

(19)



(11)

EP 3 696 383 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2021 Patentblatt 2021/42

(51) Int Cl.:
F01N 3/28 ^(2006.01)

B01F 5/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20156882.1**

(22) Anmeldetag: **12.02.2020**

(54) **MISCHER**

MIXER

MÉLANGEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **14.02.2019 DE 102019103780**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.08.2020 Patentblatt 2020/34

(73) Patentinhaber: **Friedrich Boysen GmbH & Co. KG
72213 Altensteig (DE)**

(72) Erfinder:
• **SAUER, Stefan
72218 Wildberg (DE)**

• **BURKHARDT, Bernd
72270 Baiersbronn (DE)**
• **HAAS, Andres
72280 Dornstetten (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 865 861 WO-A1-2015/080917

EP 3 696 383 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mischer zum Mischen eines Abgasstroms mit einem in eine Abgasleitung eingespritzten Fluid.

[0002] Das Problem, ein Fluid in geeigneter Form zuverlässig in einem Gasstrom zu verdampfen und zu verteilen, um beispielsweise eine chemische Reaktion von Komponenten des Gasstroms mit Komponenten des zu verdampfenden Fluids zu ermöglichen, stellt sich in vielen Anwendungsbereichen. In der Abgastechnik ergibt sich dieses Problem beispielsweise in Zusammenhang mit dem Einbringen von Kraftstoff im Rahmen eines HCl-Systems oder mit dem SCR-Verfahren, bei dem eine wässrige Harnstofflösung beispielsweise mittels einer Dosierpumpe und eines Injektors in den Abgasstrang eines Kraftstoffs eingebracht wird. Durch Thermolyse und Hydrolyse entstehen aus der Harnstofflösung Ammoniak und CO₂. Das so erzeugte Ammoniak kann in einem geeigneten Katalysator mit den im Abgas enthaltenen Stickoxiden reagieren, sodass diese effizient aus dem Abgas entfernt werden.

[0003] Bei dem zuletzt genannten Verfahren ist von besonderer Relevanz, dass das Fluid bzw. die Harnstofflösung in einem geeigneten Verhältnis zu der im Abgas enthaltenen Stickoxidmenge zugeführt wird. Von großer Bedeutung ist zudem, dass die in den Abgasstrom eingebrachte Harnstofflösung möglichst vollständig verdampft und in dem Abgasstrom gleichmäßig verteilt wird. Zu diesem Zweck ist in Strömungsrichtung hinter dem Einbringungspunkt des Fluids oftmals ein Mischer vorgesehen.

[0004] Bei motornahen Abgasanlagen muss das Reduktionsmittel, beispielsweise in Wasser gelöster Harnstoff, durch den üblicherweise eingesetzten statischen Mischer möglichst homogen innerhalb der Mischstrecke verteilt werden. Hierzu wird üblicherweise ein statischer Mischer eingesetzt. Beim Einsprühen des Fluids in die vom Abgas durchströmte Abgasleitung wird der Fluidspraykegel nun aber verweht, was die Gefahr mit sich bringt, dass das eingesprühte Fluid zumindest im Wesentlichen nur im oberen und/oder unteren Bereich der Abgasleitung ankommt. Dieses Problem tritt insbesondere bei höheren Abgasgeschwindigkeiten verstärkt auf.

[0005] Beispielsweise aus der DE 11 2014 005 413 T5 ist zwar bereits ein Mischer der eingangs genannten Art bekannt, bei dem das Abgas durch horizontale Bleche radial nach oben und nach unten gedrückt wird. Die dabei erzielte Durchmischung- und Verteilungswirkung ist jedoch nach wie vor begrenzt. Weitere Mischer sind beispielsweise in EP 2 865 861 A1 und WO 2015/080917 A1 offenbart.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mischer der eingangs genannten Art anzugeben, der im Vergleich zu den bisher üblichen Mischern eine spürbar verbesserte Durchmischungs- und Verteilungswirkung entfaltet.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ei-

nen Mischer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mixers ergeben sich aus den Unteransprüchen, der vorliegenden Beschreibung sowie der Zeichnung.

[0008] Der erfindungsgemäße Mischer zum Mischen eines Abgasstroms mit einem in eine Abgasleitung eingespritzten Fluid umfasst sowohl Mittel zur Erzeugung einer rotierenden Strömung bewirkenden Dralls als auch Mittel zur radialen Verdrängung in dem mit dem Fluid versetzten, den Mischer axial durchströmenden Abgasstrom. Dabei sind die Drallerzeugungsmittel und die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt, dass sich über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mixers betrachtet zumindest zwei gesonderte, über tangential agierende, flügelartige Drallelemente aufgebaute Drallbereiche, die zumindest teilweise durch Trennelemente, insbesondere Trennbleche, voneinander getrennt sind, und wenigstens ein jeweils zwischen zwei gesonderten Drallbereichen angeordneter Radialverdrängungsbereich ergeben.

[0009] Aufgrund dieser Ausbildung ergibt sich ein Mehrfachdrallmischer, in dem unterschiedliche Bereiche entstehen, wobei in dessen Mitte eine radiale Verschiebung und an dessen Rand zur Erzeugung eines jeweiligen Dralls tangentiale Umlenkungen des mit dem Fluid versetzten Abgases erfolgen. Der erzeugte Mehrfachdrall bewirkt im nachgelagerten Mischrohr eine Rückführung des eingesprühten Fluids in die Mitte des Mischrohrs. Die radiale Verschiebung in der Mitte unterstützt die Erzeugung des Dralls, da das radial nach außen verdrängte Gemisch nach links und rechts ausweichen muss. Durch die entsprechende Unterteilung des Mixers in mehrere Bereiche werden die Fluidtropfen nach dem Mischer in unterschiedliche Bereiche verteilt. Im Ergebnis wird somit sowohl eine optimalere Durchmischung des Fluids und des Abgasstroms als auch eine optimalere Verteilung des Fluids im Abgasstrom erreicht. Zudem wird mit der erfindungsgemäß erreichten sofortigen und intensiven Durchmischung des Gemisches dem Umstand Rechnung getragen, dass der Drall mit der Lauflänge Gemischs in der Abgasleitung abnimmt.

[0010] Bevorzugt umfassen die Drallerzeugungsmittel eine Mehrzahl von Drallelementen und/oder die Radialverdrängungsmittel eine Mehrzahl von Radialverdrängungselementen.

[0011] Aus Festigkeitsgründen kann es von Vorteil sein, einen Teil der Drallelemente und/oder zumindest einen Teil der Radialverdrängungselemente an einem Trägerblech abzustützen oder auszubilden.

[0012] Die Trennelemente, die die Drallbereiche voneinander trennen, können vorteilhafterweise zumindest teilweise auch durch die Trägerelemente gebildet sein.

[0013] Im eingebauten Zustand des Mixers können die Trennelemente bzw. Trennbleche zumindest teilweise insbesondere allgemein senkrecht ausgerichtet sein. Sie können auch der Fixierung der Bleche untereinander in einem Trägerrohr oder in der Abgasleitung dienen. Die

Trägerelemente bzw. Trägerbleche sind bevorzugt im Zentrum des Mischers angeordnet, da hier die Strömung schwach ist. Der Erzeugung des Dralls wird somit durch diese Trägerelemente möglichst wenig gestört. Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn die Trägerelemente zumindest im Wesentlichen nur in Richtung der Abgasströmung betrachtet vorderen Bereich des Mischers angeordnet sind, in dem noch kein Drall vorliegt.

[0014] Insbesondere zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur über die Drallelemente und Radialverdrängungselemente hinaus ist vorteilhafterweise zumindest ein Teil der Trennelemente axial verlängert. Alternativ oder zusätzlich kann der Mischer zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur beispielsweise auch wenigstens ein vom Mehrfachdrallbereich und dem wenigstens einen Radialverdrängungsbereich getrenntes nachgeordnetes Trennelement umfassen.

[0015] Wie bereits ausgeführt, sind die Drallerzeugungsmittel bevorzugt so angeordnet und ausgeführt, dass in einem jeweiligen Drallbereich radial außen eine tangential Umlenkung des mit dem Fluid versetzten Abgasstroms erzeugt wird.

[0016] Ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich ist über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet vorteilhafterweise zwischen benachbarten Drallbereichen angeordnet.

[0017] Gemäß einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers sind die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt, dass sich über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet zumindest zwei gesonderte Radialverdrängungsbereiche ergeben. Die Durchmischungs- und Verteilungswirkung wird dadurch weiter verbessert.

[0018] Die voneinander getrennten Drallbereiche und/oder die gesonderten Radialverdrängungsbereiche können über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet insbesondere jeweils spiegelsymmetrisch oder punktsymmetrisch angeordnet sein. Grundsätzlich sind jedoch auch solche Ausführungen denkbar, bei denen die Drallbereiche und/oder Radialverdrängungsbereiche ohne Symmetrie angeordnet sind.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind zumindest zwei voneinander getrennte Drallbereiche vorgesehen, in denen Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird.

[0020] Dabei ist zwischen den beiden voneinander getrennten, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen zweckmäßigerweise wenigstens ein Radialverdrängungsbereich vorgesehen.

[0021] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn zumindest zwei voneinander getrennte, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugende Drallbereiche vorgesehen sind, zwischen denen ein Radialverdrängungsbereich angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich ist insbesondere auch eine solche Ausführung denkbar, bei der zu-

mindest zwei voneinander getrennte, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugende Drallbereiche vorgesehen sind, zwischen denen zwei Radialverdrängungsbereiche in entgegengesetzter Richtung erzeugende Radialverdrängungsbereiche angeordnet sind.

[0022] Gemäß einer bevorzugten weiteren Ausführungsform sind vier voneinander getrennte Drallbereiche vorgesehen, wobei durch ein Paar von über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen Drall in einer Richtung und durch ein anderes Paar von über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird.

[0023] Dabei ist insbesondere von Vorteil, wenn zwei über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet in Radialrichtung aufeinanderfolgende Radialverdrängungsbereiche vorgesehen sind, die jeweils zwischen zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen angeordnet sind. In diesem Fall wird in den beiden in Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen bevorzugt eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt.

[0024] Von Vorteil ist zudem, wenn ein erstes Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet ersten Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen und ein weiteres Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet zur ersten Radialrichtung senkrechten bzw. spiegelsymmetrisch weiteren Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen vorgesehen ist. Dabei wird in den beiden in einer jeweiligen Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen eines jeweiligen Paares von Radialverdrängungsbereichen bevorzugt eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt.

[0025] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich der beiden Paare von Radialverdrängungsbereichen zwischen zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen angeordnet ist.

[0026] Es kann beispielsweise zumindest ein Teil der Drallelemente durch ein Drall- oder Tangentialblech und/oder zumindest ein Teil der Radialverdrängungselemente durch ein Radialblech gebildet sein.

[0027] Die Radialverdrängungselemente können jeweils einen Grundkörper mit wenigstens einem der Radialverdrängung dienenden Radialverdrängungsabschnitt umfassen.

[0028] Dabei ist gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Grundkörper zumindest eines Teils der Radialverdrängungselemente jeweils nur mit einem in Richtung der axialen Abgasströmung betrachtet durchgehend eine Radialverdrängung erzeugenden Radialverdrängungsabschnitt versehen ist, so dass die betref-

fenden Radialverdrängungsabschnitte einstufig ausgeführt sind. Dagegen ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers der Grundkörper zumindest eines Teils der Radialverdrängungselemente jeweils mit zumindest zwei in Richtung der axialen Abgasströmung betrachtet jeweils durchgehend eine Radialverdrängung erzeugenden Radialverdrängungsabschnitten versehen, wobei zwischen einem jeweiligen vorangehenden Radialverdrängungsabschnitt und einem jeweiligen darauffolgenden Radialverdrängungsabschnitt ein Zwischenabschnitt ohne Radialverdrängung vorgesehen sein kann. Im letzteren Fall sind die betreffenden Radialverdrängungselemente somit mehrstufig ausgeführt, wobei sie insbesondere zweistufig ausgeführt sein können.

[0029] Der Mischer kann mantellos ausgeführt oder auch mit einem Mantel versehen sein. Im letzteren Fall kann der Mantel zumindest teilweise durch Drallelemente bzw. einzelne Bleche erzeugt sein. In den entsprechenden äußeren Blechen können auch Einprägungen vorgesehen sein, um ein Anschweißen am Abgasrohr bzw. der Abgasleitung zu ermöglichen. Das Außenteil kann als Rohr vorgesehen oder aus Halbschalen gebildet sein. Bei einer mantellosen Ausführung kann der Mischer insbesondere aus zwei mantellosen Mischerhälften bestehen, die vorteilhafterweise auf die genannte Weise im Abgasrohr befestigt werden.

[0030] Bei einer jeweiligen Ausführung mit Mantel kann dieser im Querschnitt insbesondere zumindest im Wesentlichen kreisförmig oder auch oval ausgeführt sein. Dabei ist eine ovale Ausführung vor allem für eine Doppeldrallführung günstig.

[0031] Gemäß einer vorteilhaften praktischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers ist zumindest ein Paar von einander gegenüberliegenden Drallelementen vorgesehen, das mit wenigstens einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement ein einstückiges Bauteil bildet.

[0032] Dabei ist bevorzugt ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen und wenigstens ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement umfassendes einstückiges bzw. gestrecktes Bauteil zumindest teilweise an zwei benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen abgestützt, durch die die betreffenden Drallbereiche und der betreffende wenigstens eine Radialverdrängungsbereich voneinander getrennt werden.

[0033] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen und wenigstens ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement umfassendes einstückiges Bauteil zumindest teilweise an den beiden benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen abgestützt ist, indem es abschnittsweise in in den Trägerelementen bzw. Trägerblechen vorgesehene Schlitze eingreift.

[0034] Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers sind die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt, dass sich über den zur axialen Abgasströmung

senkrechten Querschnitt des Mischers betrachtet zumindest ein Radialverdrängungsbereich ergibt, der gegenüber einer sich in Axialrichtung erstreckenden Mittenebene seitlich versetzt ist.

[0035] Die Drallelemente sind vorteilhafterweise so angeordnet und ausgeführt, dass sich Drallbereiche mit unterschiedlichen Drallwinkeln ergeben.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers sind zumindest zwei benachbarte Drallbereiche durch zwei Trennelemente voneinander getrennt, zwischen denen ein Radialverdrängungsbereich gebildet ist. Dabei können die beiden Trennelemente zur Begrenzung eines dazwischenliegenden Radialverdrängungsbereichs von radial durchgehend gleichbleibender Breite zueinander parallel ausgerichtet sein. Alternativ sind jedoch insbesondere auch solche Ausführungen denkbar, bei denen die beiden Trennelemente zur Begrenzung einen dazwischen liegenden, in Radialrichtung kontinuierlich breiter werdenden Radialverdrängungsbereichs relativ zueinander in einem entsprechenden Winkel angeordnet sind.

