, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist.

[0002] Zum Mischen von Gas- oder Flüssigkeitsströmungen in Rohrleitungen oder in Kanälen benötigt man bei turbulenter Strömung Mischlängen vom 15 bis 100-fachen des Kanaldurchmessers. Mittels geeigneter statischer Mischer in Gestalt von Einbaukörpern läßt sich diese Mischstrecke deutlich verkürzen. Es muß jedoch bei den meisten herkömmlich angewendeten Systemen ein hoher Druckverlust insbesondere dann in Kauf genommen werden, wenn hohe Anforderungen an die Homogenität der sich einstellenden Mischung gestellt werden. Viele der herkömmlichen Mischsysteme sind außerdem auf einfache Geometrien beschränkt, z. B. auf zylindrische Rohre oder quadratische Kanäle und lassen sich nicht bei Großanlagen und komplizierten Mischkammersystemen anwenden.

[0003] Aus der DE 29 11 873 C2 ist ein statischer Mischer bekannt, bei dem die Einbauten aus schräg angeströmten, deltaförmigen oder kreisscheibenförmigen Blechen bestehen, an deren Vorderkanten Wirbel entstehen. Die so gebildeten stationären und stabilen Wirbelsysteme wirken in den Strömungsnachlauf hinein, die zu mischenden Komponenten werden schichtenförmig eingerollt, was zu einer schnellen Vermischung bei sehr geringen Druckverlusten führt. Diese so genannten "Wirbeleinbaufächen" haben sich wegen der erzielbaren kurzen Mischstrecken in der Praxis bewährt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten mit erweiterten Einsatzmöglichkeiten zu schaffen.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Mischer mit den eingangs genannten Merkmalen gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Verstellung des Anstellwinkels der Einbaufäche in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung.

[0006] Durch die Veränderbarkeit des Anstellwinkels der Einbaufäche ist eine verbesserte Adaption des Mischers an den jeweiligen Einsatzfall möglich. So kann zum Beispiel Strömungszuständen während des Anfahrens einer verfahrenstechnischen Anlage Rechnung getragen werden, und die Einbaufäche während dieser Anfahrphase in einem anderen Winkel eingestellt werden, als später während der Betriebsphase der Anlage.

[0007] Auch in anderen Fällen kann wechselnden verfahrenstechnischen Gegebenheiten durch entsprechende Anpassung des Anstellwinkels der Scheibe Rechnung getragen werden. So zum Beispiel bei Anla-

gen der Rauchgas-Entstickung in Kraftwerken, sogenannten Denox-Anlagen. Bei solchen Anlagen kann es abhängig von den Einsatzbedingungen wünschenswert sein, das Rauchgas zeitweise über einen Bypaß um den Katalysator herumzuführen. In diesem Fall ist eine Mischung vor dem Katalysator nicht erforderlich bzw. nicht wünschenswert. Dem kann mit dem erfindungsgemäßen Mischer dadurch entsprochen werden, daß die Einbaufäche auf einen Null oder nahezu Null betragenden Anstellwinkel eingestellt wird, so daß sich eine vollkommen verlustfreie Umströmung der sich in diesem Fall passiv verhaltenden Einbaufäche ergibt.

[0008] Weitere Einsatzmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Mischers ergeben sich in der chemischen Industrie im Rahmen der Steuerung chemischer Prozesse. Hier ist es oftmals wünschenswert, die Mischungsintensität in Abhängigkeit von den Parametern des chemischen Prozesses zu steuern. Dies läßt sich wiederum in einfacher Weise durch eine geeignete Änderung des Anstellwinkels der Einbaufäche innerhalb des Hauptströmungskanals erzielen. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Beimischung von Additiven zu einem Hauptstrom. Auch in diesem Fall kann es von Vorteil sein, die für die Vermischung verwendete Einbaufäche in ihrem Anstellwinkel zu verändern und auf diese Weise den Mischungsprozeß zu beeinflussen.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die Einbaufäche über Streben in dem Strömungskanal abgestützt, und mindestens eine der Streben ist hinsichtlich ihrer Lage und/oder ihrer Ausrichtung verstellbar ausgebildet. In diesem Fall können die nicht verstellbaren Streben ein Festpunktlager bilden, um das die Einbaufäche mittels der verstellbaren Streben verschwenkbar ist.

[0010] Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers ist gekennzeichnet durch eine Schwenkachse der Einbaufäche, die sich zwischen zwei einander gegenüberliegenden Wänden des Strömungskanals erstreckt.

