

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 77/2024
(22) Anmeldetag: 21.05.2024
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2025

(51) Int. Cl.: **B01F 25/20** (2022.01)
B01F 25/314 (2022.01)
B01F 23/10 (2022.01)
B01F 23/451 (2022.01)
B01F 25/10 (2022.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2014360156 A1
US 2506415 A
EP 1736707 A2
US 2004036185 A1
US 2015130090 A1
US 5893641 A

(73) Patentinhaber:
MME Engineering e.U.
1090 Wien (AT)
Environ Engineering GmbH
3470 Engelmannsbrunn (AT)

(74) Vertreter:
Häupl & Ellmeyer KG, Patentanwaltskanzlei
1070 Wien (AT)

(54) **Mischsystem**

(57) Mischsystem, umfassend ein Außenrohr (2); ein Innenrohr (3), das konzentrisch im Außenrohr (2) angeordnet ist; einen Ringspalt (1), der von dem Außenrohr (2) und dem Innenrohr (3) gebildet wird; und eine erste Ringblende (5); wobei das Innenrohr (3) von einem ersten Fluid durchströmbar ist; der Ringspalt (1) von einem mit dem ersten Fluid zu vermischenden zweiten Fluid durchströmbar ist; die erste Ringblende (5) den Ringspalt (1) an dem Ende abschließt, das dem Ende eines Fluidstroms des zweiten Fluids durch den Ringspalt (1) entspricht; die erste Ringblende (5) mit dem Außenrohr (2) verbunden angeordnet ist und das Innenrohr (3) bündig umschließt; die erste Ringblende (5) mehrere Öffnungen (5a) aufweist, die vom zweiten Fluid durchströmbar sind; das Außenrohr (2) kürzer ist als das Innenrohr (3); ein Anschluss (4) im Außenrohr (2) angeordnet ist, der mit dem Ringspalt (1) in Fluidverbindung ist und durch den das zweite Fluid injizierbar ist; und eine zweite Ringblende (8) den Ringspalt (1) an dem Ende abschließt, das dem Anfang eines Fluidstroms des ersten Fluids durch das Innenrohr (3) entspricht.

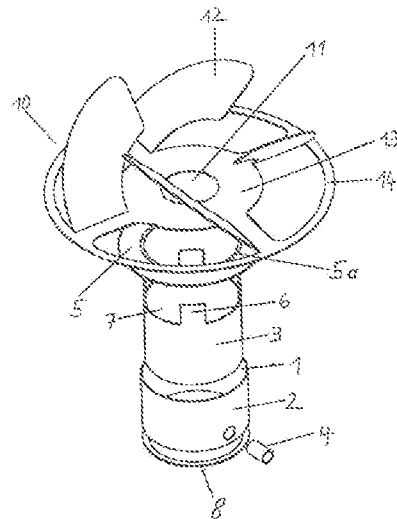


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Mischsystem.

[0002] Das Mischen von Fluiden ist eine weit verbreitete Aufgabenstellung in der industriellen Prozesstechnik. Es wird immer eine hohe Mischgüte verlangt, um zwei Fluide gleichmäßig zu vermischen oder im Fall von chemischen Reaktionslösungen eine optimale Umsetzung zu erreichen.

[0003] Es besteht ein Zielkonflikt zwischen möglichst vollständiger Vermischung von zwei oder mehr Fluiden und der Mischstrecke. Vollständige Vermischung erfordert eine lange Mischstrecke (siehe z.B. Babcock und Wilcox, „Perspectives on Ammonia Injection and Gaseous Static Mixing in SCR Retrofit Applications“ (1999)). Es folgt daraus, dass eine möglichst hohe Mischgüte auf einer möglichst kurzen Wegstrecke erfolgen soll. Diese Anforderungen müssen insbesondere in sehr kompakten Reaktoren erfüllt werden. So werden z.B. in Anlagenbereichen, bei denen Katalysatoren zum Einsatz kommen, sehr hohe Mischgüten aller Reaktionsteilnehmer gefordert. Entsprechend dem oben angeführten Zielkonflikt müssten Chemiereaktoren relativ groß gebaut werden, was sich natürlich auf die Gesamtkosten für die Errichtung einer verfahrenstechnischen Anlage negativ auswirkt. Desweiteren werden oftmals Altanlagen nachgerüstet, die im Ursprungszustand sehr kompakte Abmessungen aufweisen.

[0004] EP3725395A2 beschreibt einen Fluid-Gas-Mischer, der ein Gehäuse, das eine Primärachse definiert, zum Mischen von Fluid und Gas, eine Mischerdüse, die die Primärachse umschreibt, wobei mindestens ein ringförmiger Spalt zwischen einer Außenfläche der Mischerdüse und einer Innenfläche des Gehäuses definiert ist, einen äußeren Gasweg, einen inneren Gasdurchgang, der einen inneren Gasweg zum Mischen mit dem äußeren Gasweg definiert, eine mit dem Gehäuse verbundene Gasleitung zum Einlassen eines Gases in den inneren Gasweg und in den äußeren Gasweg und eine angeschlossene Fluidleitung zur Mischerdüse umfasst. Die Fluidleitung kann mit einem ringförmigen Kanal innerhalb der Mischerdüse in Fluidverbindung stehen, wobei der ringförmige Kanal einen Auslass aus der Mischerdüse parallel zur Primärachse aufweist, der zwischen dem inneren Gasweg und dem äußeren Gasweg angeordnet ist.

[0005] CN116817047A beschreibt einen Lufterlassflansch zum Einleiten von Luft in eine Reaktionskammer zur Abgasbehandlung. Der Flansch weist entlang der äußeren Umfangsfläche des Flansches einen ringförmigen Hohlraum auf, sodass der Flansch mindestens ein Durchgangsloch aufweist. Der Hohlraum ist durch das mindestens eine Durchgangsloch mit der Gasversorgungseinrichtung verbunden, und der Hohlraum ist durch den Gasströmungskanal des Flansches mit der Reaktionskammer verbunden. Der Gasströmungskanal ist ein ringförmiger Kanal, und entlang der Richtung des Abgasstroms in der Reaktionskammer ist der Gasströmungskanal in eine Richtung nahe der Mittelachse des Flansches geneigt.

[0006] US2023356259A1 beschreibt ein Applikationsgerät zum Auftragen von mindestens zwei miteinander mischbaren Komponenten, umfassend koaxial ineinander mit den Komponentenzuführungen für die jeweiligen zumindest zwei Komponenten angeordnete Komponentenzuführungen und Komponentenzufühdüsen, die den Komponentenzuführungen zugeordnet sind, wobei

ein äußerer Zufühhohlraum als Zufuhr der ersten Komponente zu der zugehörigen Komponentendüse zur Bereitstellung der ersten Komponente und

ein innerer Zufühhohlraum als Zufuhr der zweiten Komponente zur zugehörigen Komponentendüse zur Bereitstellung der zweiten Komponente vorgesehen ist,

wobei der innere Zufühhohlraum von einem inneren Zuführrohr umschlossen ist, das im äußeren Zufühhohlraum angeordnet ist und mit einer Hohlraumwand des äußeren Zufühhohlraums mit einem Abstand verbunden ist, und

im inneren Zuführrohr eine in axialer Richtung bewegliche Ventilstange angeordnet ist, die mit einem Aktuator verbunden ist, wobei die Ventilstange und/oder die Ventilstangenspitze davon mit einem Ventilsitz, der an der Komponentendüse des inneren Zuführrohrs angeordnet ist, korrespondiert und die Ventilstange bzw. die Ventilstangenspitze ein Ventil mit dem Ventilsitz und dem

inneren Zuführhohlraum zwischen dem inneren Zuführrohr und der Ventilstange bildet, und den Komponentendüsen der Zuführhöhlräume eine Mischeinrichtung nachgeordnet ist.