[0037] Insbesondere bei einer punktsymmetrischen Anordnung der Drallelemente und/oder Radialverdrängungselemente kann in bestimmten Fällen auch von Vorteil sein, wenn die Anzahl der Trägerelemente bzw. Trägerbleche gleich der Anzahl von erzeugten Drallbereichen ist.

[0038] Gemäß einer weiteren bevorzugten praktischen Ausführungsform ist der Mischer zweiteilig ausgeführt, indem er aus zwei zur Bildung der Drallelemente, Radialverdrängungselemente und Trägerelemente entsprechend abgekanteten oder gefalteten Blechteilen zusammensetzbar bzw. zusammengesetzt ist.

[0039] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn der Mischer mit Mitteln zur Fluidtropfenverteilung der Anteile der Fluidsprayverwehung im eingebauten Zustand des Mischers betrachtet insbesondere nach unten versehen ist.

[0040] Die bisher üblichen, gegen den späteren Drall arbeitenden Korrekturplatten können demzufolge ebenso entfallen wie die bisher übliche Tropfenstabilisierung. Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers mit spiegelsymmetrisch angeordneten Drallbereichen,

Fig. 2 und 3 schematische Querschnittsdarstellungen zweier beispielhafter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mischers mit sowohl spiegelsymmetrisch angeordneten Drallbereichen als auch spiegelsymmetrisch angeordneten Radialverdrängungsbereichen,

Fig. 4	eine schematische Darstellung eines beispielhaften Drallelements,			Bauteil bilden,
Fig. 5A	eine beispielhafte, besonders einfach gehaltene Ausführungsform eines nicht erfindungsgemäßen Mischers in isometrischer Ansicht in Strömungsrichtung,	5	Fig. 16	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers mit einem gegenüber einer sich in Axialrichtung erstreckenden Mittenebene seitlich versetzten Radialverdrängungsbereich,
Fig. 5B	den Mischer gemäß Fig. 5A in isometrischer Ansicht entgegen der Strömungsrichtung.	10	Fig. 17	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers mit unterschiedliche Drallwinkel aufweisenden Drallbereichen,
Fig. 6	eine schematische Darstellung eines Mischers, welcher durch einen beispielhaften Fluidspraykegel beaufschlagt ist,	15	Fig. 18	eine schematische Querschnittsdarstellung eines mit einem bestimmten Drallwinkel zur axialen Abgasströmung angestellten Drallelements,
Fig. 7	eine schematische Darstellung beispielhafter Strömungsverhältnisse und Fluidverhältnisse in einem Mischrohr im Anschluss an den Mischer,	20	Fig. 19	eine schematische Längsschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen, innerhalb einer Abgasleitung angeordneten Mischers, wobei der Mischer zur Bildung eines diesen umgebenden Bypasses einen kleineren Querschnitt aufweist als die Abgasleitung,
Fig. 8	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers mit einer starken Fluidsprayverwehung und einer Mischerausführung, welche eine und nach unten erhöhte Fluidverteilung ermöglicht,	25 30	Fig. 20 und 21	schematische Querschnittsdarstellungen zweier beispielhafter Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mischers mit sowohl punktsymmetrisch angeordneten Drallbereichen als auch punktsymmetrisch angeordneten Radialverdrängungsbereichen,
Fig. 9 und 10	eine schematische Querschnitts- und eine schematische Längsschnittsdarstellung eines beispielhaften Radialverdrängungsbereichs mit zweistufig ausgeführten Radialverdrängungselementen,	35	Fig. 22	eine schematische Längsschnittsdarstellung verschiedener Ausführungsformen mit unterschiedlich langen Trennbereichen und einem nachgeordneten Trennelement bzw. Trennblech,
Fig. 11	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften teilbaren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers, bei der auf ein durchgängiges Trennungsblech verzichtet wurde,	40 45	Fig. 23	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers, bei der sowohl die Drallbereiche als auch die Radialverdrängungsbereiche jeweils ohne Symmetrie angeordnet sind,
Fig. 12	eine schematische Querschnittsdarstellung einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers, bei der der Mantel des Mischers im Querschnitt oval ausgeführt ist,	50	Fig. 24	eine schematische Darstellung des sich mit dem Mischer gemäß Fig. 23 in einem Mischrohr im Anschluss an den Mischer ergebenden Dralls,
Fig. 13 bis 15	schematische Darstellungen einer beispielhaften Ausführungsform eines Paares von einander gegenüberliegenden Drallelementen, die mit einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement ein einstückiges	55		

- Fig. 25 eine schematische Querschnittsdarstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines punktsymmetrischen Mischers,
- Fig. 26 eine schematische Darstellung des sich mit dem Mischer gemäß Fig. 25 in einem Mischrohr im Anschluss an den Mischer ergebenden Dralls,
- Fig. 27 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften mantellosen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in spiegelsymmetrischer, geteilter Ausführung und mit zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen,
- Fig. 28 eine perspektivische Darstellung einer weiteren beispielhaften mantellosen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in spiegelsymmetrischer Ausführung mit zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen,
- Fig. 29 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in spiegelsymmetrischer Ausführung mit einem Mantel, zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen und Paaren von einander gegenüberliegenden Drallelementen, die jeweils mit einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement ein einstückiges Bauteil bilden,
- Fig. 30 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in spiegelsymmetrischer Ausführung mit einem Mantel und vier voneinander getrennten Drallbereichen zur Erzeugung symmetrischer Wirbel,
- Fig. 31 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in mantelloser, geteilter Ausführung mit drei voneinander getrennten Drallbereichen, und
- Fig. 32 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers in punktsymmetrischer Ausführung
- mit drei voneinander getrennten Drallbereichen, wobei die Anzahl der Trägerbleche gleich der Anzahl der Drallelemente ist.
- [0041]** Die Fig. 1 bis 32 zeigen unterschiedliche Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Mischers 10 zum Mischen eines Abgasstroms 12 mit einem in eine Abgasleitung 14 eingespritzten Fluids 16.
- [0042]** Dabei umfasst der Mischer 10 jeweils sowohl Mittel zur Erzeugung eines Dralls als auch Mittel zur radialen Verdrängung in dem mit dem Fluid 16 versetzten, den Mischer 10 axial durchströmenden Abgasstrom. Die Drallerzeugungsmittel und die Radialverdrängungsmittel sind jeweils so angeordnet und ausgeführt, dass sich über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet zumindest zwei voneinander getrennte Drallbereiche 18 und wenigstens ein jeweils zwischen zwei voneinander getrennten Drallbereichen angeordneter Radialverdrängungsbereich 20 ergeben.
- [0043]** Dabei können die tangential wirkenden Drallerzeugungsmittel eine Mehrzahl von Drallelementen 22 und die Radialverdrängungsmittel eine Mehrzahl von Radialverdrängungselementen 24 umfassen. Zumindest ein Teil der Drallelemente 22 und/oder zumindest ein Teil der Radialverdrängungselemente 24 kann jeweils an einem Trägerelement 26 (vgl. die Fig. 13 und 15), insbesondere Trägerblech, abgestützt oder ausgebildet sein.
- [0044]** Die Drallbereiche 18 sind zumindest teilweise durch Trennelemente 27, insbesondere Trennbleche, voneinander getrennt sein. Dabei können die Trennelemente 27 zumindest teilweise auch durch Trägerelemente 26 gebildet sein.
- [0045]** Wie in den Figuren 20, 21, 23, 25 durch punktierte Linien angedeutet, kann zumindest ein Teil der Trennelemente 27 insbesondere zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur über die Drallelemente 22 und Radialverdrängungselemente 24 hinaus axial verlängert sein.
- [0046]** Wie insbesondere aus den Figuren 1 bis 3, 6, 7, 11, 12, 16, 17, 20, 21, und 23 bis 25 ersichtlich, sind die Drallerzeugungsmittel so angeordnet und ausgeführt, dass in einem jeweiligen Drallbereich 18 radial außen eine tangentiale Umlenkung des mit dem Fluid versetzten Abgasstroms 12 erzeugt wird. Zudem kann ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich 20 über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet zwischen benachbarten Drallbereichen 18 angeordnet sein.
- [0047]** Wie sich beispielsweise aus den Figuren 2 und 3 ergibt, können die Radialverdrängungsmittel beispielsweise so angeordnet und ausgeführt sein, dass sich über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet zumindest zwei gesonderte Radialverdrängungsbereiche 20 ergeben.
- [0048]** Die voneinander getrennten Drallbereiche 18 und/oder die verschiedenen Radialverdrängungsberei-

che 20 können über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet jeweils spiegelsymmetrisch (vgl. z.B. die Fig. 1 bis 3, 6, 11, 12 und 17), punktsymmetrisch (vgl. z.B. die Fig. 20, 21 und 25) oder auch ohne Symmetrie angeordnet sein (vgl. beispielsweise Fig. 23).

[0049] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Mischer 10 ist zwischen zwei voneinander getrennten, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen 18 ein eine Radialverdrängung in einer Richtung erzeugender Radialverdrängungsbereich 20 vorgesehen.

[0050] Dagegen sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 die Drallerzeugungsmittel und die Radialverdrängungsmittel des Mischers 10 so angeordnet und ausgeführt, dass sich vier gesonderte Drallbereiche 18 ergeben, wobei durch ein Paar von über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen 18 Drall in einer Richtung und durch ein anderes Paar von über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen 18 Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird. Zudem ergeben sich zwei über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet in Radialrichtung aufeinanderfolgende Radialverdrängungsbereiche 20, die jeweils zwischen zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen 18 angeordnet sind. In den beiden in Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen 20 wird eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt.

[0051] Auch beim in Fig. 3 dargestellten Mischer 10 werden wieder vier voneinander getrennte Drallbereiche 18 erzeugt, wobei durch ein Paar von über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen 18 Drall in einer Richtung und durch ein anderes Paar von über den zur axialen Abgasströmung 12 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen 18 Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird. Dabei ist im vorliegenden Fall ein erstes Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet ersten Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen 20 und ein weiteres Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung 10 senkrechten Querschnitt des Mischers 10 betrachtet zur ersten Radialrichtung senkrechten weiteren Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen 20 vorgesehen. Dabei wird in den beiden in einer jeweiligen Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen 20 eines jeweiligen Paares von Radialverdrängungsbereichen 20 eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt. Zudem ist ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich 20 der beiden Paare von Radialverdrängungsbereichen 20 zwischen zwei

Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen 18 angeordnet.

[0052] In den Fig. 1 bis 3 ist der Mischer 10 jeweils in der Ausrichtung dargestellt, die er im eingebauten Zustand einnimmt. So erfolgt beispielsweise beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 durch den oben dargestellten Radialverdrängungsbereich 20 bei eingebautem Mischer 10 eine Verdrängung radial nach oben und durch den unten dargestellten Radialverdrängungsbereich 20 bei eingebautem Mischer 10 eine Verdrängung radial nach unten, während in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte des Mischers 10 jeweils rechts und links des betreffenden Radialverdrängungsbereichs 20 Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird.

[0053] Die Drallelemente 22 können jeweils einen Grundkörper 28 mit wenigstens einem der Drallerzeugung dienenden gekrümmten Drallerzeugungsabschnitt 30 umfassen (vgl. Fig. 4).

[0054] Fig. 5A zeigt in isometrischer Ansicht in Strömungsrichtung eine besonders einfache Ausführung eines nicht erfindungsgemäßen Mischers 10. In Fig. 5B ist dieser Mischer 10 gemäß Fig. 5A nochmals in isometrischer Ansicht entgegen der Strömungsrichtung gezeigt. Diese Ausführungsform des nicht erfindungsgemäßen Mischers 10 besitzt genügend Stabilität, welche einen Entfall der zur Bauteilstabilisierung dienenden Trägerbleche 26 ermöglicht.

[0055] Fig. 6 zeigt einen beispielhaften Mischer 10, welcher durch einen Fluidspraykegel 32 beaufschlagt ist. Dabei sind im vorliegenden Fall analog zum Mischer gemäß Fig. 1 wieder zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugende Drallbereiche 18 und ein dazwischen angeordneter, eine Radialverdrängung in einer Richtung erzeugender Radialverdrängungsbereich 20 vorgesehen. Wie aus der Fig. 6 ersichtlich, umfasst der Fluidspraykegel 32 alle drei Bereiche 18, 20.

[0056] Fig. 7 zeigt in schematischer Darstellung beispielhafte Strömungsverhältnisse und Tropfenverhältnisse in einem Mischrohr 34 im Anschluss an beispielsweise einen Mischer 10 gemäß Fig. 6. Die fett markierten Bereiche zeigen das verteilte Fluid im Nachlauf des Mischers. Die Verteilung stellt sich vorwiegend bei Temperaturen ein, die aufgrund des Leidenfrosteffektes die Tropfen durch den Mischer durchreichen anstatt diese im Mischbereich zu verdampfen.

[0057] Wie beispielsweise aus den Fig. 1 bis 3, 6, 8, 12, 16, 17, 20, 21 und 23 ersichtlich, können zumindest zwei benachbarte Drallbereiche 18 durch zwei Trägerelemente 26 voneinander getrennt sein, zwischen denen ein Radialverdrängungsbereich 20 gebildet ist. Dabei beispielsweise bei den in den Fig. 1 bis 3, 6, 12, 16, 17, 20, 21 und 23 dargestellten Ausführungsbeispielen die beiden Trägerelemente 26 zur Begrenzung eines dazwischen liegenden Radialverdrängungsbereichs 20 von radial durchgehend gleichbleibender Breite zueinander parallel ausgerichtet. Die Trägerelemente 26 dienen einer Versteifung des Mischers und tragen nicht zur Vermischung bzw. zur Tropfenbildung bei.