[0011] Um aus den oben bereits beschriebenen Gründen den Mischer passiv zu schalten, wird mit einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß der Verstellbereich der Einrichtung bis zu einem Anstellwinkel von 0° reicht, d.h. bis zur parallelen Umströmung der Einbaufäche durch das Gas.

[0012] Im Rahmen der Steuerung verfahrenstechnischer Prozesse kann es ferner wünschenswert sein, den Ort des Mischers in Längsrichtung des Hauptströmungskanals zu verändern. Hierzu wird eine Verstell-einrichtung zur translatorischen Verstellung der Einbaufäche in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung vorgeschlagen.

[0013] Auf der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Mischer dargestellt, und zwar zeigen:

Figur 1 in einem Längsschnitt einen Mischer mit einer in einem Strömungskanal angeordnete-

- ten Einbaufläche;
- Figur 2 eine im Vergleich zu Figur 1 abgewandelte Ausführungsform des Mischers;
- Figur 3 eine weitere Ausführungsform eines Mischers;
- Figur 4 eine weitere Ausführungsform eines Mischers unter Verwendung zweier Einbauflächen;
- Figur 5 einen Schnitt entlang der Ebene V-V durch den Mischer nach Figur 4;
- Figur 6 eine weitere Ausführungsform eines Mischers mit mehreren in Reihe angeordneten, unabhängig voneinander einstellbaren Einbauflächen;
- Figur 7 einen Teil einer verfahrenstechnischen Anlage mit zwei hintereinander in dem Strömungskanal angeordneten Einbauflächen und einer Bypasssteuerung;
- Figur 8a einen im Bereich eines Abzweiges angeordneten Mischer in einer ersten Betriebsweise;
- Figur 8b den Mischer nach Figur 8a in einer zweiten Betriebsweise und
- Figur 8c den Mischer nach Figur 8a in einer dritten Betriebsweise.

[0014] Figur 1 zeigt im Längsschnitt einen Strömungskanal 1 von zum Beispiel rechteckförmigem Querschnitt. Der Strömungskanal 1 wird von einem inhomogenen Gas-oder Flüssigkeitsgemisch durchströmt. Unter Gasen und Flüssigkeiten sind hier alle so genannten "Newtonschen Flüssigkeiten" zu verstehen, d.h. Gase sowie solche Fluide, die sich in ihren strömungstechnischen Eigenschaften vergleichbar den Gasen verhalten.

[0015] In dem Strömungskanal 1 ist eine Einbaufläche 2 in Gestalt einer flachen Scheibe angeordnet. Die Scheibe kann kreisförmig sein, elliptisch, oval oder auch delta- bzw. dreieckförmig mit zu der Anströmung hin weisender Spitze. Die Scheibe ist bezüglich ihrer Mittellinie symmetrisch gestaltet. Die frei umströmten, gegen die Hauptströmungsrichtung 3 gerichteten Vorderkanten 4 weisen sowohl eine in Hauptströmungsrichtung 3, als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente auf. Da ferner jede Einbaufläche 2 unter einem spitzen Winkel α zu der Hauptströmungsrichtung 3 in dem Strömungskanal 1 angeordnet ist, entstehen an den Vorderkanten zwei Wirbelfelder, welche sich stromabwärts keiselförmig ausbreiten. Dabei wälzen sich die einzelnen Wir-

bel nach innen auf die Rückseite 5 der Einbaufläche 2 ab. Die an den Vorderkanten 4 gebildeten Wirbel, die stark vereinfacht auf der Zeichnung dargestellt sind, verhalten sich weitgehend stationär, verändern daher ihre Lage nicht. Jedes Wirbelfeld bildet durch seine Rotation eine Strömungskomponente quer zur Hauptströmungsrichtung 3 des Gases, die durch den damit verbundenen Impulsaustausch quer zur Strömungsrichtung eine gute Vermischung des Gasgemisches zur Folge hat.

[0016] Der Anstellwinkel α ist veränderbar, und zwar auch während des Betriebes des Mischers. Hierzu ist beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 von mehreren Streben 6, welche die Einbaufläche 2 gegenüber der Wand 7 des Strömungskanals 1 abstützen, eine Strebe 6a in ihrer wirksamen Länge verstellbar. Dies erfolgt über eine Längsverstellung der Strebe 6a mittels einer geeigneten Hydraulik 8. Anstelle der Hydraulik 8 kann auch ein anderer Antrieb, z.B. ein elektrischer Antrieb, verwendet werden. Die anderen Streben 6 bilden ein Festpunktlager 6b.