[0007] WO2023144029A2 beschreibt ein Mischsystem, das zum Mischen eines Prozessgases in einen Hauptstrom konfiguriert ist, wobei das Mischsystem Folgendes umfasst: einen Verteilungskanal; eine Einspritzeinheit; eine statische Mischeinheit; wobei: der Verteilerkanal eine Hauptlängsachse aufweist, die im Betrieb die Strömungsrichtung des Hauptstroms bestimmt; die Einspritzeinheit einen Verteiler und einen Haupteinspritzring umfasst; der Verteiler innerhalb des Verteilerkanals angeordnet ist und senkrecht zur Hauptlängsachse des Verteilerkanals angeordnet ist, wobei der Verteiler zur Aufnahme des Prozessgases über den Haupteinspritzring geeignet ist; der Haupteinspritzring eine kreisförmige oder ringförmige Struktur aufweist und mit einer Vielzahl von Einspritzöffnungen versehen ist, die so angeordnet sind, um das Prozessgas in den Hauptstrom einzuleiten.

[0008] Ziel ist es daher, ein kompaktes Mischsystem bereitzustellen, das auf kurzer Mischstrecke eine ausgezeichnete Mischgüte erreicht.

[0009] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, indem ein Mischsystem bereitgestellt wird, das Folgendes umfasst:

- ein Außenrohr;
- ein Innenrohr, das konzentrisch im Außenrohr angeordnet ist;
- einen Ringspalt, der von dem Außenrohr und dem Innenrohr gebildet wird; und
- eine erste Ringblende; wobei
 - + das Innenrohr von einem ersten Fluid durchströmbar ist;
 - + der Ringspalt von einem mit dem ersten Fluid zu vermischenden zweiten Fluid durchströmbar ist;
 - + die erste Ringblende den Ringspalt an dem Ende abschließt, das dem Ende eines Fluidstroms des zweiten Fluids durch den Ringspalt entspricht;
 - + die erste Ringblende mit dem Außenrohr verbunden angeordnet ist und das Innenrohr bündig umschließt;
 - + die erste Ringblende mehrere Öffnungen aufweist, die vom zweiten Fluid durchströmbar sind;
 - + das Außenrohr kürzer ist als das Innenrohr;
 - + ein Anschluss im Außenrohr angeordnet ist, der mit dem Ringspalt in Fluidverbindung ist und durch den das zweite Fluid injizierbar ist; und
 - + eine zweite Ringblende den Ringspalt an dem Ende abschließt, das dem Anfang eines Fluidstroms des ersten Fluids durch das Innenrohr entspricht.

[0010] Durch dieses Mischsystem wird eine ausgezeichnete Mischgüte auf kurzer Mischstrecke erreicht. Das erste Fluid strömt durch das Innenrohr. Das zweite Fluid wird durch den Anschluss im Außenrohr in den Ringspalt injiziert. Beim Austritt des zweiten Fluids aus dem Ringspalt wird das zweite Fluid mit dem ersten Fluid, das aus dem Innenrohr austritt, auf kurzer Mischstrecke ausgezeichnet vermischt.

[0011] In einer Ausführungsform kann das Innenrohr an dem Ende, das mit der ersten Ringblende verbunden angeordnet ist, Zacken und Ausnehmungen aufweisen. Dadurch wird eine zusätzliche Vermischungszone bereitgestellt, die die Mischgüte zusätzlich verbessert.

[0012] In einer Ausführungsform kann die erste Ringblende einen Außendurchmesser und einen Innendurchmesser aufweisen, wobei der Außendurchmesser der ersten Ringblende größer ist als der Durchmesser des Außenrohrs. Dies stellt einen zusätzlichen Widerstand im Fluidstrom bereit, der der besseren Vermischung dient.

[0013] In einer Ausführungsform können die Öffnungen der ersten Ringblende rund sein.

[0014] In einer anderen Ausführungsform können die Öffnungen der ersten Ringblende eckig sein.

[0015] In einer Ausführungsform können die Öffnungen der ersten Ringblende auf der Innenseite der ersten Ringblende angeordnet sein. Dies erleichtert den Austritt des zweiten Fluids und führt zu einer besseren Vermischung.

[0016] In einer Ausführungsform können die Öffnungen der ersten Ringblende als Aussparungen auf der Innenseite der ersten Ringblende ausgeführt sein. Dies bedeutet eine einfachere Herstellung.

[0017] In einer Ausführungsform kann das Mischsystem eine erste Mischzone, die auf der Oberseite der ersten Ringblende durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Außenseite des Außenrohrs entlang fließt, ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von außen nach innen verläuft, und eine zweite Mischzone aufweisen, die auf der Oberseite der ersten Ringblende durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Innenseite des Innenrohrs fließt, ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von innen nach außen verläuft; wobei „Oberseite“ jeweils die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt. „Oberseite“ bedeutet daher auch, dass auf dieser Seite bei Gebrauch des Mischsystems der Austritt der Fluide aus dem Innenrohr und Ringspalt erfolgt und dort die Vermischung erfolgt.

[0018] In einer Ausführungsform kann ein statischer Mischer, in Fluidströmungsrichtung betrachtet, auf dem Innenrohr bzw. auf den Zacken des Innenrohrs angeordnet sein, welcher statische Mischer zumindest ein Drallblech, vorzugsweise 4-12 Drallbleche, eine Innenblende und eine Außenblende aufweist sowie einen größeren Durchmesser als die Ringblende aufweist. Dieser statische Mischer führt zu einer zusätzlichen und somit besseren Vermischung.

[0019] In einer Ausführungsform kann der statische Mischer eine Innenöffnung aufweisen, die von der Innenblende umschlossen ist. Durch die zusätzliche Strömungsmöglichkeit durch die Innenöffnung wird eine noch bessere Vermischung bereitgestellt.

[0020] In einer Ausführungsform kann das zumindest eine Drallblech in einem Winkel von 30°-60° in Bezug auf die Strömungsrichtung des Fluids angeordnet sein. Dies ergibt eine optimale Vermischung.

[0021] In einer Ausführungsform kann der statische Mischer, in Draufsicht betrachtet, (i) rund oder (ii) eckig ausgeführt sein. Dies lässt eine einfache Anpassung an die Gegebenheiten in der Mischzone zu.