[0058] Dagegen zeigt Fig. 8 eine beispielhafte alternative Ausführungsform, bei der die beiden Trennelemente 27 zur Begrenzung eines dazwischen liegenden, radial nach unten kontinuierlich breiter werdenden Radialverdrängungsbereichs 20 relativ zueinander in einem entsprechenden Winkel angeordnet sind. Der Mischer ist im vorliegenden Fall wieder in zwei Drallbereiche 18 und einen Radialverdrängungsbereich 20 unterteilt, wobei der Radialverdrängungsbereich 20 oben schmaler und unten breiter ist, so dass sich ein im Querschnitt zumindest im Wesentlichen dreieckförmiger Radialverdrängungsbereich 20 ergibt und ein möglichst optimales Verhältnis der auftretenden Fluidphase in den Radialverdrängungsbereich und tangentialen Drallerzeugungsbereich. Grundsätzlich ist jedoch auch eine beliebige andere Aufteilung dieser Bereiche möglich.

[0059] Zudem wird mit dieser in Fig. 8 dargestellten Bauform eine Verstärkung der Anteile der Fluidsprayaufteilung 36 im eingebauten Zustand des Mischers 10 betrachtet nach unten erzielt, wodurch sich insbesondere eine entsprechend verbesserte Fluidtropfenverteilung ergibt. Diese verstärkte Fluidsprayverteilung 36 mit nach unten erhöhten Fluidanteilen ist in der Fig. 8 schematisch durch Pfeile angedeutet und sorgt für eine bessere Fluidverteilung schon kurz nach dem Mischer 10.

[0060] Fig. 9 und 10 zeigen in schematischer Querschnitts- und schematischer Längsschnittdarstellung einen beispielhaften Radialverdrängungsbereich 20 mit zweistufig ausgeführten Radialverdrängungselementen 24. Dabei ist der Grundkörper eines jeweiligen zweistufigen Radialverdrängungselements 24 jeweils mit zwei in Richtung der axialen Abgasströmung 12 betrachtet jeweils durchgehend eine Radialverdrängung erzeugenden Radialverdrängungsabschnitten 42 versehen, zwischen denen ein Zwischenabschnitt ohne Radialverdrängung angeordnet ist.

[0061] Beim in der Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Mischer 10 zweiteilig ausgeführt, wobei er entlang einer horizontalen Mittenebene X teilbar bzw. geteilt ist, indem, wie strichliniert angedeutet, auf durchgängige Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 verzichtet wurde bzw. diese unterbrochen sind. Dabei ist die betreffende Unterteilung auf die vorgesehenen Drallbereiche 18 und Radialverdrängungsbereiche 20 abgestimmt. Ein Verschweißen des Mischers innen ist nicht erforderlich.

[0062] Der Mischer 10 kann mantellos oder auch mit einem Mantel 44 versehen sein.

[0063] Fig. 12 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers 10, bei der der Mantel 44 des Mischers 10 im Querschnitt oval ausgeführt ist. Grundsätzlich kann der Mantel 44 des Mischers 10 jedoch auch kreisförmig oder dergleichen ausgeführt sein.

[0064] Ist der Mischer 10 mit einem Mantel 44 versehen, so kann dieser zumindest teilweise auch durch Drallelemente 22 erzeugt sein.

[0065] Wie aus den Fig. 13 bis 15 ersichtlich, sind auch

solche Ausführungsformen des Mischers 10 denkbar, bei denen wenigstens ein Paar von einander gegenüberliegenden Drallelementen 22 mit einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement 24 ein einstückiges bzw. einstückiges und gestrecktes Bauteil 46 bildet. Dabei kann ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen 22 und ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement 24 umfassendes einstückiges bzw. gestrecktes Bauteil 46 zumindest teilweise an zwei benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen 26 abgestützt sein, durch die gleichzeitig die betreffenden Drallbereiche 18 und der betreffende Radialverdrängungsbereich 20 voneinander getrennt werden. Wie dargestellt, kann ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen 22 und ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement 24 umfassendes einstückiges Bauteil 46 zumindest teilweise an den beiden benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen 26 abgestützt sein, indem es abschnittsweise in in den Trägerelementen bzw. Trägerblechen 26 vorgesehene Schlitze 48 eingreift. Wie insbesondere aus den Fig. 13 und 14 ersichtlich, können die Drallelemente 22 jeweils einen insbesondere flügelartig gebogenen Abschnitt umfassen.

[0066] Die Bauteile 46 können beispielsweise nur außen angebunden und beispielsweise mit dem Mischrohr verschweißt sein. Innen kann entweder auf ein Verschweißen ganz verzichtet werden, oder es kann eine Fixierung durch relativ wenige Schweißpunkte erfolgen.

[0067] Bei entsprechender steifer Bauform kann auf Trägerelemente verzichtet werden, wie dies in Fig. 33 dargestellt ist.

[0068] Bei der in Fig. 16 dargestellten weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst der Mischer 10 einen gegenüber einer sich in Axialrichtung erstreckenden Mittenebene 50 seitlich versetzten Radialverdrängungsbereich 20, welcher bei asymmetrischer Anströmung der Gasphase oder der asymmetrischen Beaufschlagung der Fluidphase zur Erhöhung der Vermischung beiträgt.

[0069] Die Vermischung und die Verteilung können beispielsweise dadurch weiter gesteigert werden, dass, wie in Fig. 17 gezeigt, der Mischer 10 mit unterschiedliche Drallwinkel aufweisenden Drallbereichen 18 versehen ist. Dabei werden im vorliegenden Fall beispielsweise zwei voneinander getrennte Bereiche erzeugt, von denen einer auf einer Seite eines Radialverdrängungsbereichs 20 zwei Drallbereiche 18 mit jeweils einem Drallwinkel von beispielsweise 35° und einer auf der gegenüberliegenden Seite des Radialverdrängungsbereichs 20 zwei Drallbereiche 18 mit jeweils einem Drallwinkel von beispielsweise 45° aufweist. Auch hier ist eventuell wieder die Erzeugung eines asymmetrischen Fluidspraykegels bzw. eine asymmetrische Anströmung denkbar. Zudem wird durch diese Ausführung die Dominanz eines jeweiligen Dralls gegenüber einem weiteren Drall verhindert, der andernfalls aufgelöst werden könnte. Auch diese Maßnahmen können bei asymmetrischen Verhältnissen notwendig sein.

[0070] Fig. 18 zeigt in schematischer Querschnittsdar-

stellung ein mit einem bestimmten Drallwinkel α zur axialen Abgasströmung 12 angestelltes Drallelement 22.

[0071] Fig. 19 zeigt in schematischer Längsschnittdarstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen, innerhalb der Abgasleitung 14 angeordneten Mischers 10, wobei der Mischer 10 zur Bildung eines diesen ringförmig umgebenden Bypasses 52 einen kleineren Querschnitt aufweist als die Abgasleitung 14. Über den Mischer 10 ergibt sich damit ein reduzierter Druckverlust.

[0072] Die Fig. 20 und 21 zeigen in schematischen Querschnittsdarstellungen zwei beispielhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Mischers 10 mit sowohl punktsymmetrisch angeordneten Drallbereichen 18 als auch punktsymmetrisch angeordneten Radialverdrängungsbereichen 20. Dabei sind in der Ausführung gemäß Fig. 20 zwei zueinander parallele, die Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugende Radialverdrängungsbereiche 20 vorgesehen, während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 21 beispielsweise drei sternförmig angeordnete Radialverdrängungsbereiche 20 vorgesehen sind, in denen jeweils eine Verdrängung des Abgases radial nach außen erfolgt. Bei beiden in diesen Fig. 20 und 21 dargestellten Ausführungsbeispielen wird in den verschiedenen Drallbereichen 18 jeweils Drall in der gleichen Richtung erzeugt.

[0073] Wie aus den Fig. 20 und 21 strichpunktirt angedeutet, kann zumindest ein Teil der Trennelemente bzw. Trennbleche 27 zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur über die Drallelemente 22 und Radialverdrängungselemente 24 hinaus axial verlängert sein. Dabei wird durch diese punktiert angedeuteten verlängerten Trennelemente bzw. Trennbleche 27 die erzeugte Drallstruktur in der Abgasleitung länger aufrechterhalten. Aufgrund der punktiert angedeuteten verlängerten Trennelemente 27 vereinigen sich die kleineren Mikrodrallbereiche in Strömungsrichtung des Abgases betrachtet erst später zu einem Makrodrall.

[0074] In der Darstellung gemäß Fig. 22 sind beispielhaft drei Varianten mit in Strömungsrichtung des Abgases betrachtet unterschiedlich langen Trägerbereichen bzw. Trägerelementen 26 wiedergegeben. Dabei entspricht die Trägerbereichslänge l_1 der ersten Variante der des in Fig. 27 dargestellten Ausführungsbeispiels. Die mit l_2 bezeichnete etwas längere Trägerbereichslänge der zweiten Variante mit entsprechend verlängerten Blechen entspricht der bei den Mischern 10 gemäß den Fig. 28 und 29 vorgesehenen Trägerbereichslänge. Gemäß der in der Fig. 22 dargestellten dritten Variante umfasst der Mischer 10 zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur wenigstens ein vom Mehrfachdrallbereich und dem wenigstens einen Radialverdrängungsbereich getrenntes nachgeordnetes Trennelement 27'. Miteinem solchen nachgeordneten Trennelement 27' wird der effektive Trennbereich bis auf eine Länge l_3 erweitert, die über die zuletzt genannte Trennbereichslänge l_2 noch deutlich hinausgeht. Im letzteren Fall liegt aufgrund des nachgeordneten Trennelements 27' der Startpunkt l_4 , ab

dem die Mikrostruktur des Mehrfachdralls wie beispielsweise eines mit dem Mischer 10 gemäß Fig. 21 erzeugten dreifachen Dralls beginnt, sich zu vereinigen bzw. zu zerfallen und sich beispielsweise in einen Monodrall zu verwandeln, entsprechend weiter hinten als der betreffende, sich mit der Trennbereichslänge l_2 ergebende Startpunkt l_5 .

[0075] Wie in Fig. 23 dargestellt, kann der Mischer 10 beispielsweise auch so ausgeführt sein, dass sowohl die erzeugten Drallbereiche 18 als auch die erzeugten Radialverdrängungsbereiche 20 jeweils ohne Symmetrie angeordnet sind. Wie punktiert angedeutet, kann auch hier wieder zumindest ein verlängertes Trennelement bzw.

[0076] Trennblech 27 vorgesehen sein, um die Mikrowirbel länger aufrechtzuerhalten bzw. den Startpunkt, ab dem die Mikrostruktur des Mehrfachdralls beginnt, sich zu vereinigen bzw. zu zerfallen und sich beispielsweise in einen Monodrall zu verwandeln, hinauszuschieben.

[0077] Fig. 24 zeigt in schematischer Darstellung den sich mit dem Mischer gemäß Fig. 23 in einem Mischrohr 34 bzw. in der Abgasleitung im Anschluss an den Mischer 10 ergebenden Drall.

[0078] Fig. 25 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines punktsymmetrischen Mischers 10 mit auch hier wieder punktiert angedeuteten verlängerten Trennelementen bzw. Trennblechen 27, bei der die einander benachbarten Drallbereiche 18 jeweils nur durch ein Trennelement bzw. Trennblech 27 voneinander getrennt sind. Dabei sind die Trennelemente 27 im vorliegenden Fall zur Bildung von drei Drallbereichen 18, in denen jeweils Drall entgegen dem Uhrzeigersinn erzeugt wird, sternförmig angeordnet, wobei sich auf den beiden Seiten eines jeweiligen Trennelements 27 eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung ergibt. Mit den punktiert angedeuteten verlängerten Trennelementen 27 wird wie zuvor wieder erreicht, dass die Mikrowirbel länger aufrechtzuerhalten bleiben.

[0079] In Fig. 26 ist der sich mit dem Mischer 10 gemäß Fig. 25 in einem Mischrohr 34 im Anschluss an den Mischer 10 bzw. in der Abgasleitung ergebende Drall schematisch dargestellt.

[0080] Fig. 27 zeigt eine beispielhafte mantellose Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mischers 10 in spiegelsymmetrischer, geteilter Ausführung zur Erzeugung von zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen. Dabei ist neben den betreffenden Drallelementen 22 und Radialverdrängungselementen 24 auch die Teilungsebene 60 sowie der sich im anschließenden Abgas- oder Mischrohr 34 ergebende Doppeldrall 54 zu erkennen. Dargestellt sind überdies die betreffenden Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 sowie Anbindungspunkte 56 zur Anbindung des Mischers 10 an das Abgasrohr 34. Im vorliegenden Fall ist der Mischer 10 zweiteilig ausgeführt, indem er aus zwei zur Bildung der Drallelemente 22, Radialverdrängungselemente 24 und Trägerelemente 26 entsprechend abgekanteten oder gefalteten Blechteilen zusam-

mensetzbar bzw. zusammengesetzt ist. Entsprechend handelt es sich hier um einen Mischer 10 relativ einfachen Aufbaus.

[0081] Die Ausrichtung des Mischers 10 in der Fig. 27 entspricht ebenso wie die der in den noch folgenden Fig. 28 bis 32 dargestellten Mischer 10 jeweils deren Ausrichtung im eingebauten Zustand, so dass beispielsweise der in der Darstellung gemäß Fig. 27 obere Bereich und der untere Bereich dem oberen bzw. unteren Bereich des eingebauten Mischers 10 entspricht.

[0082] In der Fig. 28 ist in perspektivischer Darstellung eine weitere beispielhafte mantellose Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers 10 in spiegelsymmetrischer Ausführung und mit zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen wiedergegeben. Dabei sind in dieser Darstellung gemäß Fig. 28 auch wieder die betreffenden Drallelemente 22, Radialverdrängungselemente 24, Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 sowie Anbindungspunkte 56 zur Anbindung des Mischers 10 an das Misch- oder Abgasrohr 34 zu erkennen. Neben dem Mischer 10 ist auch im vorliegenden Fall wieder der sich ergebende Doppeldrall 54 dargestellt.

[0083] Fig. 29 zeigt in perspektivischer Darstellung eine weitere beispielhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers 10 in spiegelsymmetrischer Ausführung mit einem Mantel 44, zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen und Paaren von einander gegenüberliegenden Drallelementen 22, die jeweils mit einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement 24 ein einstückiges bzw. gestrecktes Bauteil 46 bilden. Auch im vorliegenden Fall ist neben dem Mischer 10 wieder der sich ergebende gegenläufige Doppeldrall 54 dargestellt.

[0084] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 30 ist der Mischer 10 wieder spiegelsymmetrisch sowie mit einem Mantel 44 und vier voneinander getrennten Drallbereichen zur Erzeugung symmetrischer Wirbel 58, wie sie neben dem Mischer 10 schematisch dargestellt sind, ausgeführt. Dabei sind in der Darstellung gemäß Fig. 30 insbesondere auch wieder die betreffenden Drallelemente 22, Radialverdrängungselemente 24 und Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 zu erkennen.