[0017] Bei der Ausführungsform nach Figur 2 wird nicht die Länge der verstellbaren Strebe 6a verändert, sondern nur ihr Fußpunkt 9 wird in Richtung des Strömungskanals 1 verlagert. Auch dadurch jedoch kommt es zu einer Änderung des Anstellwinkels α der scheibenförmigen Einbaufläche.

[0018] Bei der Figur 3 ist eine translatorische Verstellung des Ortes der Einbaufläche in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 vorgesehen. Es sind zwei getrennte Antriebe vorhanden, ein Antrieb zur Einstellung des Anstellwinkels α , und ein weiterer Antrieb für die translatorische Einstellung.

[0019] Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 4 und 5 sind nebeneinander auf gemeinsamer Achse zwei Einbauflächen 2 angeordnet. Jede Einbaufläche 2 verfügt über einen eigenen Antrieb 10, läßt sich daher hinsichtlich ihres Anstellwinkels unabhängig von der jeweils anderen Einbaufläche 2 einstellen.

[0020] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 sind in dem Strömungskanal insgesamt drei Einbauflächen 2 gelagert. Jede dieser Einbauflächen ist mit einem eigenen Antrieb für den Anstellwinkel versehen, d. h. der Anstellwinkel jeder der Einbauflächen läßt sich unabhängig von den anderen wirbelerzeugenden Einbauflächen einstellen. Desweiteren lassen sich die Anstellwinkel gleichsinnig oder auch, wie dies Figur 6 erkennen läßt, gegensinnig einstellen.

[0021] Figur 7 zeigt die Rauchgasführung in einer Rauchgas-Entstickungsanlage (Denox-Anlage). In dem Zuströmungskanal 11 sind hintereinander zwei Einbauflächen 2 angeordnet, deren Anstellwinkel jeweils getrennt mittels vorzugsweise getrennter Antriebe einstellbar ist. Die an den Vorderkanten 4 entstehenden Wirbel pflanzen sich bis in eine Abzweigung 12 des Kanals fort. Die axiale Verlängerung des Zuströmungskanals 11 ist mittels einer in zwei Positionen einstellbaren Klappe 13 verschlossen, wodurch sich zwangsläufig eine Strö-

mung von dem Zuströmungskanal 11 in die Abzweigung 12 hinein ergibt. Die Abzweigung 12 führt zu einem in Figur 7 nicht dargestellten Reaktor mit Katalysatoren zur Rauchgas-Entstickung.

[0022] Wird hingegen die Klappe 13 in die in Figur 7 gestrichelt dargestellte Position 13' überführt, so ist die Abzweigung 12 zu der Rauchgas-Entstickungsanlage geschlossen. Über die Bypassleitung 14 gelangt das Rauchgas unmittelbar in einen Kanal 15. Eine Durchmischung des über den Zuströmungskanal 11 in die Anlage gelangenden Rauchgases ist in diesem Fall nicht erforderlich. Aus diesem Grunde werden beide Einbauflächen 2 mit einem Anstellwinkel von 0° in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 betrieben, d.h. die Einbauflächen sind parallel zu der Hauptströmung gerichtet und werden von dem Gas vollkommen verlustfrei umströmt.

[0023] Eine andere Anwendungsmöglichkeit der Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 8a bis 8c erläutert. Dargestellt ist wiederum ein Strömungskanal 1 mit einer Abzweigung 12. Die Einbaufläche 2 befindet sich auf Höhe der Abzweigung 12 in dem Strömungskanal 1. Mittels des bereits genannten Antriebes ist der Anstellwinkel α der Einbaufläche 2 in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung 3 durch den Strömungskanal 1 veränderbar. Ferner sind Absperrungen 17, 18 in Gestalt von Jalousien vorgesehen. Die Absperrung 17 befindet sich in dem Strömungskanal 1 stromab der Einbaufläche 2. Die Absperrung 18 befindet sich am Eingang der Abzweigung 12.

[0024] In dem Betriebszustand nach Figur 8a ist die Absperrung 17 geöffnet, die Absperrung 18 vollständig geschlossen. Die Einbaufläche 2 wird mit einem Anstellwinkel α von ca. 30° bis 60° betrieben, so daß sich die erzeugten Wirbelfelder in den Strömungskanal 1 fortpflanzen.