[0022] In einer Ausführungsform kann das Mischsystem eine dritte Mischzone auf der Oberseite des statischen Mixers aufweisen, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch die Innenöffnung ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig von innen nach außen aufweist; wobei „Oberseite“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt. Daher bedeutet „Oberseite“ auch die Seite, die sich bei Gebrauch des Mischsystems beim Austritt des Fluidstroms aus dem Mischsystem befindet. Diese dritte Mischzone führt zu einer noch besseren Vermischung.

[0023] In einer Ausführungsform kann das Mischsystem eine vierte Mischzone oberhalb des statischen Mixers aufweisen, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch den statischen Mischer nach Verlassen des zumindest einen Drallblechs ausgebildet ist und, in Draufsicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig um eine Zentralachse des Innenrohrs aufweist; wobei „oberhalb“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt. Daher bedeutet „oberhalb“ auch die Seite, die sich bei Gebrauch des Mischsystems beim Austritt des Fluidstroms aus dem Mischsystem befindet. Diese vierte Mischzone führt zu einer noch besseren Vermischung.

[0024] In einer Ausführungsform können mehrere Mischsysteme im Fluidstrom des ersten Fluids angeordnet sein. Dies führt zu einer besseren Vermischung über den gesamten Querschnitt des Fluidstroms.

[0025] In einer Ausführungsform können die mehreren Mischsysteme hexagonal (zweidimensional kubisch dichtest) angeordnet sein. Dies ermöglicht eine optimale Ausnutzung des Quer-

schnitts des Fluidstroms.

[0026] In einer Ausführungsform können die mehreren Mischsysteme quadratisch (zweidimensional kubisch primitiv) angeordnet sein. Dies ermöglicht eine optimale Ausnutzung des Querschnitts des Fluidstroms.

[0027] In einer Ausführungsform kann die Länge des Innenrohrs größer sein als die Länge des Außenrohrs, vorzugsweise um eine Länge länger sein, die etwa der Differenz zwischen Außendurchmesser und Innendurchmesser der ersten Ringblende beträgt; und/oder die Länge des Außenrohrs etwa dem Durchmesser des Innenrohrs entsprechen; und/oder der Außendurchmesser der ersten Ringblende etwa 50 % größer sein als der Durchmesser des Innenrohrs. Durch solche Dimensionierungen kann eine kosteneffiziente Vermischung erreicht werden.

[0028] In einer Ausführungsform kann der Außendurchmesser der ersten Ringblende etwa 40 % bis 100 %, vorzugsweise 50 %, des Durchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mixers (10) betragen; und/oder der Außendurchmesser bzw. die Diagonale des statischen Mixers 1 cm bis 1,5 m betragen; und/oder der Durchmesser bzw. die Diagonale des statischen Mixers etwa 3-Mal so groß sein wie der Durchmesser des Innenrohrs; und/oder die Innenöffnung des statischen Mixers, wenn vorhanden, etwa 1/5 des Durchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mixers betragen; und/oder der Durchmesser der Innenblende des statischen Mixers, wenn vorhanden, etwa 35 % bis 80 %, vorzugsweise etwa 50 %, des Außendurchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mixers betragen. Durch solche Dimensionierungen kann eine kosteneffiziente Vermischung erreicht werden.

[0029] In einer Ausführungsform kann das Verhältnis der Höhe der Zacken zum Durchmesser des Innenrohres 1:2 bis 1:8, vorzugsweise 1:4, betragen. Durch solche Dimensionierungen kann eine kosteneffiziente Vermischung erreicht werden.

[0030] In den Beispielen und den Figuren werden folgende Bezugszeichen verwendet:

- 1 Ringspalt
- 2 Außenrohr
- 3 Innenrohr
- 4 Anschluss in den Ringspalt
- 5 erste Ringblende mit Öffnungen
- 5a Öffnungen in der ersten Ringblende
- 6 Zacken
- 7 Ausnehmungen
- 8 zweite Ringblende
- 10 statischer Mischer
- 11 Innenöffnung
- 12 Drallblech
- 13 Innenblende des statischen Mixers
- 14 Außenblende des statischen Mixers

ZEICHNUNGEN

[0031] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Mischsystems in Explosionsdarstellung.

[0032] Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Mischsystems von schräg unten.

[0033] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Mischsystems von schräg oben.

- [0034] Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Mischsystems von unten.
- [0035] Fig. 5 zeigt das Strömungsverhalten des ersten Fluids, das außen am Mischsystem vorbeiströmt.
- [0036] Fig. 6 zeigt das Strömungsverhalten des ersten Fluids, das durch das Mischsystem hindurchströmt.
- [0037] Fig. 7 zeigt eine erste Mischzone, die auf der Oberseite der oberen Ringblende durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Außenseite des Außenrohrs entlang fließt, ausgebildet ist (linker etwa kreisförmiger Pfeil), und eine zweite Mischzone, die auf der Oberseite der oberen Ringblende durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Innenseite des Innenrohrs fließt, ausgebildet ist (rechter etwa kreisförmiger Pfeil).
- [0038] Fig. 8 zeigt eine dritte Mischzone auf der Oberseite des statischen Mischers, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch die Innenöffnung ausgebildet ist.
- [0039] Fig. 9 zeigt eine vierte Mischzone oberhalb des statischen Mischers, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch den statischen Mischer nach Verlassen des zumindest einen Drallblechs ausgebildet ist.
- [0040] Fig. 10 zeigt eine hexagonale (zweidimensional kubisch dichteste) Anordnung mehrerer Mischsysteme.
- [0041] Fig. 11 zeigt eine quadratische (zweidimensional kubisch primitive) Anordnung mehrerer Mischsysteme.

BEISPIELE

Beispiel 1 - Mischsystem

[0042] Das Mischsystem umfasst ein Außenrohr 2; ein Innenrohr 3, das konzentrisch im Außenrohr 2 angeordnet ist; einen Ringspalt 1, der von dem Außenrohr 2 und dem Innenrohr 3 gebildet wird; und eine erste Ringblende 5; wobei das Innenrohr 3 von einem ersten Fluid durchströmbar ist; der Ringspalt 1 von einem mit dem ersten Fluid zu vermischenden zweiten Fluid durchströmbar ist; die erste Ringblende 5 den Ringspalt 1 an dem Ende abschließt, das dem Ende eines Fluidstroms des zweiten Fluids durch den Ringspalt 1 entspricht; die erste Ringblende 5 mit dem Außenrohr 2 verbunden angeordnet ist und das Innenrohr 3 bündig umschließt; die erste Ringblende 5 mehrere Öffnungen 5a aufweist, die vom zweiten Fluid durchströmbar sind; das Außenrohr 2 kürzer ist als das Innenrohr 3; ein Anschluss 4 im Außenrohr 2 angeordnet ist, der mit dem Ringspalt 1 in Fluidverbindung ist und durch den das zweite Fluid injizierbar ist; und eine zweite Ringblende 8 den Ringspalt 1 an dem Ende abschließt, das dem Anfang eines Fluidstroms des ersten Fluids durch das Innenrohr 3 entspricht. Das Innenrohr 3 weist an dem Ende, das mit der ersten Ringblende 5 verbunden angeordnet ist, Zacken 6 und Ausnehmungen 7 auf. Die Öffnungen 5a der ersten Ringblende 5 sind rund und auf der Innenseite der ersten Ringblende 5 angeordnet.