[0085] Bei der in Fig. 31 perspektivisch dargestellten weiteren Ausführungsform ist der Mischer 10 mantellos, geteilt bzw. teilbar und mit drei voneinander getrennten Drallbereichen ausgeführt. Der sich dabei ergebende Drall ist wieder neben dem Mischer 10 schematisch wiedergegeben. In der Darstellung gemäß Fig. 31 sind neben den betreffenden Drallelementen 22 und Radialverdrängungselementen 24 insbesondere auch wieder die Anbindungspunkte 56 zur Anbindung des Mischers 10 an das Abgas- oder Mischrohr 14 bzw. 34 zu erkennen.

[0086] Fig. 32 zeigt in perspektivischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mischers 10 in punktsymmetrischer Ausführung mit drei voneinander getrennten Drallbereichen, wobei die Anzahl der Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 ins-

besondere gleich der Anzahl der Drallelemente 22 sein kann. Neben den Drallelementen 22 sind in dieser Darstellung gemäß Fig. 32 insbesondere auch wieder die betreffenden Radialverdrängungselemente 24 und Trägerelemente bzw. Trägerbleche 26 zu erkennen.

Bezugszeichenliste

[0087]

10	Mischer
12	Abgasstrom
14	Abgasleitung
16	Fluid
18	Drallbereich
20	Radialverdrängungsbereich
22	Drallelement
24	Radialverdrängungselement
26	Trägerelement oder Trägerblech
27	Trennelement oder Trennblech
27'	nachgelagertes Trennelement bzw. Trennblech
28	Grundkörper
30	Drallerzeugungsabschnitt
32	Fluidspraykegel
34	Mischrohr
36	Fluidsprayverteilung
38	Grundkörper
42	Radialverdrängungsabschnitt
44	Mantel
46	einstückiges bzw. gestrecktes Bauteil
48	Schlitz
50	Mittenebene
52	Bypass
54	Doppeldrall
56	Anbindungspunkt
58	symmetrische Wirbel
60	Teilungsebene
X	horizontale Ebene
α	Drallwinkel, Anstellwinkel

Patentansprüche

1. Mischer (10) zum Mischen eines Abgasstroms (12) mit einem in eine Abgasleitung (14) eingespritzten Fluid (16), mit Mitteln zur Erzeugung eines eine rotierende Strömung bewirkenden Dralls und Mitteln zur radialen Verdrängung in dem mit dem Fluid (16) versetzten, den Mischer (10) axial durchströmenden Abgasstrom (12), wobei die Drallerzeugungsmittel und die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt sind, dass sich über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet zumindest zwei voneinander getrennte, über tangential agierende flügelartige Drallelemente (22) aufgebaute Drallbereiche (18), die zumindest teilweise durch Trennelemente (27) voneinander getrennt sind, und wenigstens ein je-

weils zwischen zwei voneinander getrennten Drallbereichen (18) angeordneter Radialverdrängungsbereich (20) ergeben.

2. Mischer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drallerzeugungsmittel eine Mehrzahl von vorwiegend tangential agierenden, flügelartigen Drallelementen (22) und/oder die Radialverdrängungsmittel eine Mehrzahl von Radialverdrängungselementen (24) umfassen, wobei, bevorzugt, Drallelemente (22) und/oder zumindest ein Teil der Radialverdrängungselemente (24) jeweils an einem Trägerelement (26), insbesondere einem Trägerblech, abgestützt oder ausgebildet ist.

3. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Trennelemente (27) zumindest teilweise durch die Trägerelemente (26) gebildet sind.

4. Mischer nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Trennelemente (27) insbesondere zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur über die Drallelemente (22) und Radialverdrängungselemente (24) hinaus axial verlängert ist.

5. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich (20) über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet zwischen benachbarten Drallbereichen (18) angeordnet ist, und/oder
 , dass die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt sind, dass sich über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet zumindest zwei gesonderte Radialverdrängungsbereiche (20) ergeben, und/oder
 , dass die voneinander getrennten Drallbereiche (18) und/oder die gesonderten Radialverdrängungsbereiche (20) über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet jeweils spiegelsymmetrisch oder punktsymmetrisch oder ohne Symmetrie angeordnet sind.

6. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei voneinander getrennte Drallbereiche (18) vorgesehen sind, in denen Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird, wobei, bevorzugt, zwischen den beiden voneinander getrennten, Drall in entgegen-

gesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen (18) wenigstens ein Radialverdrängungsbereich (20) vorgesehen ist.

7. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei voneinander getrennte, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugende Drallbereiche (18) vorgesehen sind, zwischen denen ein eine Radialverdrängung in einer Richtung erzeugender Radialverdrängungsbereich (20) angeordnet ist, und/oder zumindest zwei voneinander getrennte, Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugende Drallbereiche (18) vorgesehen sind, zwischen denen zwei eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugende Radialverdrängungsbereiche (20) angeordnet sind, und/oder
 , dass vier gesonderte Drallbereiche (18) vorgesehen sind, wobei durch ein Paar von über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen (18) Drall in einer Richtung und durch ein anderes Paar von über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet einander diagonal gegenüberliegenden Drallbereichen (18) Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird, wobei, bevorzugt, zwei über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet in Radialrichtung aufeinanderfolgende Radialverdrängungsbereiche (20) vorgesehen sind, die jeweils zwischen zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen (18) angeordnet sind, wobei, weiter bevorzugt, in den beiden in Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen (20) eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird.

8. Mischer nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet ersten Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen (20) und ein weiteres Paar von in einer über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mischers (10) betrachtet zur ersten Radialrichtung senkrechten weiteren Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen (20) vorgesehen ist, wobei, bevorzugt, in den beiden in einer jeweiligen Radialrichtung aufeinanderfolgenden Radialverdrängungsbereichen (20) eines jeweiligen Paares von Radialverdrängungsbereichen (20) eine Radialverdrängung in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird.

9. Mischer nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass ein jeweiliger Radialverdrängungsbereich (20) der beiden Paare von Radialverdrängungsbereichen (20) zwischen zwei Drall in entgegengesetzter Richtung erzeugenden Drallbereichen (18) angeordnet ist. 5
10. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Drallelemente (22) durch ein Drall- oder Tangentialblech und/oder zumindest ein Teil der Radialverdrängungselemente (24) durch ein Radialblech gebildet ist. 10
11. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Radialverdrängungselemente (24) jeweils einen Grundkörper (38) mit wenigstens einem der Radialverdrängung dienenden Radialverdrängungsabschnitt (42) umfassen, wobei, bevorzugt, der Grundkörper (38) zumindest eines Teils der Radialverdrängungselemente (24) jeweils nur mit einem in Richtung der axialen Abgasströmung (12) betrachtet durchgehend eine Radialverdrängung erzeugenden Radialverdrängungsabschnitt (42) versehen ist, und/oder wobei bevorzugt, der Grundkörper (38) zumindest eines Teils der Radialverdrängungselemente (24) jeweils mit zumindest zwei in Richtung der axialen Abgasströmung (12) betrachtet jeweils durchgehend eine Radialverdrängung erzeugenden Radialverdrängungsabschnitten (42) versehen und zwischen einem jeweiligen vorangehenden Radialverdrängungsabschnitt (42) und einem jeweiligen darauffolgenden Radialverdrängungsabschnitt (42) ein Zwischenabschnitt ohne Radialverdrängung vorgesehen ist. 15 20 25 30 35
12. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer (10) mantellos ausgeführt ist, oder
, dass der Mischer (10) mit einem Mantel (44) versehen ist, wobei, bevorzugt, der Mantel (44) zumindest teilweise durch Drallelemente (22) erzeugt ist, und/oder wobei, bevorzugt, der Mantel (44) im Querschnitt zumindest im Wesentlichen kreisförmig oder oval ausgeführt ist. 40 45
13. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Paar von einander gegenüberliegenden Drallelementen (22) vorgesehen ist, das mit wenigstens einem dazwischen angeordneten Radialverdrängungselement (24) ein einstückiges Bauteil (46) bildet, wobei, bevorzugt ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen (22) und wenigstens ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement (24) umfassendes einstückiges Bauteil (46) zumindest teilweise an zwei benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen (26) abgestützt ist, durch die die betreffenden Drallbereiche (18) und der betreffende wenigstens eine Radialverdrängungsbereich (20) voneinander getrennt werden, wobei, weiter bevorzugt, ein jeweiliges ein Paar von Drallelementen (22) und wenigstens ein dazwischen angeordnetes Radialverdrängungselement (24) umfassendes einstückiges Bauteil (46) zumindest teilweise an den beiden benachbarten Trägerelementen bzw. Trägerblechen (26) abgestützt ist, indem es abschnittsweise in in den Trägerelementen bzw. Trägerblechen (26) vorgesehene Schlitze (48) eingreift. 50
14. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Radialverdrängungsmittel so angeordnet und ausgeführt sind, dass sich über den zur axialen Abgasströmung (12) senkrechten Querschnitt des Mixers (10) betrachtet zumindest ein Radialverdrängungsbereich (20) ergibt, der gegenüber einer sich in Axialrichtung erstreckenden Mittenebene (50) seitlich versetzt ist, und/oder
, dass die Drallelemente (22) so angeordnet und ausgeführt sind, dass sich Drallbereiche (18) mit unterschiedlichen Drallwinkeln (a) ergeben, und/oder
, dass zumindest zwei benachbarte Drallbereiche (18) durch zwei Trennelemente (27) voneinander getrennt sind, zwischen denen ein Radialverdrängungsbereich (20) gebildet ist, wobei, bevorzugt, die beiden Trennelemente (27) zur Begrenzung eines dazwischen liegenden Radialverdrängungsbereichs (20) von radial durchgehend gleichbleibender Breite zueinander parallel ausgerichtet sind, oder wobei, bevorzugt, die beiden Trennelemente (27) zur Begrenzung eines dazwischen liegenden, in Radialrichtung kontinuierlich breiter werdenden Radialverdrängungsbereichs (20) relativ zueinander in einem entsprechenden Winkel angeordnet sind. 55
15. Mischer nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** wenigstens eines der nachfolgenden Merkmale:
- dass insbesondere bei einer punktsymmetrischen Anordnung der Drallelemente (22) und/oder Radialverdrängungselemente (24) die Anzahl der Trägerelemente bzw. Trägerbleche (26) gleich der Anzahl von erzeugten Drallbereichen (18) ist,

- dass der Mischer (10) zweiteilig ausgeführt ist, indem er aus zwei zur Bildung der Drallelemente (22), Radialverdrängungselemente (24) und Trägerelemente (26) entsprechend abgekanten oder gefalteten Blechteilen zusammensetzbar bzw. zusammengesetzt ist,
- dass der Mischer (10) Mittel zur Fluidtropfenverteilung und/oder Mittel zur Verstärkung der Anteile der Fluidsprayverteilung im eingebauten Zustand des Mischers betrachtet insbesondere nach unten umfasst,
- dass der Mischer (10) zur Aufrechterhaltung der erzeugten Drallstruktur wenigstens ein vom Mehrfachdrallbereich und dem wenigstens einen Radialverdrängungsbereich getrenntes nachgeordnetes Trennelement (27') umfasst.

Claims

1. A mixer (10) for mixing an exhaust gas flow (12) with a fluid (16) injected into an exhaust gas line (14), said mixer (10) comprising means for generating a swirl effecting a rotating flow and means for a radial displacement in the exhaust gas flow (12) admixed with the fluid (16) and flowing axially through the mixer (10), wherein the swirl generation means and the radial displacement means are arranged and designed such that, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), at least two mutually separate swirl regions (18) result which are built up via tangentially acting vane-like swirl elements (22) and which are at least partly separated from one another by separation elements (27), and at least one radial displacement region (20) results which is in each case arranged between two mutually separate swirl regions (18).
2. A mixer in accordance with claim 1, **characterized in that** the swirl generation means comprise a plurality of predominantly tangentially acting vane-like swirl elements (22) and/or the radial displacement means comprise a plurality of radial displacement elements (24), with, preferably, swirl elements (22) and/or at least some of the radial displacement elements (24) being respectively supported or formed at a carrier element (26), in particular at a sheet metal carrier plate.
3. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** at least some of the separation elements (27) are formed by the carrier elements (26).
4. A mixer in accordance with claim 3, **characterized in that**, in particular to maintain the swirl structure generated, at least some of the separation elements (27) are axially extended beyond

the swirl elements (22) and the radial displacement elements (24).

5. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** a respective radial displacement region (20) is arranged between adjacent swirl regions (18), viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), and/or **in that** the radial displacement means are arranged and designed such that at least two separate radial displacement regions (20) result, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), and/or **in that** the mutually separate swirl regions (18) and/or the separate radial displacement regions (20) are respectively arranged with mirror symmetry or with point symmetry or without symmetry, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12).
6. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** at least two mutually separate swirl regions (18) are provided in which swirl is generated in opposite directions, with, preferably, at least one radial displacement region (20) being provided between the two mutually separate swirl regions (18) generating swirl in opposite directions.
7. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims, **characterized in that** at least two mutually separate swirl regions (18) are provided which generate swirl in opposite directions and between which a radial displacement region (20) is arranged which generates a radial displacement in one direction; and/or **in that** at least two mutually separate swirl regions (18) are provided which generate swirl in opposite directions and between which two radial displacement regions (20) are arranged which generate a radial displacement in opposite directions; and/or in that four separate swirl regions (18) are provided, with swirl being generated in one direction by a pair of swirl regions (18) disposed diagonally opposite one another, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), and swirl being generated in the opposite direction by another pair of swirl regions (18) disposed diagonally opposite one another, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), with, preferably, two radial displacement regions (20) being provided which are consecutive to one another in a radial di-

rection, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), and which are each arranged between two swirl regions (18) generating swirl in opposite directions, with, further preferably, a radial displacement being generated in opposite directions in the two radial displacement regions (20) consecutive to one another in the radial direction.