[0025] Bei dem Betriebszustand nach Figur 8b sind wiederum die Absperrung 17 geöffnet, und die Absperrung 18 geschlossen. Der Anstellwinkel α der Einbaufläche 2 beträgt jedoch 0°, d.h. die Einbaufläche 2 wird verlustfrei parallel umströmt. Eine Mischung findet nicht statt.

[0026] Bei dem Betriebszustand nach Figur 8c ist die Absperrung 17 geschlossen und die Absperrung 18 geöffnet. Der Anstellwinkel α ist in diesem Fall sehr groß und beträgt zwischen 70° und 85°. Auf diese Weise werden die erzeugten Wirbelfelder bis in die Abzweigung 12 fortgepflanzt.

Bezugszeichenliste

[0027]

- | | |
|----|----------------------------------|
| 1 | Strömungskanal |
| 2 | Einbaufläche |
| 2' | veränderte Lage der Einbaufläche |

- | | | |
|----|------------------------|----------------------------|
| 3 | Hauptströmungsrichtung | |
| 4 | Vorderkante | |
| 5 | 5 | Rückseite |
| 6 | 6 | Strebe |
| 6a | 6a | verstellbare Strebe |
| 10 | 6b | Festpunktlager |
| 7 | 7 | Wand |
| 15 | 8 | Hydraulik |
| 10 | 10 | Antrieb |
| 11 | 11 | Zuströmungskanal |
| 20 | 12 | Abzweigung |
| 13 | 13 | Klappe |
| 25 | 13' | andere Stellung der Klappe |
| 14 | 14 | Bypass-Kanal |
| 15 | 15 | Kanal |
| 30 | 17 | Absperrung |
| 18 | 18 | Absperrung |
| 35 | α | Anstellwinkel |

Patentansprüche

- | | | |
|----|----|--|
| 40 | 1. | Mischer für die Mischung von Gasen und anderen Newtonschen Flüssigkeiten, mit einem Strömungskanal (1) und einer darin angeordneten, die Strömung beeinflussenden Einbaufläche (2), wobei die Einbaufläche (2) eine wirbelerzeugende Fläche mit frei umströmten, gegen die Strömung gerichteten Vorderkanten (4) ist, deren Verlauf sowohl eine in Hauptströmungsrichtung (3) des Gases als auch eine quer hierzu verlaufende Komponente aufweist, gekennzeichnet durch |
| 45 | | eine Einrichtung zur Verstellung des Anstellwinkels (α) der Einbaufläche (2) in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3). |
| 50 | | |
| 55 | 2. | Mischer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbaufläche (2) über Streben (6, 6a) in dem Strömungskanal (1) abgestützt ist, und mindestens eine der Streben (6a) hinsichtlich ihrer Lage und/oder ihrer Ausrichtung verstellbar ausgebil- |

det ist.

3. Mischer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nicht verstellbaren Streben (6) ein Festpunktlager 6b bilden, um das die Einbaufläche (2) mittels der verstellbaren Strebe (6a) verschwenkbar ist. 5
4. Mischer nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Schwenkachse der Einbaufläche (2), die sich zwischen zwei einander gegenüberliegenden Wänden (7) des Strömungskanals (1) erstreckt. 10
5. Mischer nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verstellbereich der Einrichtung bis zu einem Anstellwinkel (α) von 0° reicht, d.h. bis zur parallelen Umströmung der Einbaufläche (2) durch das Gas. 15
6. Mischer nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Verstelleinrichtung zur translatorischen Verstellung der Einbaufläche in Bezug auf die Hauptströmungsrichtung (3). 20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 3