[0043] Die Länge des Innenrohrs 3 ist größer als die Länge des Außenrohrs 2, die Länge des Außenrohrs 2 entspricht etwa dem Durchmesser des Innenrohrs 3; und der Außendurchmesser der ersten Ringblende 5 ist etwa 50 % größer als der Durchmesser des Innenrohrs 3. Das Verhältnis der Höhe der Zacken 6 zum Durchmesser des Innenrohres 3 beträgt 1:4.

[0044] Durch dieses Mischsystem werden zwei Fluide geleitet. Das erste Fluid wird durch das Innenrohr 3 geleitet. Das zweite Fluid wird durch den Anschluss 4 im Außenrohr 2 in den Ringspalt 1 eingeleitet. Beim Austritt des zweiten Fluids aus dem Ringspalt erfolgt die Vermischung mit dem ersten Fluid in einer ersten Mischzone, die auf der Oberseite der ersten Ringblende 5 durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Außenseite des Außenrohrs 2 entlang fließt, ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von außen nach innen verläuft, und einer zweiten Mischzone, die auf der Oberseite der ersten Ringblende 5 durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Innenseite des Innenrohrs 3 fließt, ausgebildet ist und,

in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von innen nach außen verläuft. „Oberseite“ bedeutet die Seite beim Austritt des Fluidstroms aus dem Mischsystem.

Beispiel 2 - Mischsystem mit einem statischen Mischer

[0045] Ausgehend von dem Mischsystem aus Beispiel 1 ist auf den Zacken 6 des Innenrohrs 3 ein statischer Mischer 10 angeordnet, welcher statische Mischer 10 vier Drallbleche 12, eine Innenblende 13, eine Außenblende 14 und eine Innenöffnung 11 aufweist sowie einen größeren Durchmesser als die Ringblende 5 aufweist. Die Drallbleche 12 sind in einem Winkel von 45° in Bezug auf die Strömungsrichtung des Fluids angeordnet.

[0046] Zusätzlich zu den in Beispiel 1 angeführten Dimensionen beträgt der Außendurchmesser der ersten Ringblende 5 50 % des Durchmessers des statischen Mixers 10; und der Durchmesser des statischen Mixers (10) ist etwa 3-Mal so groß wie der Durchmesser des Innenrohrs 3; und die Innenöffnung 11 des statischen Mixers (10) beträgt etwa 1/5 des Durchmessers des statischen Mixers 10; und der Durchmesser der Innenblende 13 des statischen Mixers 10 beträgt etwa 50 % des Außendurchmessers des statischen Mixers 10.

[0047] Durch dieses Mischsystem werden zwei Fluide geleitet. Das erste Fluid wird durch das Innenrohr 3 geleitet. Das zweite Fluid wird durch den Anschluss 4 im Außenrohr 2 in den Ringspalt 1 eingeleitet. Zusätzlich zu den zwei Mischzonen, die in Beispiel 1 beschrieben sind, weist das Mischsystem in diesem Beispiel eine dritte Mischzone auf der Oberseite des statischen Mixers 10 auf, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch die Innenöffnung 11 ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig von innen nach außen aufweist; wobei „Oberseite“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt; sowie eine vierte Mischzone oberhalb des statischen Mixers 10 auf, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch den statischen Mischer 10 nach Verlassen des zumindest einen Drallblechs 12 ausgebildet ist und, in Draufsicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig um eine Zentralachse des Innenrohrs 3 aufweist; wobei „oberhalb“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt. So wird eine optimale Vermischung der beiden Fluide ermöglicht.

Beispiel 3 - Anordnung mehrerer Mischsysteme

[0048] In diesem Beispiel werden mehrere Mischsysteme aus Beispiel 1 oder Beispiel 2 hexagonal (zweidimensional kubisch dichtest) angeordnet. Dies ermöglicht eine optimale Ausnutzung des Querschnitts des Fluidstroms und damit erfolgt eine optimale Vermischung über den ganzen Querschnitt hinweg.

Patentansprüche

1. Mischsystem, umfassend:
 - ein Außenrohr (2);
 - ein Innenrohr (3), das konzentrisch im Außenrohr (2) angeordnet ist;
 - einen Ringspalt (1), der von dem Außenrohr (2) und dem Innenrohr (3) gebildet wird; und
 - eine erste Ringblende (5);**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - + das Innenrohr (3) von einem ersten Fluid durchströmbar ist;
 - + der Ringspalt (1) von einem mit dem ersten Fluid zu vermischenden zweiten Fluid durchströmbar ist;
 - + die erste Ringblende (5) den Ringspalt (1) an dem Ende abschließt, das dem Ende eines Fluidstroms des zweiten Fluids durch den Ringspalt (1) entspricht;
 - + die erste Ringblende (5) mit dem Außenrohr (2) verbunden angeordnet ist und das Innenrohr (3) bündig umschließt;
 - + die erste Ringblende (5) mehrere Öffnungen (5a) aufweist, die vom zweiten Fluid durchströmbar sind;
 - + das Außenrohr (2) kürzer ist als das Innenrohr (3);
 - + ein Anschluss (4) im Außenrohr (2) angeordnet ist, der mit dem Ringspalt (1) in Fluidverbindung ist und durch den das zweite Fluid injizierbar ist; und
 - + eine zweite Ringblende (8) den Ringspalt (1) an dem Ende abschließt, das dem Anfang eines Fluidstroms des ersten Fluids durch das Innenrohr (3) entspricht.
2. Mischsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Innenrohr (3) an dem Ende, das mit der ersten Ringblende (5) verbunden angeordnet ist, Zacken (6) und Ausnehmungen (7) aufweist.
3. Mischsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste Ringblende (5) einen Außendurchmesser und einen Innendurchmesser aufweist, wobei der Außendurchmesser der ersten Ringblende (5) größer ist als der Durchmesser des Außenrohrs (2).
4. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5a) der ersten Ringblende (5) rund sind.
5. Mischsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5a) der ersten Ringblende (5) eckig sind.
6. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5a) der ersten Ringblende (5) auf der Innenseite der ersten Ringblende (5) angeordnet sind.
7. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (5a) der ersten Ringblende (5) als Aussparungen auf der Innenseite der ersten Ringblende (5) ausgeführt sind.
8. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Mischsystem eine erste Mischzone, die auf der Oberseite der ersten Ringblende (5) durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Außenseite des Außenrohrs (2) entlang fließt, ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von außen nach innen verläuft, und

eine zweite Mischzone aufweist, die auf der Oberseite der ersten Ringblende (5) durch eine Strömung des ersten Fluids, das auf der Innenseite des Innenrohrs (3) fließt, ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, etwa kreisförmig beginnend von innen nach außen verläuft; wobei „Oberseite“ jeweils die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt.

9. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein statischer Mischer (10), in Fluidströmungsrichtung betrachtet, auf dem Innenrohr (3) bzw. auf den Zacken (6) des Innenrohrs (3) angeordnet ist, welcher statische Mischer (10) zumindest ein Drallblech (12), vorzugsweise 4-12 Drallbleche (12), eine Innenblende (13) und eine Außenblende (14) aufweist sowie einen größeren Durchmesser als die Ringblende (5) aufweist.
10. Mischsystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der statische Mischer (10) eine Innenöffnung (11) aufweist, die von der Innenblende (13) umschlossen ist.
11. Mischsystem nach einem der Ansprüche 9 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Drallblech (12) in einem Winkel von 30°-60° in Bezug auf die Strömungsrichtung des Fluids angeordnet ist.
12. Mischsystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der statische Mischer (10), in Draufsicht betrachtet, (i) rund oder (ii) eckig ausgeführt ist.
13. Mischsystem nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mischsystem eine dritte Mischzone auf der Oberseite des statischen Mischers (10) aufweist, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch die Innenöffnung (11) ausgebildet ist und, in Schnittansicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig von innen nach außen aufweist; wobei „Oberseite“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt.
14. Mischsystem nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mischsystem eine vierte Mischzone oberhalb des statischen Mischers (10) aufweist, die durch eine Strömung des ersten Fluids durch den statischen Mischer (10) nach Verlassen des zumindest einen Drallblechs (12) ausgebildet ist und, in Draufsicht betrachtet, eine Verwirbelung etwa kreisförmig um eine Zentralachse des Innenrohrs (3) aufweist; wobei „oberhalb“ die Seite bezeichnet, die in Richtung Ende des Fluidstroms zeigt.
15. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Mischsysteme im Fluidstrom des ersten Fluids angeordnet sind.
16. Mischsystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mehreren Mischsysteme hexagonal (zweidimensional kubisch dichtest) angeordnet sind.
17. Mischsystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mehreren Mischsysteme quadratisch (zweidimensional kubisch primitiv) angeordnet sind.
18. Mischsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - + die Länge des Innenrohrs (3) größer ist als die Länge des Außenrohrs (2), vorzugsweise um eine Länge länger ist, die etwa der Differenz zwischen Außendurchmesser und Innendurchmesser der ersten Ringblende (5) beträgt; und/oder
 - + die Länge des Außenrohrs (2) etwa dem Durchmesser des Innenrohrs (3) entspricht;

und/oder

+ der Außendurchmesser der ersten Ringblende (5) etwa 50 % größer ist als der Durchmesser des Innenrohrs (3).

19. Mischsystem nach einem der Ansprüche 9-18,

dadurch gekennzeichnet, dass

+ der Außendurchmesser der ersten Ringblende (5) etwa 40 % bis 100 %, vorzugsweise 50 %, des Durchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mischers (10) beträgt; und/oder
+ der Außendurchmesser bzw. die Diagonale des statischen Mischers (10) 1 cm bis 1,5 m beträgt; und/oder

+ der Durchmesser bzw. die Diagonale des statischen Mischers (10) etwa 3-Mal so groß ist wie der Durchmesser des Innenrohrs (3); und/oder

+ die Innenöffnung (11) des statischen Mischers (10), wenn vorhanden, etwa 1/5 des Durchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mischers (10) beträgt; und/oder

+ der Durchmesser der Innenblende (13) des statischen Mischers (10), wenn vorhanden, etwa 35 % bis 80 %, vorzugsweise etwa 50 %, des Außendurchmessers bzw. der Diagonale des statischen Mischers (10) beträgt.

20. Mischsystem nach einem der Ansprüche 2-19,

dadurch gekennzeichnet, dass

+ das Verhältnis der Höhe der Zacken (6) zum Durchmesser des Innenrohres (3) 1:2 bis 1:8, vorzugsweise 1:4, beträgt.