8. A mixer in accordance with claim 7,
characterized in that a first pair of radial displacement regions (20) are provided which are consecutive to one another in a first radial direction, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow, and a further pair of radial displacement regions (20) are provided which are consecutive to one another in a further radial direction perpendicular to the first radial direction, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), with, preferably, a radial displacement being generated in opposite directions in the two radial displacement regions (20), which are consecutive to one another in a respective radial direction, of a respective pair of radial displacement regions (20).
9. A mixer in accordance with claim 8,
characterized in that a respective radial displacement region (20) of the two pairs of radial displacement regions (20) is arranged between two swirl regions (18) generating swirl in opposite directions.
10. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized in that at least some of the swirl elements (22) are formed by a sheet metal swirl plate or by a sheet metal tangential plate and/or at least some of the radial displacement elements (24) are formed by a sheet metal radial plate.
11. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized in that the radial displacement elements (24) each comprise a base body (38) having at least one radial displacement section (42) serving for the radial displacement, with, preferably, the base body (38) of at least some of the radial displacement elements (24) being provided with only one respective radial displacement section (42) which continuously generates a radial displacement, viewed in the direction of the axial exhaust gas flow (12), and or with preferably the base body (38) of at least some of the radial displacement elements (24) being provided with at least two respective radial displacement sections (42) which each continuously generate a radial displacement, viewed in the direction of the axial exhaust gas flow (12), and an intermediate section without radial displacement being provided be-

tween a respective preceding radial displacement section (42) and a respective subsequent radial displacement section (42).

12. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized in that the mixer (10) is jacketless; or **in that** the mixer (10) is provided with a jacket (44), with, preferably, the jacket (44) being at least partly produced by swirl elements (22), and/or with, preferably, the jacket (44) being at least substantially circular or oval in cross-section.
13. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized in that at least one pair of mutually oppositely disposed swirl elements (22) is provided which forms a single-piece component (46) with at least one radial displacement element (24) arranged therebetween, with, preferably, a respective single-piece component (46) comprising a pair of swirl elements (22) and at least one radial displacement element (24) arranged therebetween being at least partly supported at two adjacent carrier elements or sheet metal carrier plates (26) by which the respective swirl regions (18) and the respective at least one radial displacement region (20) are separated from one another, with, further preferably, a respective single-piece component (46) comprising a pair of swirl elements (22) and at least one radial displacement element (24) arranged therebetween being at least partly supported at the two adjacent carrier elements or sheet metal carrier plates (26) by at least sectionally engaging into slits (48) provided in the carrier elements or sheet metal carrier plates (26).
14. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized in that the radial displacement means are arranged and designed such that at least one radial displacement region (20) results, viewed over the cross-section of the mixer (10) perpendicular to the axial exhaust gas flow (12), which is laterally offset with respect to a central plane (50) extending in an axial direction; and/or
in that the swirl elements (22) are arranged and designed such that swirl regions (18) having different swirl angles (α) result; and/or
in that at least two adjacent swirl regions (18) are separated from one another by two separation elements (27) between which a radial displacement region (20) is formed, with, preferably, the two separation elements (27) being aligned in parallel with one another to bound a radial displacement region (20) disposed therebetween which has a radially continuously unchanging width, or with, preferably, the two sep-

aration elements (27) being arranged at a corresponding angle relative to one another to bound a radial displacement region (20) disposed therebetween which continuously becomes wider in the radial direction.

15. A mixer in accordance with at least one of the preceding claims,
characterized by at least one of the following features:

- that the number of carrier elements or sheet metal carrier plates (26) is equal to the number of swirl regions (18) generated in particular in the case of a point-symmetrical arrangement of the swirl elements (22) and/or of the radial displacement elements (24);
- that the mixer (10) is designed in two parts in that it can be assembled or is assembled from two sheet metal parts which are correspondingly folded over or folded to form the swirl elements (22), the radial displacement elements (24) and the carrier elements (26);
- that the mixer (10) comprises, in particular downwardly, viewed in the installed state of the mixer, means for fluid drop distribution and/or means for reinforcing the portions of the fluid spray distribution; and
- that, to maintain the swirl structure generated, the mixer (10) comprises at least one separation element (27') arranged downstream which is separate from the multi-swirl region and from the at least one radial displacement region.

Revendications

1. Mélangeur (10) pour mélanger un flux de gaz d'échappement (12) avec un fluide (16) injecté dans une conduite d'échappement (14), comportant des moyens de génération d'un tourbillon provoquant un écoulement rotatif et des moyens de déplacement radial dans le flux de gaz d'échappement (12) muni du fluide (16) et traversant axialement le mélangeur (10), les moyens de génération de tourbillon et les moyens de déplacement radial étant disposés et réalisés de telle sorte que, vu sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), il se forme au moins deux zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre, constituées par des éléments de tourbillonnement (22) en forme d'aubes agissant tangentiellement, et séparées l'une de l'autre au moins partiellement par des éléments de séparation (27), ainsi qu'au moins une zone de déplacement radial (20) respective disposée entre deux zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre.

2. Mélangeur selon la revendication 1,
caractérisé en ce que

les moyens de génération de tourbillon comprennent une pluralité d'éléments de tourbillonnement (22) en forme d'aubes, agissant surtout tangentiellement, et/ou
les moyens de déplacement radial comprennent une pluralité d'éléments de déplacement radial (24), et
de préférence, les éléments de tourbillonnement (22) et/ou une partie au moins des éléments de déplacement radial (24) sont chacun supportés ou réalisés sur une pièce de support (26), en particulier sur une tôle de support.

3. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les éléments de séparation (27) sont réalisés au moins partiellement par les pièces de support (26).

4. Mélangeur selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
une partie au moins des éléments de séparation (27) est prolongée axialement au-delà des éléments de tourbillonnement (22) et des éléments de déplacement radial (24), en particulier pour maintenir la structure de tourbillonnement générée.

5. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que

une zone de déplacement radial (20) respective est disposée entre des zones de tourbillonnement (18) voisines, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et/ou **en ce que**

les moyens de déplacement radial sont disposés et réalisés de telle sorte qu'il se forme au moins deux zones de déplacement radial (20) distinctes, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et/ou **en ce que** les zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre et/ou les zones de déplacement radial (20) distinctes sont chacune disposées à symétrie axiale ou à symétrie ponctuelle ou sans symétrie, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12).

6. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

il est prévu au moins deux zones de tourbillon-

nement (18) séparées l'une de l'autre, dans lesquelles des tourbillons sont générés dans des directions opposées, et
de préférence, il est prévu au moins une zone de déplacement radial (20) entre les deux zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre et générant des tourbillons dans des directions opposées.

**7. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que**

il est prévu au moins deux zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre, générant des tourbillons dans des directions opposées, entre lesquelles est disposée une zone de déplacement radial (20) générant un déplacement radial dans une direction, et/ou

il est prévu au moins deux zones de tourbillonnement (18) séparées l'une de l'autre, générant des tourbillons dans des directions opposées, entre lesquelles sont disposées deux zones de déplacement radial (20) générant un déplacement radial dans des directions opposées, et/ou il est prévu quatre zones de tourbillonnement (18) distinctes, un tourbillon étant généré dans une direction par une paire de zones de tourbillonnement (18) diagonalement opposées l'une à l'autre, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et un tourbillon étant généré dans la direction opposée par une autre paire de zones de tourbillonnement (18) diagonalement opposées l'une à l'autre, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et

de préférence, il est prévu deux zones de déplacement radial (20) qui se suivent dans la direction radiale, vues sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et qui sont disposées chacune entre deux zones de tourbillonnement (18) générant des tourbillons dans des directions opposées, et
de préférence encore, un déplacement radial dans des directions opposées est généré dans les deux zones de déplacement radial (20) qui se suivent dans la direction radiale.

**8. Mélangeur selon la revendication 7,
caractérisé en ce que**

il est prévu une première paire de zones de déplacement radial (20) qui se suivent dans une première direction radiale, vue sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculai-

rement au flux de gaz d'échappement axial, et il est prévu une autre paire de zones de déplacement radial (20) qui se suivent dans une autre direction radiale perpendiculaire à la première direction radiale, vue sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), et
de préférence, un déplacement radial dans les directions opposées est généré dans les deux zones de déplacement radial (20) d'une paire respective de zones de déplacement radial (20) qui se suivent dans une direction radiale respective.

**9. Mélangeur selon la revendication 8,
caractérisé en ce que**

une zone de déplacement radial (20) respective des deux paires de zones de déplacement radial (20) est disposée entre deux zones de tourbillonnement (18) générant un tourbillon dans des directions opposées.

**10. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que**

une partie au moins des éléments de tourbillonnement (22) est formée par une tôle de tourbillonnement ou tôle tangentielle, et/ou une partie au moins des éléments de déplacement radial (24) est formée par une tôle radiale.

**11. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,
caractérisé en ce que**

les éléments de déplacement radial (24) comprennent chacun un corps de base (38) ayant au moins une portion de déplacement radial (42) servant au déplacement radial, et
de préférence, le corps de base (38) d'une partie au moins des éléments de déplacement radial (24) est pourvu d'une seule portion de déplacement radial (42) générant en continu un déplacement radial, vue dans la direction du flux de gaz d'échappement axial (12), et/ou
de préférence, le corps de base (38) d'une partie au moins des éléments de déplacement radial (24) est pourvu d'au moins deux portions de déplacement radial (42) générant en continu un déplacement radial, vues dans la direction du flux de gaz d'échappement axial (12), et
une portion intermédiaire respective sans déplacement radial est prévue entre une portion de déplacement radial (42) respective précédente et une portion de déplacement radial (42) respective suivante.

12. Mélangeur selon l'une au moins des revendications

précédentes,

caractérisé en ce que

le mélangeur (10) est dépourvu d'enveloppe, ou **en ce que** le mélangeur (10) est pourvu d'une enveloppe (44), l'enveloppe (44) étant de préférence formée au moins partiellement par des éléments de tourbillonnement (22), et/ou de préférence, l'enveloppe (44) présente une section transversale au moins sensiblement circulaire ou ovale.

13. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

il est prévu au moins une paire d'éléments de tourbillonnement (22) opposés l'un à l'autre, ladite paire formant un composant monobloc (46) avec au moins un élément de déplacement radial (24) interposé, et de préférence, un composant monobloc (46) respectif comprenant une paire d'éléments de tourbillonnement (22) et au moins un élément de déplacement radial (24) interposé est supporté au moins partiellement sur deux pièces de support ou tôles de support (26) voisines, séparant les zones de tourbillonnement (18) correspondantes et ladite au moins une zone de déplacement radial (20) correspondante, et de préférence encore, un composant monobloc (46) respectif comprenant une paire d'éléments de tourbillonnement (22) et au moins un élément de déplacement radial (24) interposé est au moins partiellement supporté sur les deux pièces de support ou tôles de support (26) voisines en s'engageant localement dans des fentes (48) prévues dans les pièces de support ou tôles de support (26).

14. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

les moyens de déplacement radial sont disposés et réalisés de telle sorte que, vu sur la section transversale du mélangeur (10) perpendiculairement au flux de gaz d'échappement axial (12), il se forme au moins une zone de déplacement radial (20) décalée latéralement par rapport à un plan médian (50) s'étendant dans la direction axiale, et/ou **en ce que** les éléments de tourbillonnement (22) sont disposés et réalisés de telle sorte qu'il se forme des zones de tourbillonnement (18) ayant différents angles de tourbillonnement (a), et/ou **en ce que** au moins deux zones de tourbillonnement (18) voisines sont séparées l'une de l'autre par deux éléments

de séparation (27), entre lesquels est formée une zone de déplacement radial (20), et de préférence, les deux éléments de séparation (27) sont alignés parallèlement l'un à l'autre pour délimiter une zone de déplacement radial (20) interposée de largeur constante radialement en continu, ou de préférence, les deux éléments de séparation (27) sont disposés selon un angle correspondant l'un par rapport à l'autre pour délimiter une zone de déplacement radial (20) interposée dont la largeur augmente en continu dans la direction radiale.

15. Mélangeur selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé par** l'une au moins des caractéristiques suivantes :

- en particulier dans le cas d'une disposition à symétrie ponctuelle des éléments de tourbillonnement (22) et/ou des éléments de déplacement radial (24), le nombre de pièces de support ou tôles de support (26) est égal au nombre de zones de tourbillonnement (18) générées,
- le mélangeur (10) est réalisé en deux parties en pouvant être assemblé ou en étant assemblé à partir de deux pièces de tôle qui sont pliées ou courbées en correspondance pour réaliser les éléments de tourbillonnement (22), les éléments de déplacement radial (24) et les pièces de support (26),
- le mélangeur (10) comprend des moyens de distribution de gouttelettes de fluide et/ou des moyens d'amplification des proportions de la distribution du jet de fluide en particulier vers le bas, vu dans l'état assemblé du mélangeur,
- pour maintenir la structure de tourbillonnement générée, le mélangeur (10) comprend au moins un élément de séparation aval (27') séparé de la zone de tourbillonnement multiple et de ladite au moins une zone de déplacement radial.