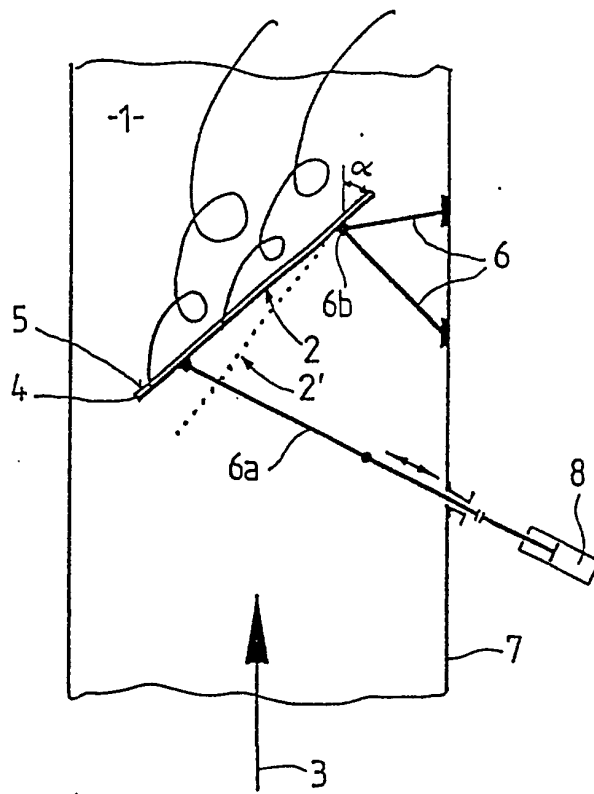
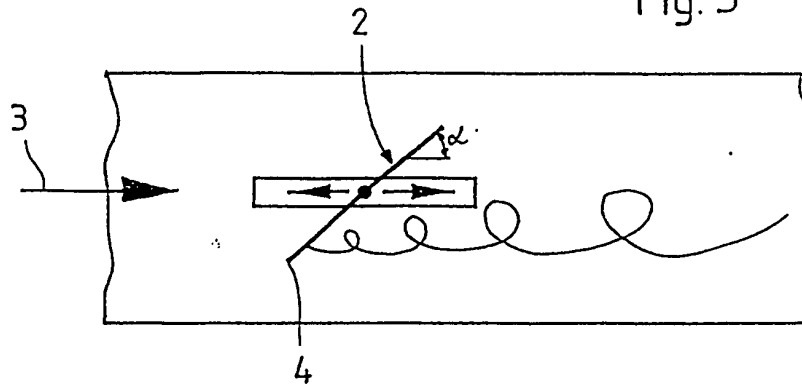