Hierzu 11 Blatt Zeichnungen

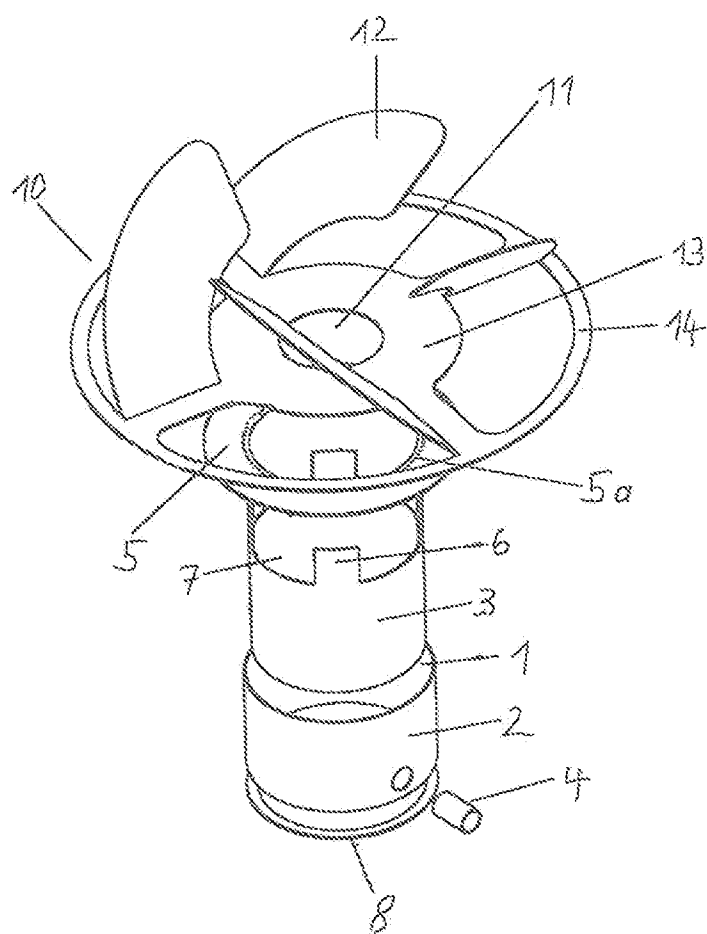


Fig. 1

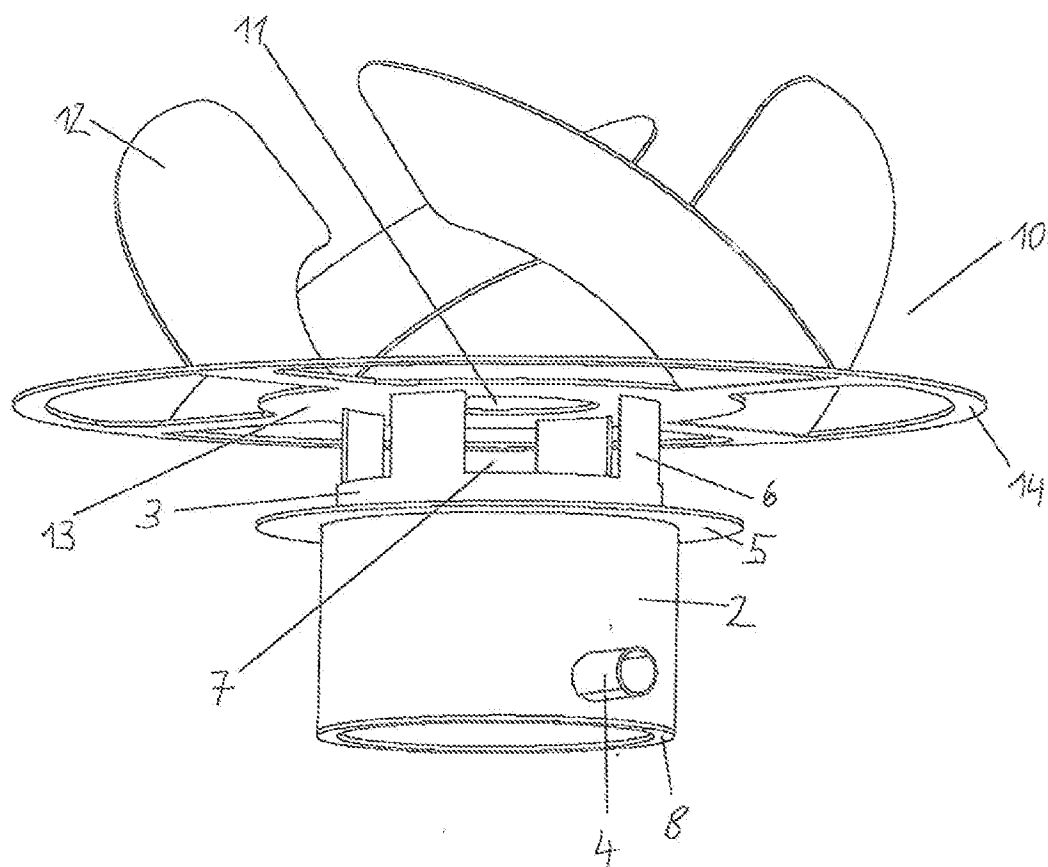


Fig. 2

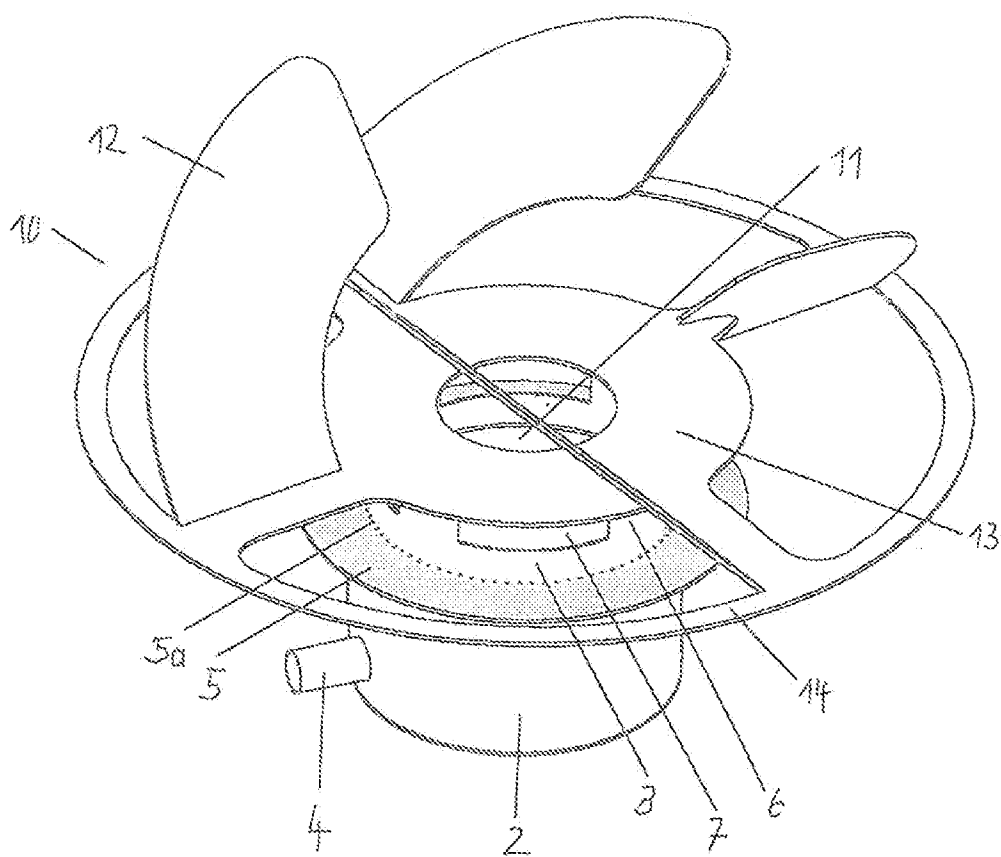