Fig.1

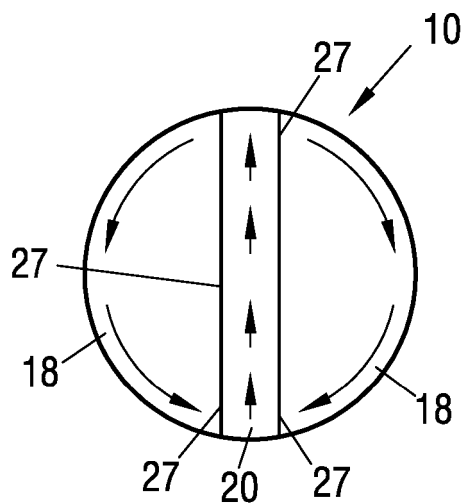


Fig.2

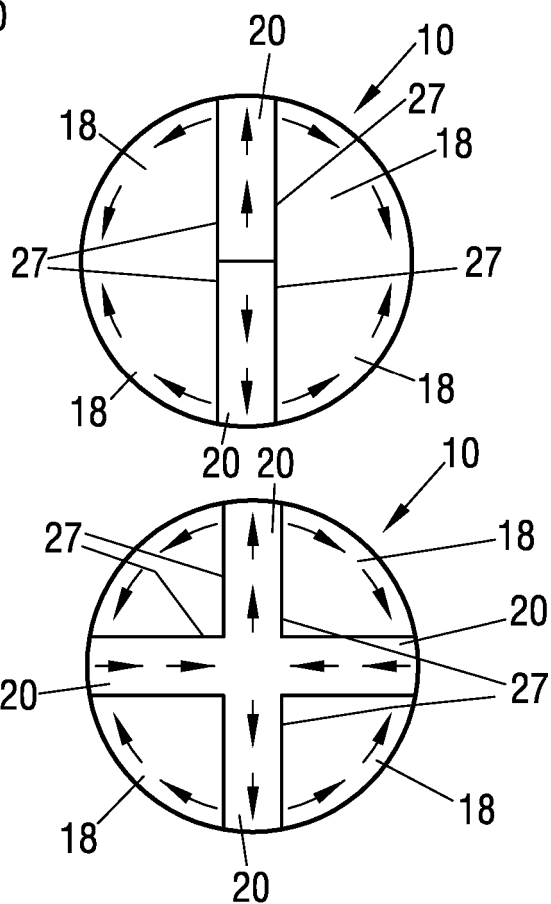


Fig.3

Fig.4

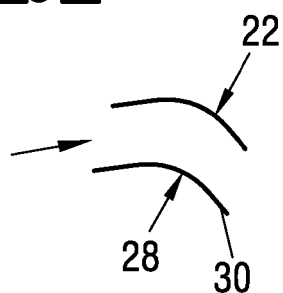


Fig.5A

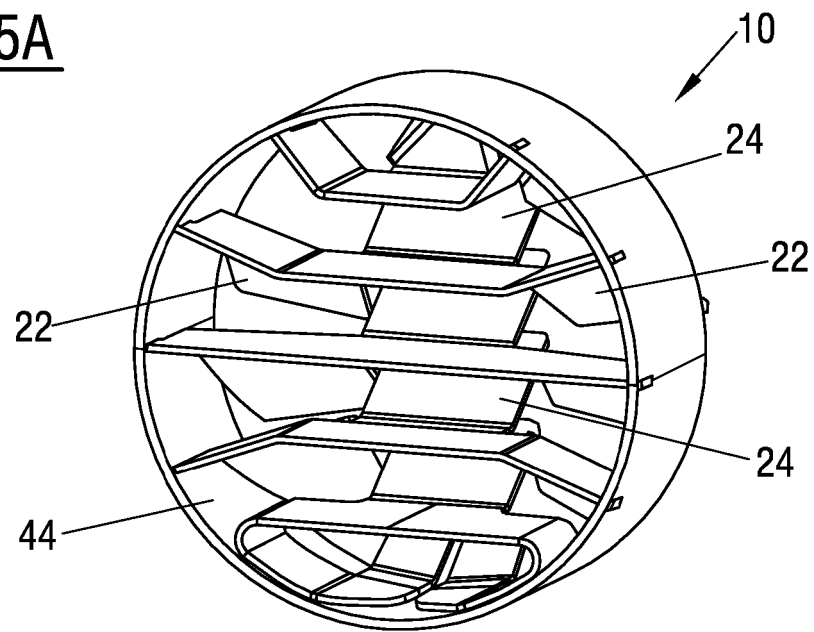


Fig.5B

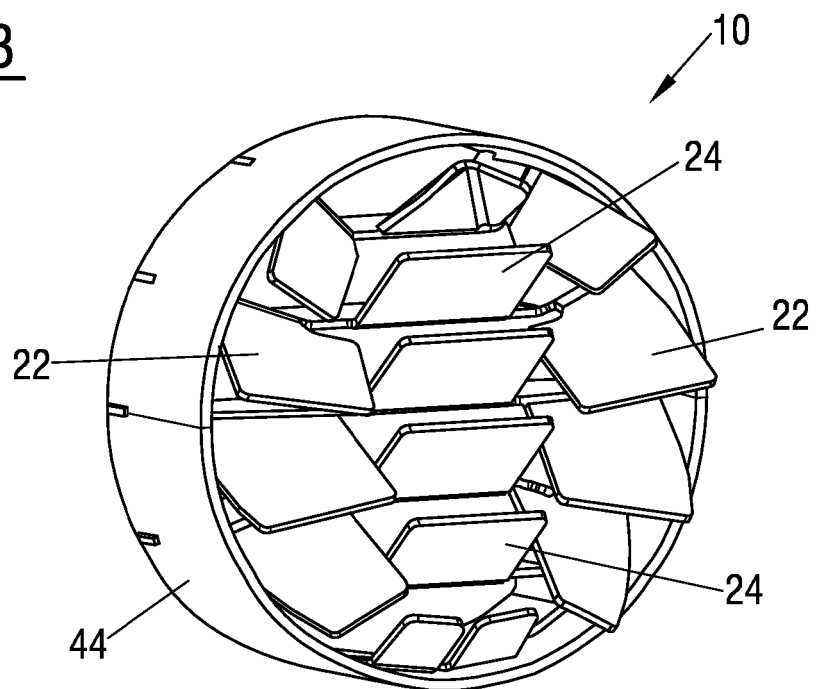


Fig.6

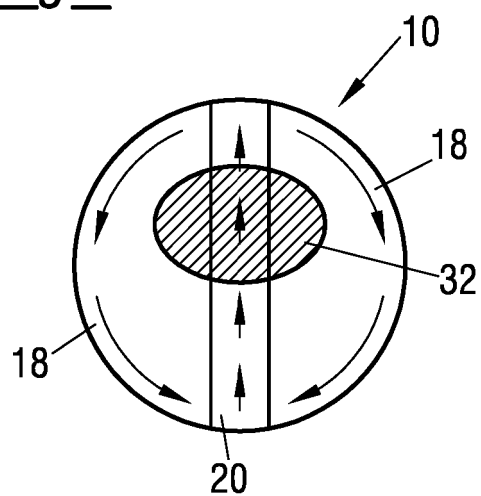


Fig.7

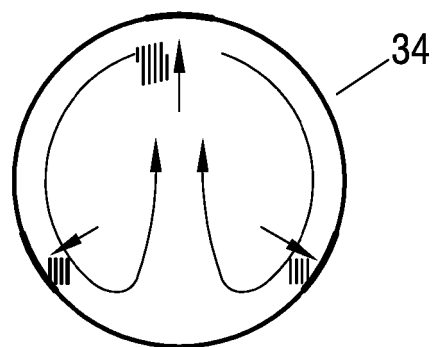


Fig.8

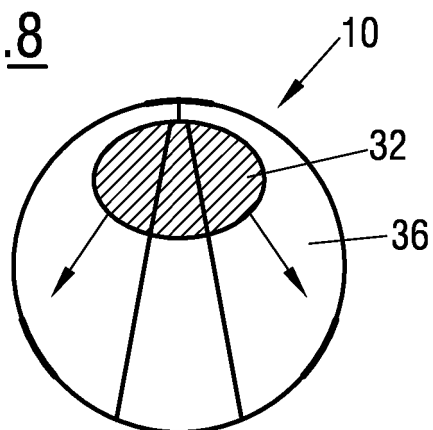


Fig.9

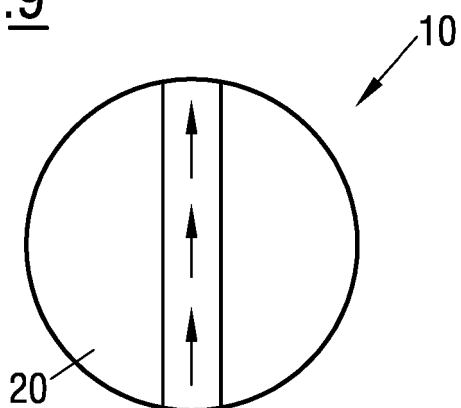


Fig.10

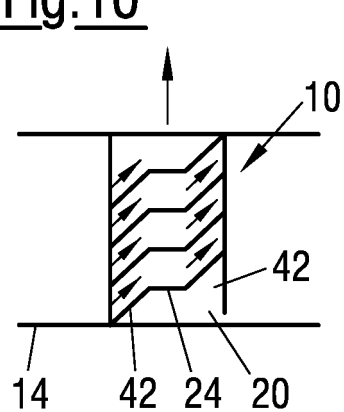


Fig.11

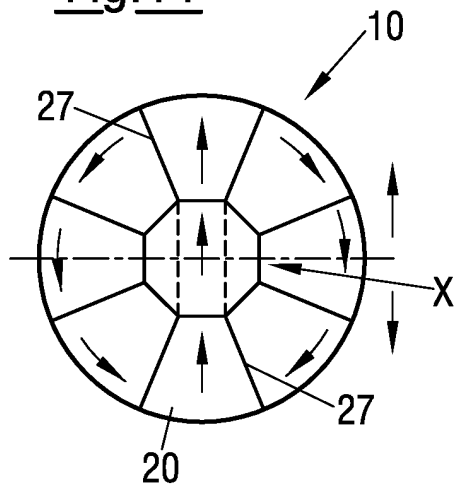


Fig.12

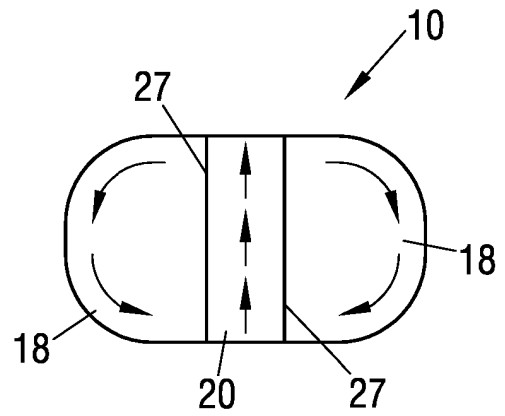


Fig.13

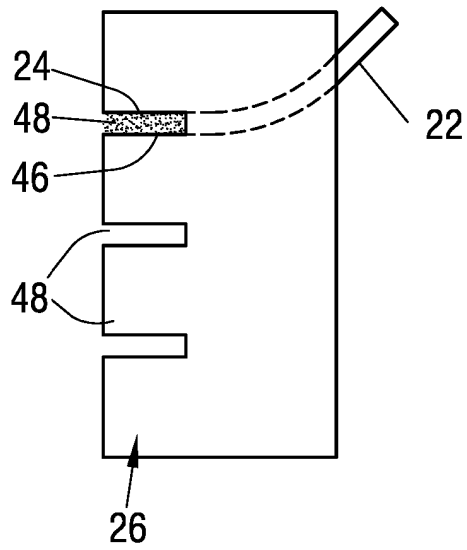


Fig.14

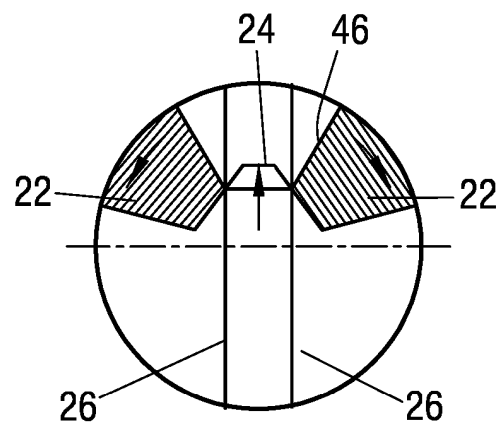
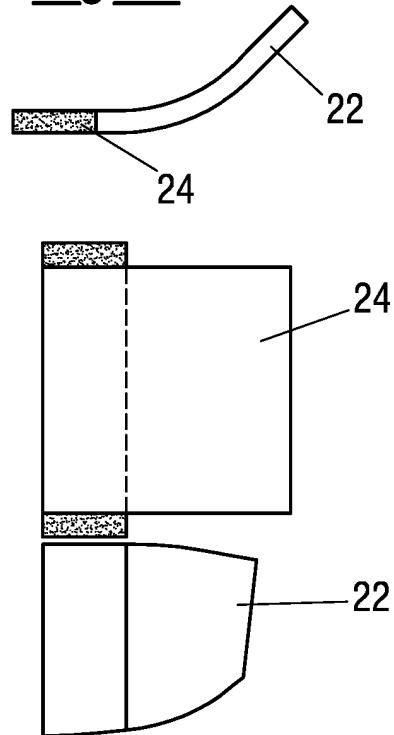