Fig. 1

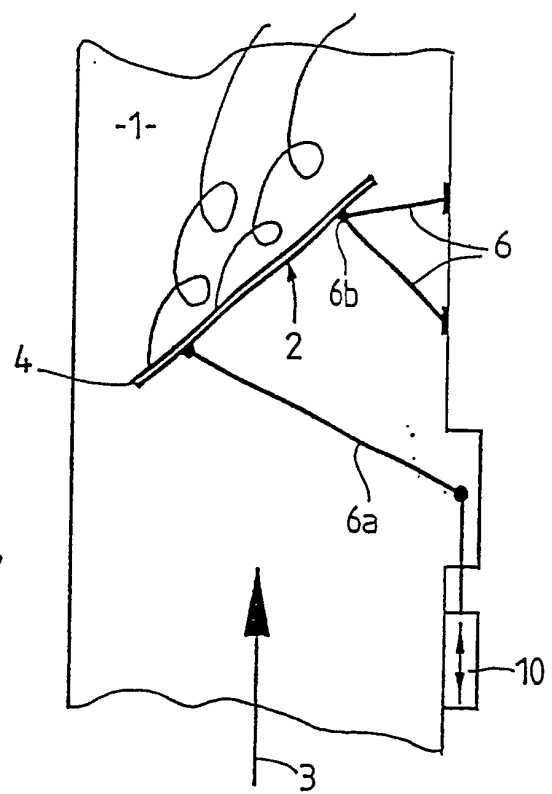


Fig. 2

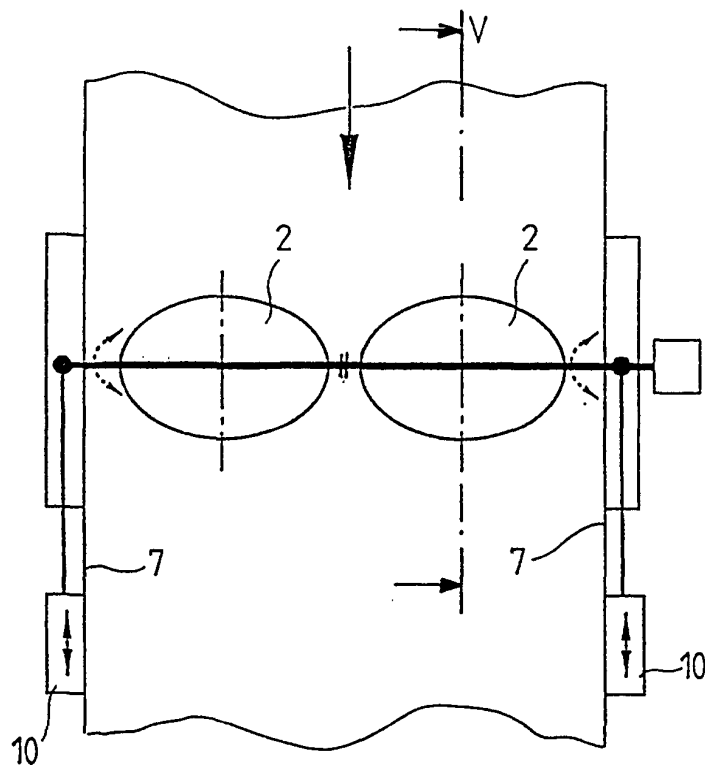


Fig. 4

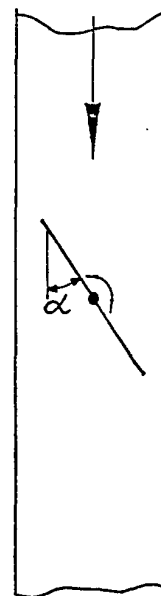


Fig. 5

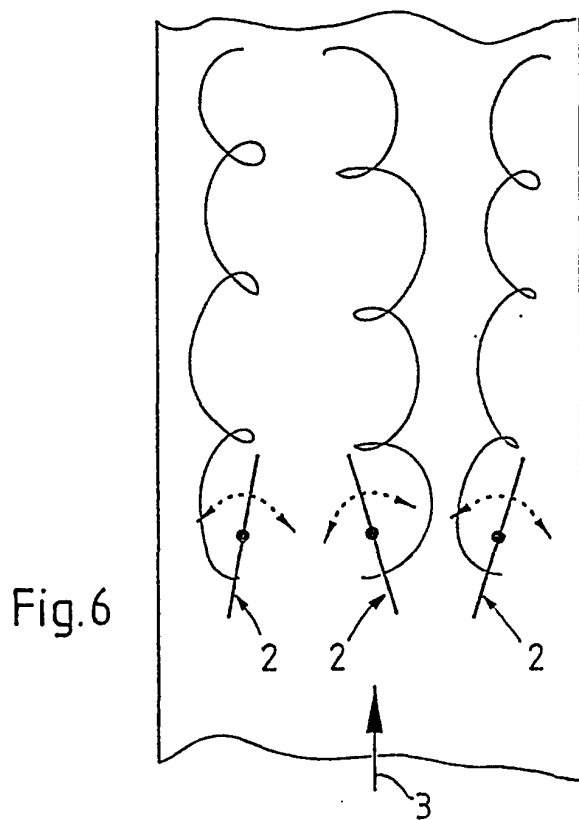