Fig. 3

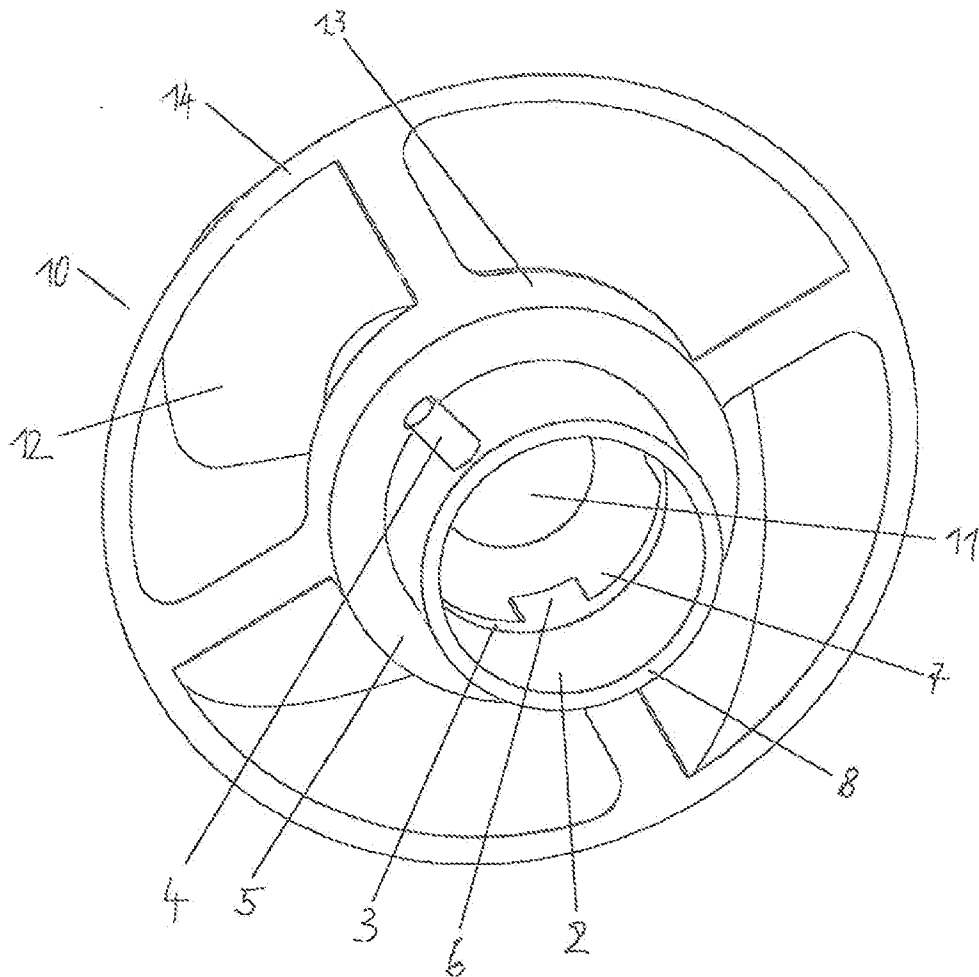


Fig. 4

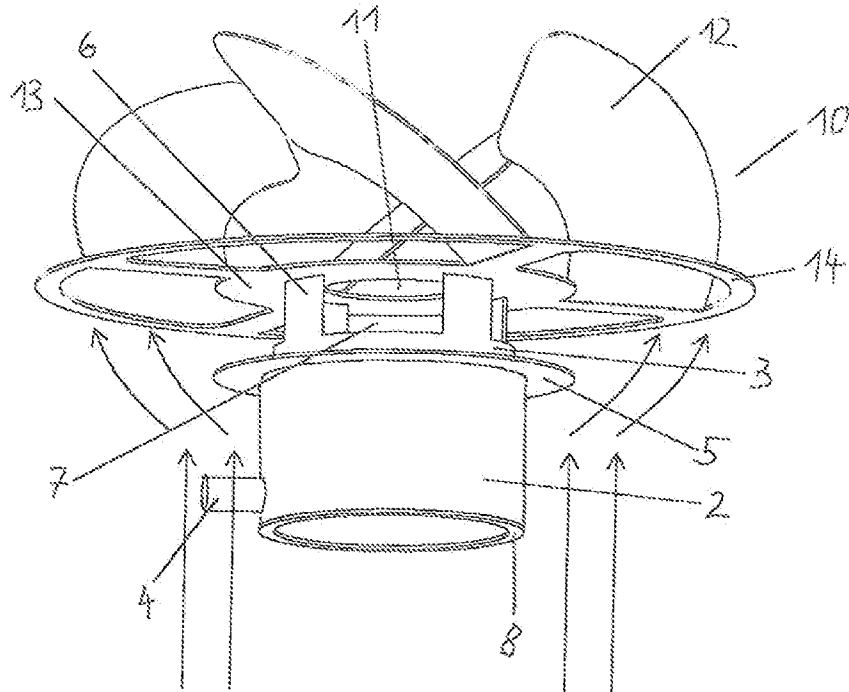


Fig. 5

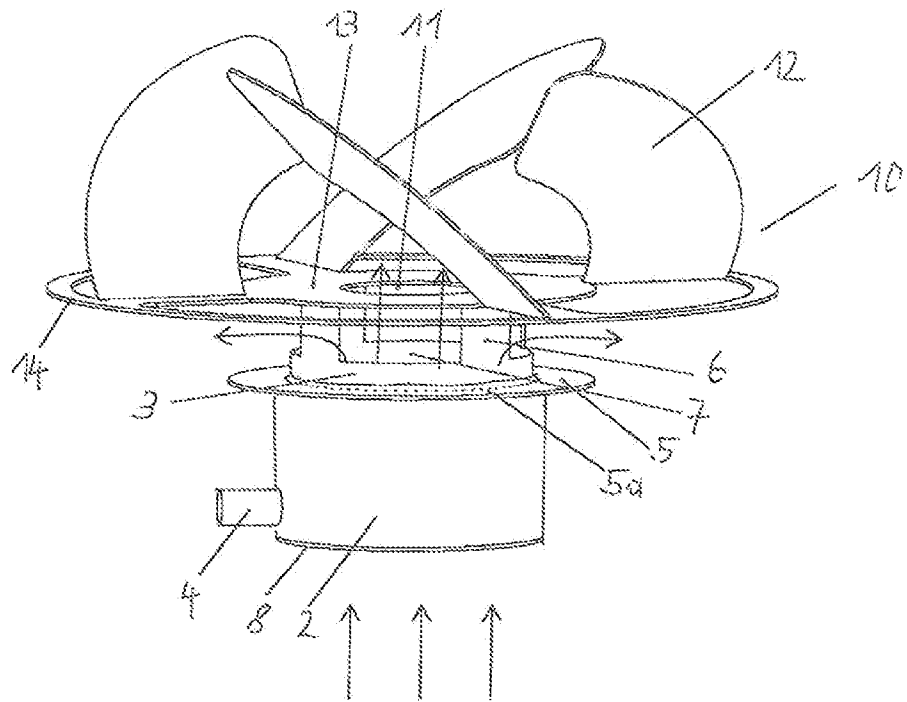