Fig.15

Fig.16

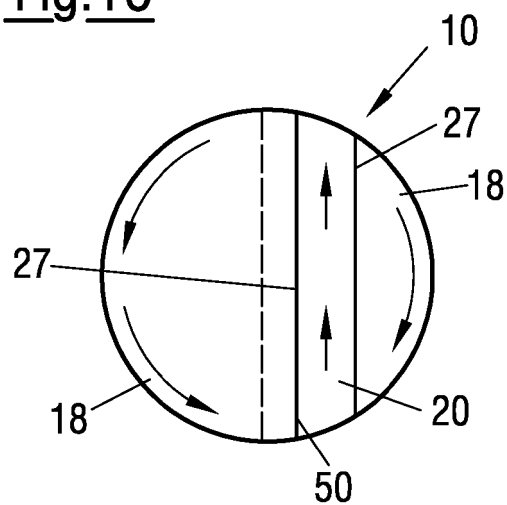


Fig.17

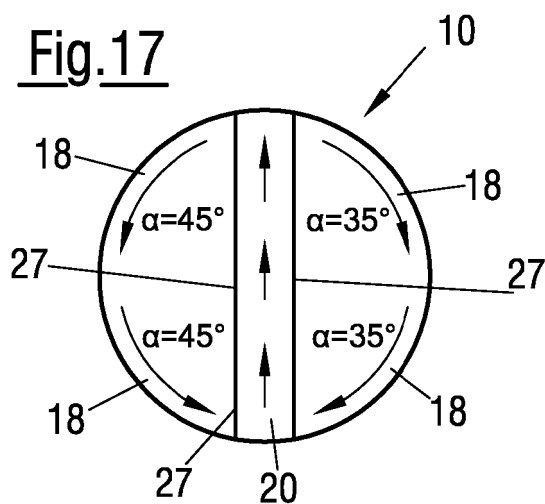


Fig.18

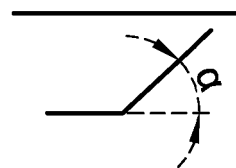


Fig.19

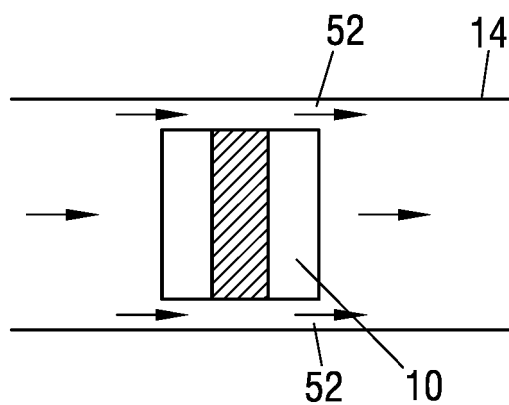


Fig.20

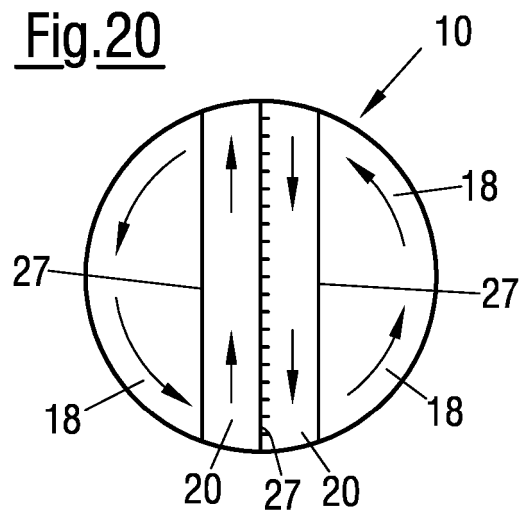


Fig.21

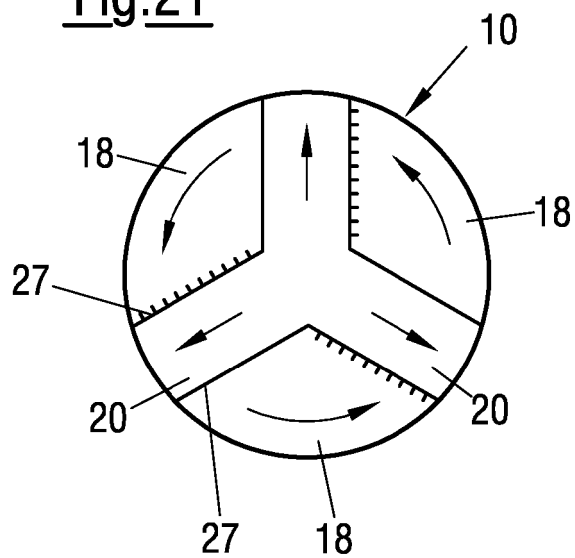


Fig.22

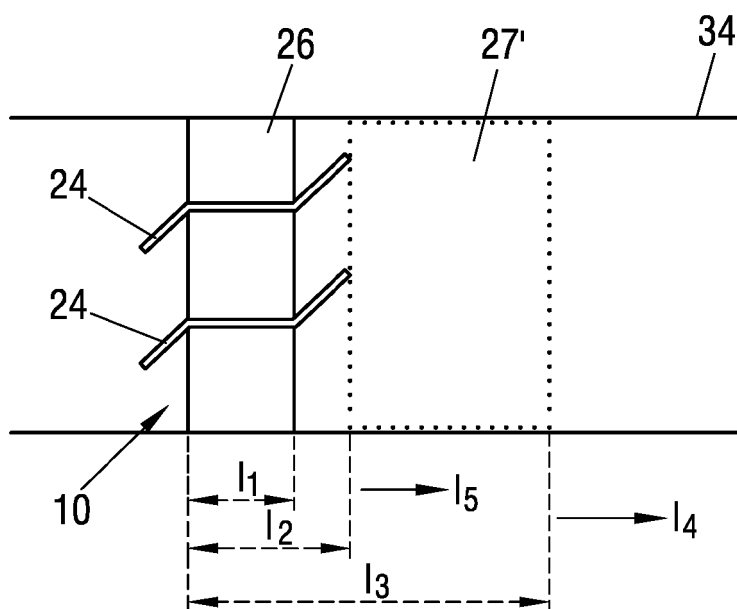


Fig.23

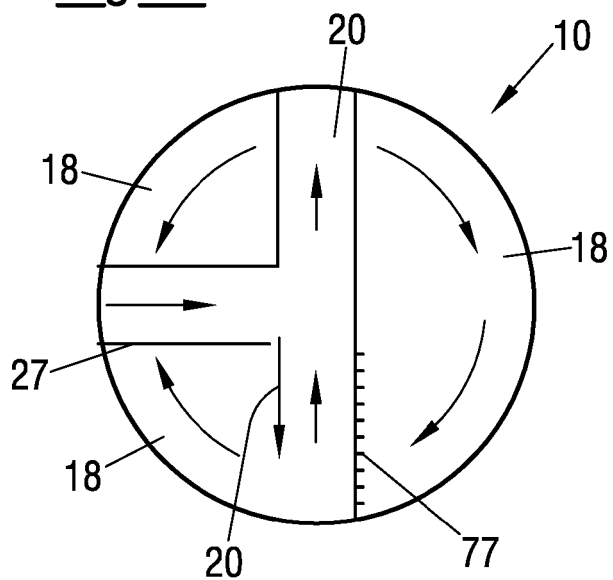


Fig.24

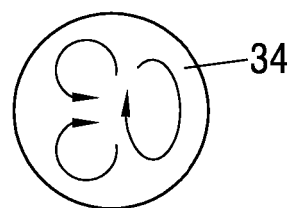


Fig.25

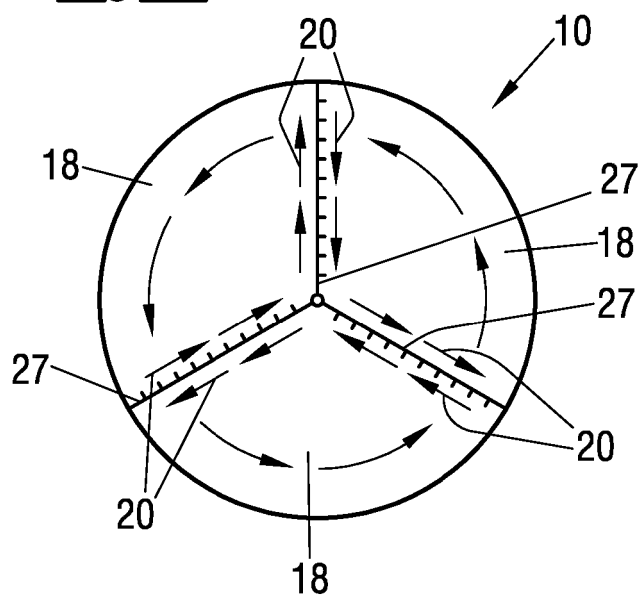
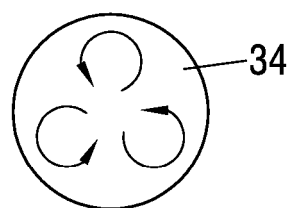


Fig.26



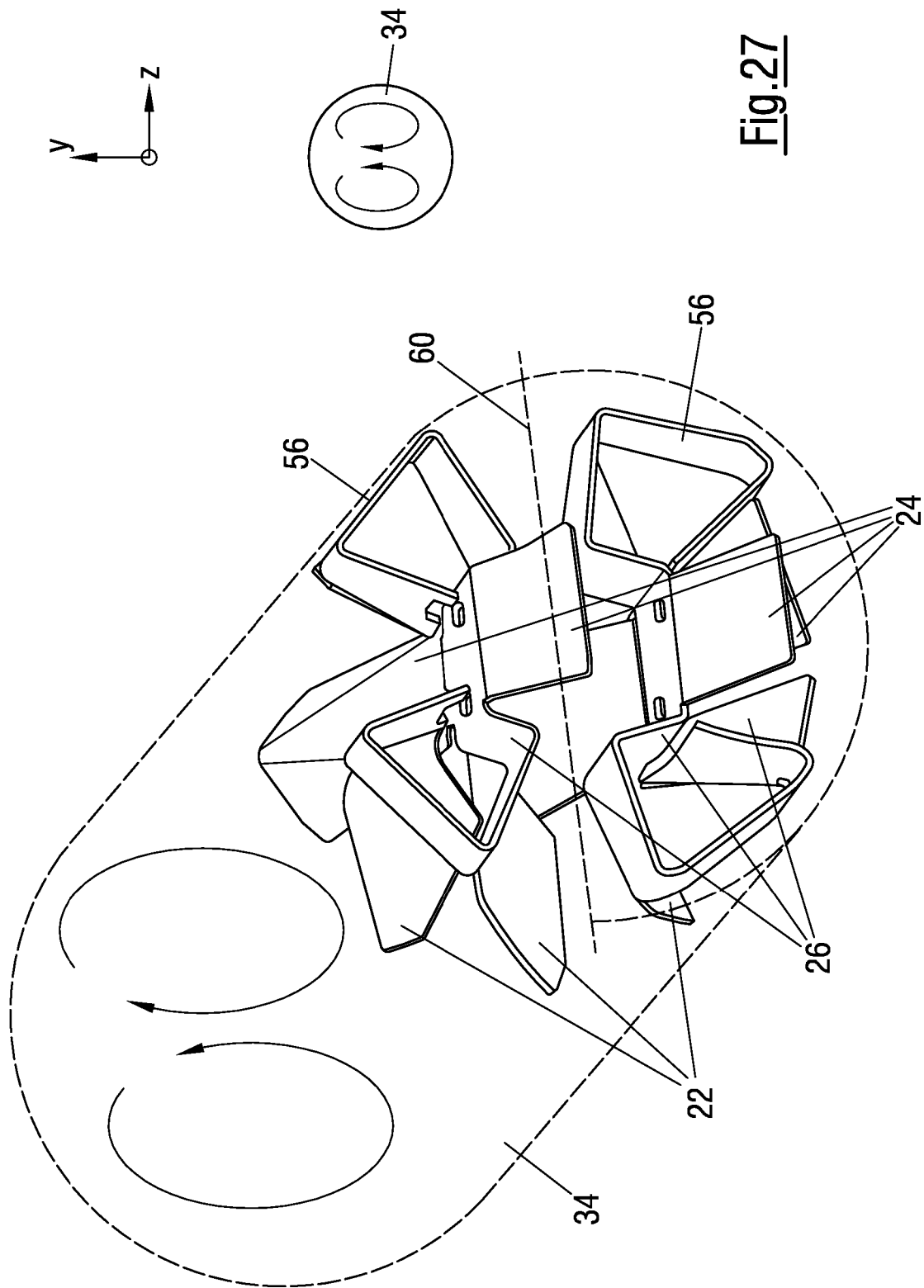


Fig. 27

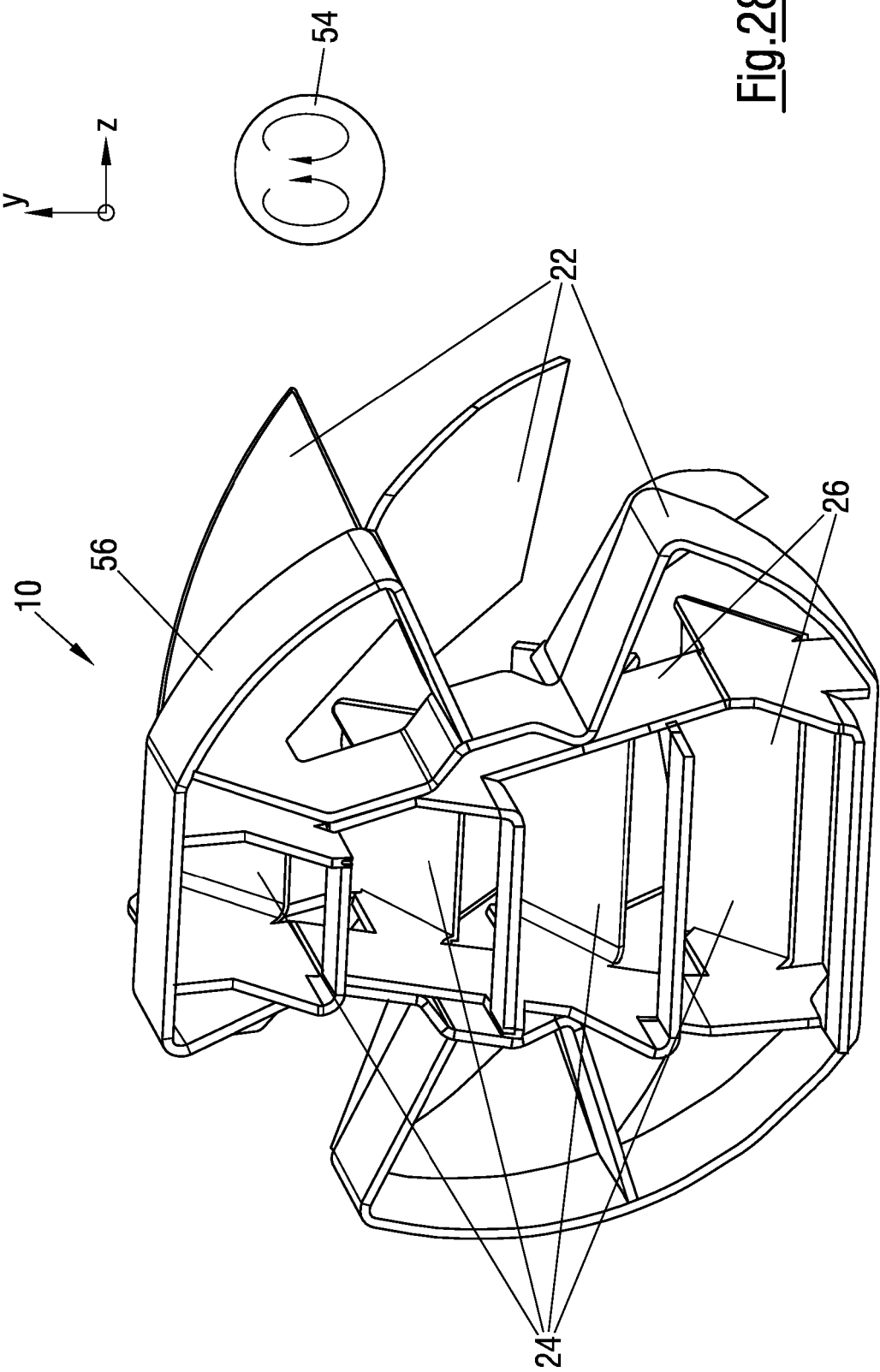
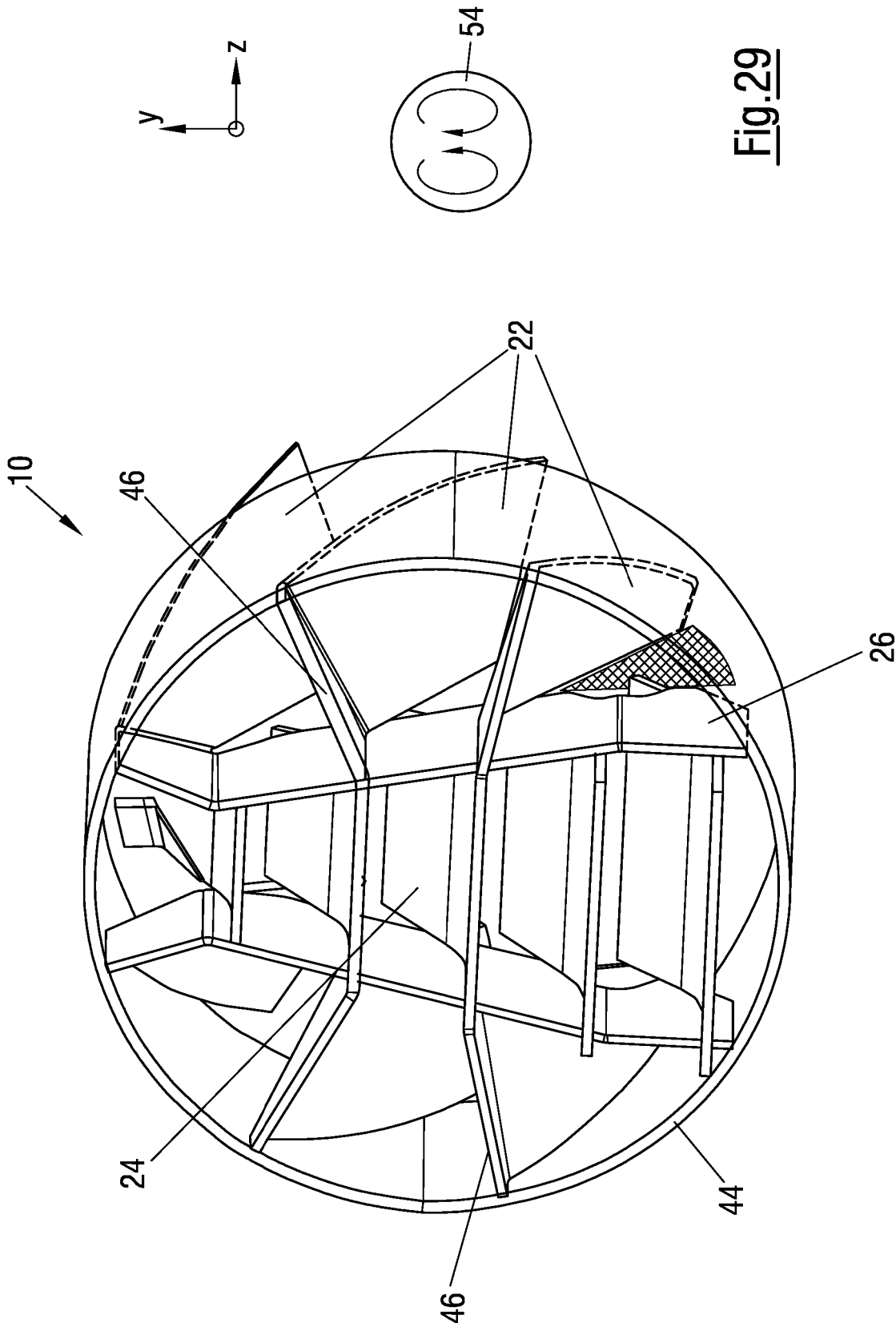