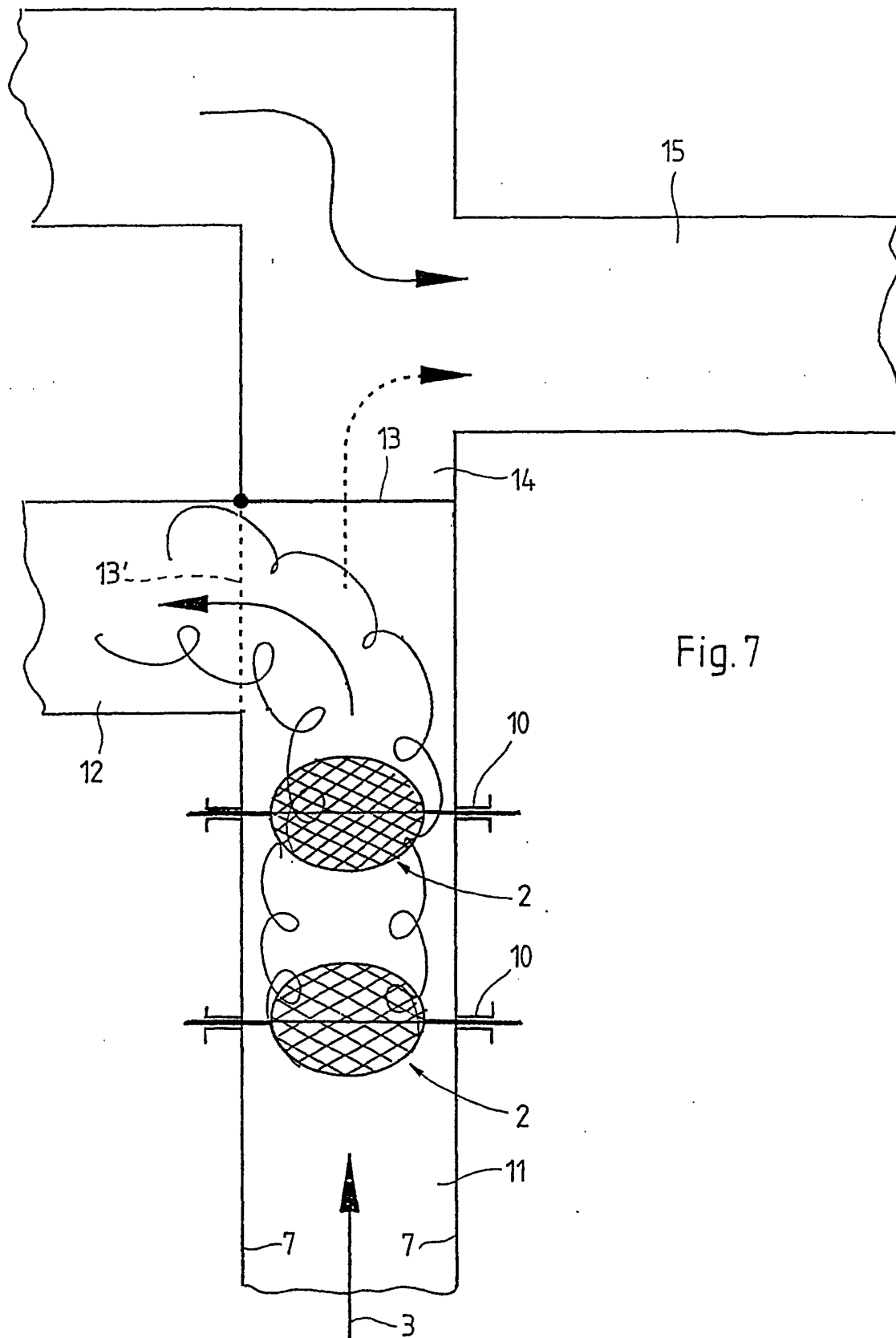
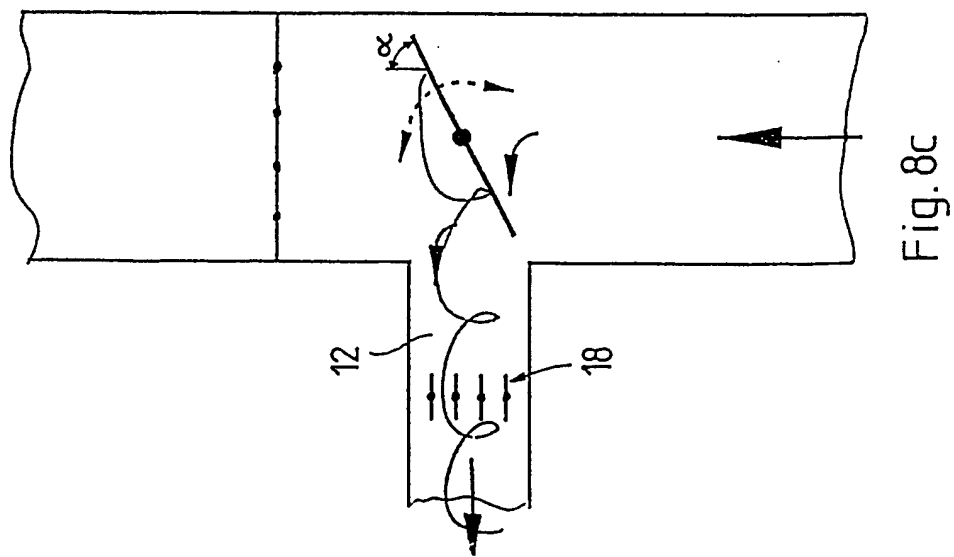
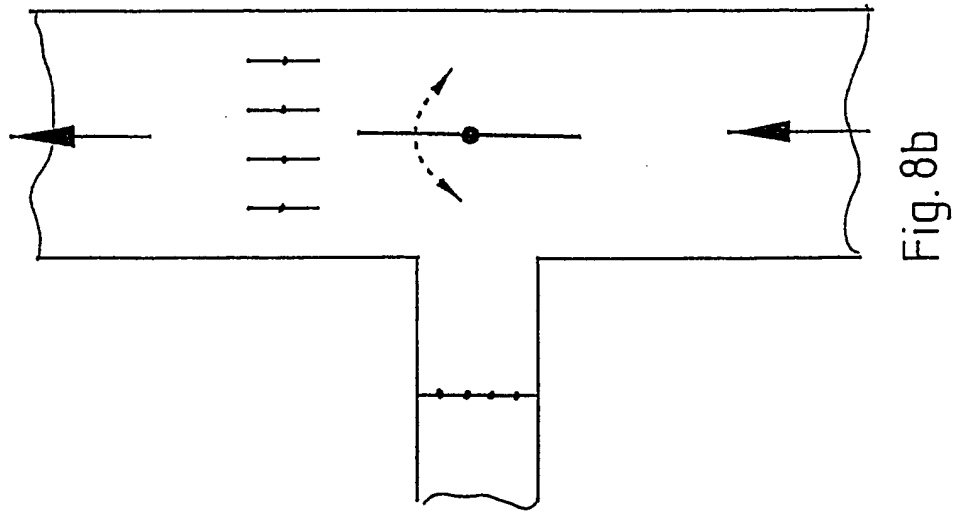
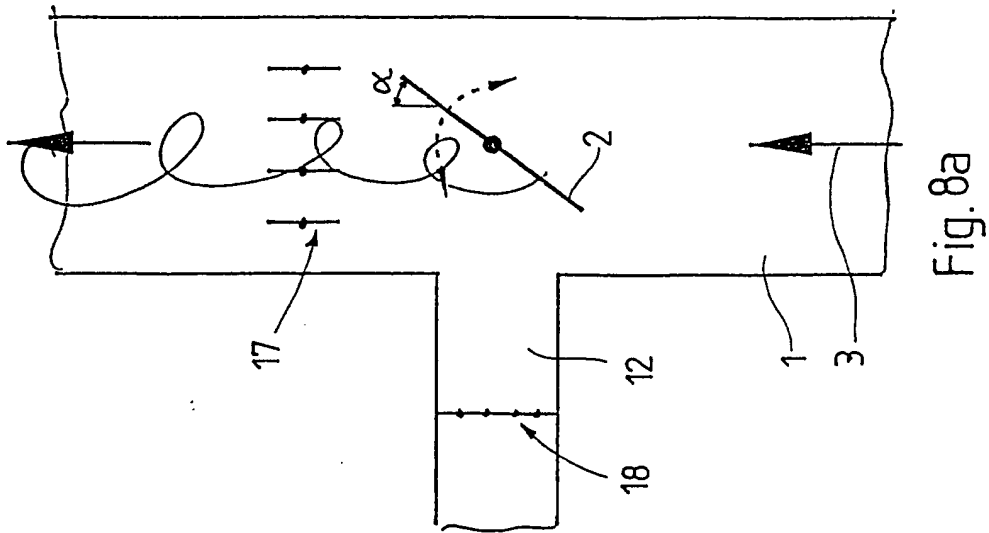