Fig. 28



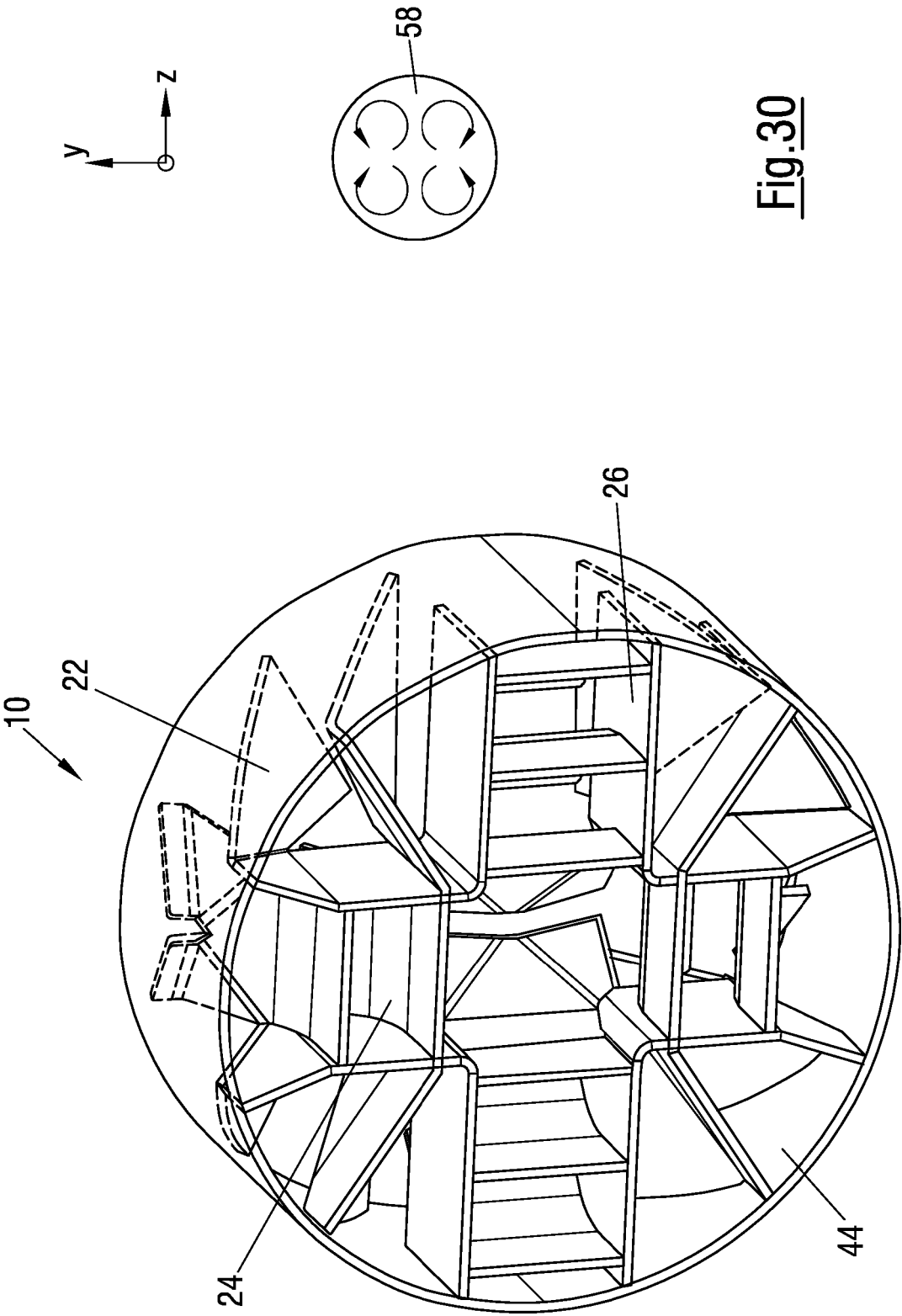
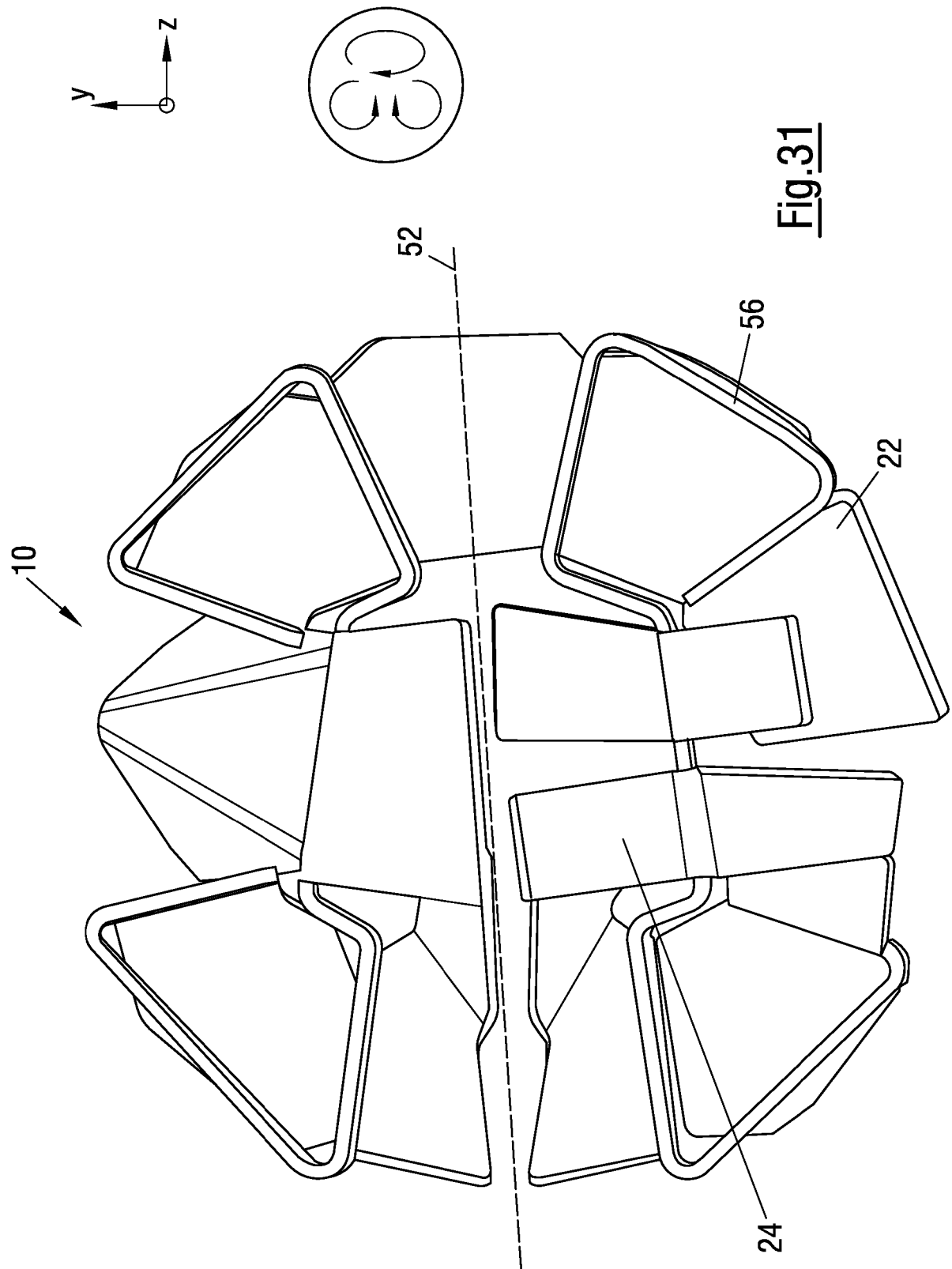


Fig.30



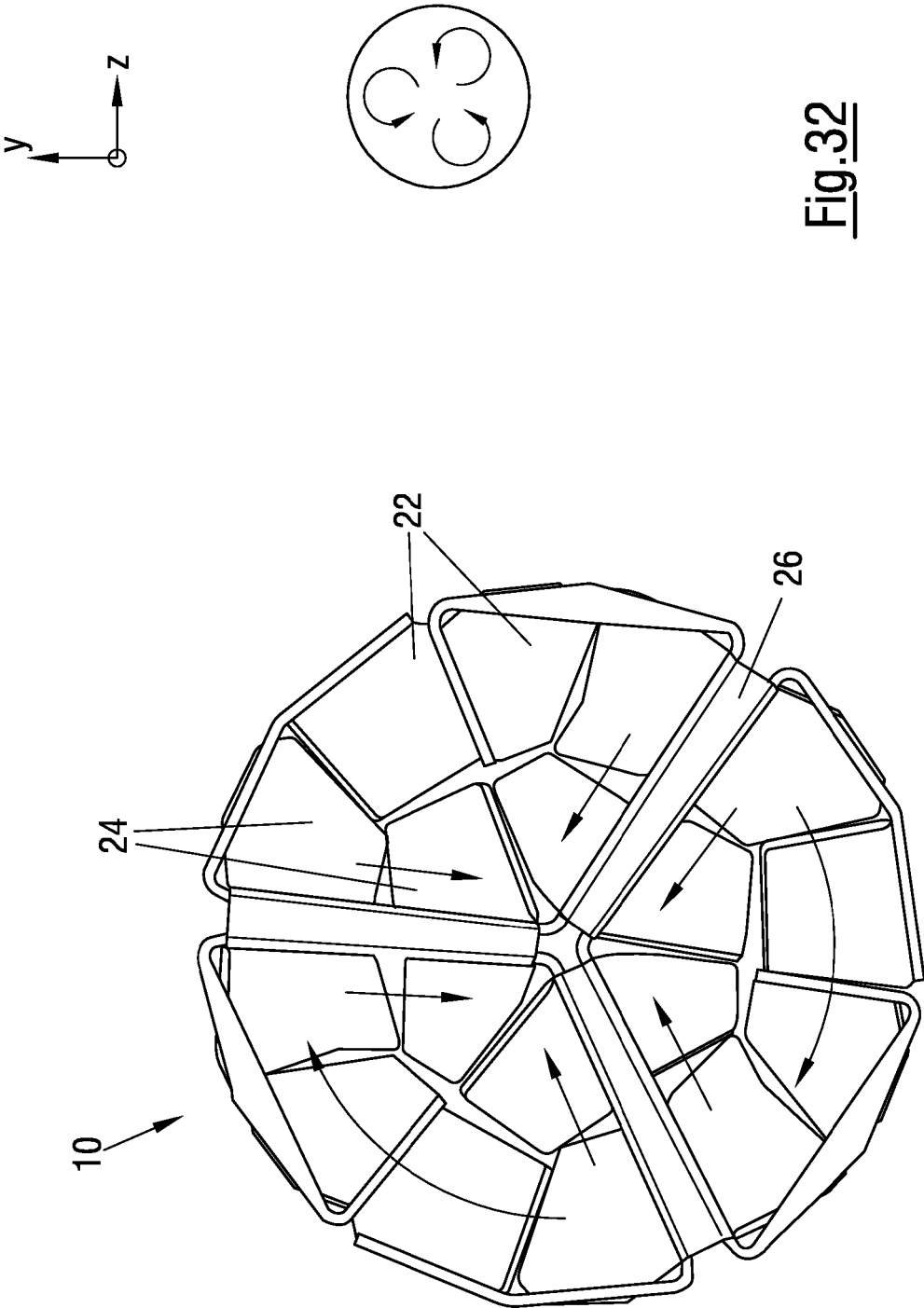


Fig. 32

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 112014005413 T5 [0005]
- EP 2865861 A1 [0005]
- WO 2015080917 A1 [0005]