Fig. 6







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 11 2876

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
X	DE 82 19 268 U (BALCKE - DÜRR AG) 7. Oktober 1982 (1982-10-07) * das ganze Dokument *	1-3,5	B01F5/06
X	EP 0 095 791 A (SHELL INT RESEARCH) 7. Dezember 1983 (1983-12-07) * das ganze Dokument *	1,4,5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 054 (M-016), 19. April 1978 (1978-04-19) & JP 53 015668 A (BABCOCK HITACHI KK), 13. Februar 1978 (1978-02-13) * Zusammenfassung *	1,4,5	
A	US 1 568 410 A (CLARKE C MINTER) 5. Januar 1926 (1926-01-05) * das ganze Dokument *	1,4,5	
D,A	DE 29 11 873 A (BALCKE DUERR AG) 20. November 1980 (1980-11-20) * das ganze Dokument *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
			B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		5. April 2001	Labeeuw, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1603 03 82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 11 2876

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-04-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 8219268 U	07-10-1982	KEINE	
EP 0095791 A	07-12-1983	CA 1233462 A	01-03-1988
		DE 3364257 D	31-07-1986
		ES 522734 D	16-05-1984
		ES 8404872 A	01-09-1984
		JP 1716546 C	14-12-1992
		JP 3080529 B	25-12-1991
		JP 58216721 A	16-12-1983
		NO 831881 A,B,	29-11-1983
		SG 47987 G	28-08-1987
		US 4487510 A	11-12-1984
JP 53015668 A	13-02-1978	JP 1223793 C	15-08-1984
		JP 59000244 B	06-01-1984
US 1568410 A	05-01-1926	KEINE	
DE 2911873 A	20-11-1980	BR 8001793 A	23-12-1980
		ES 265655 Y	16-07-1986
		ES 276917 U	16-06-1984
		FR 2452621 A	24-10-1980
		GB 2045913 A,B	05-11-1980
		IT 1209199 B	16-07-1989
		US 4527903 A	09-07-1985

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82