Fig. 8

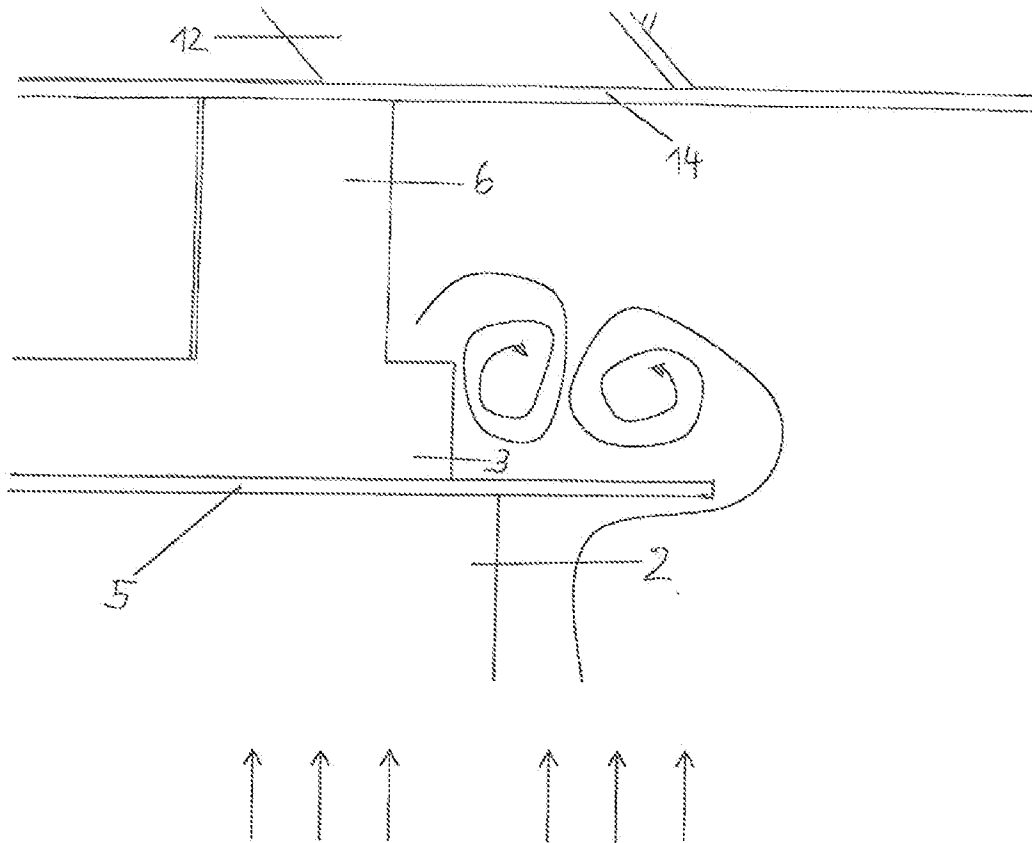


Fig. 7

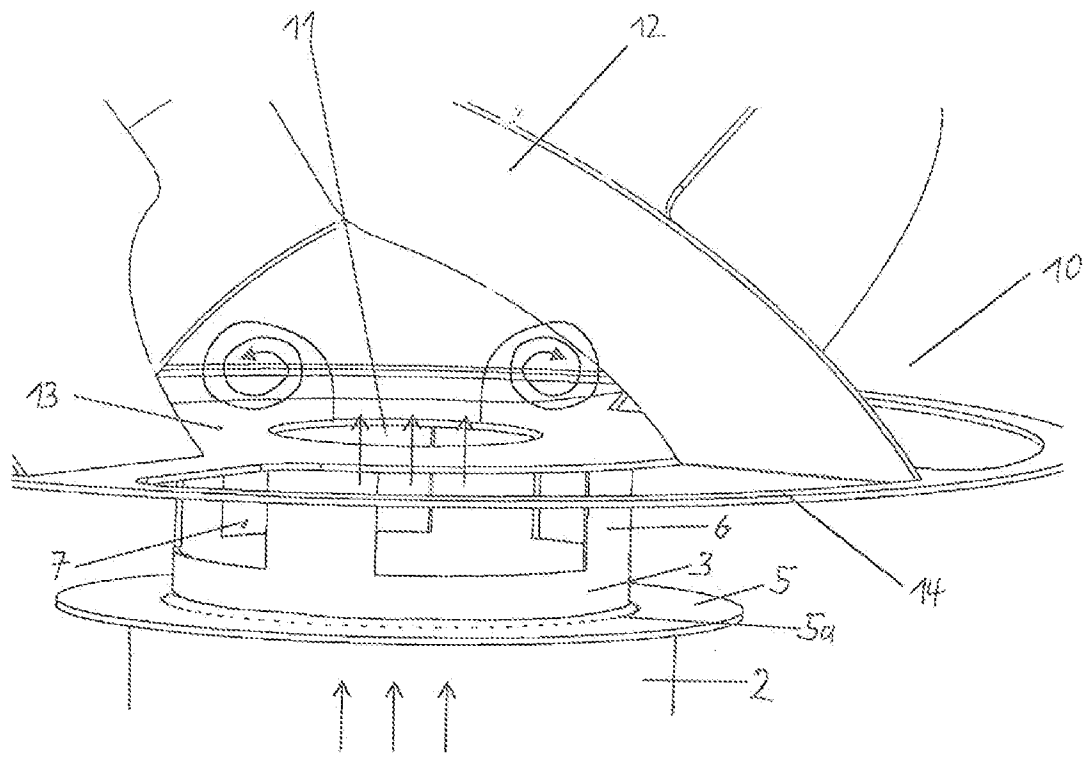


Fig. 8

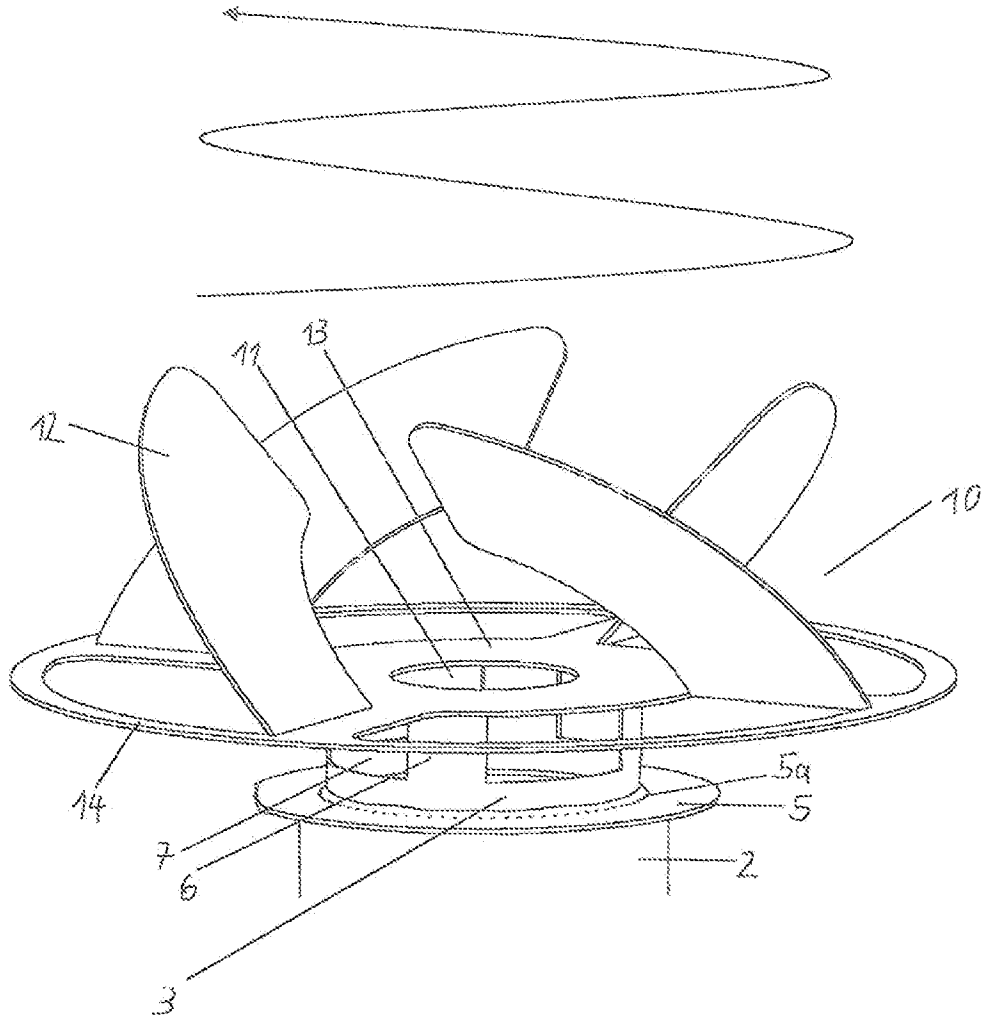


Fig. 9

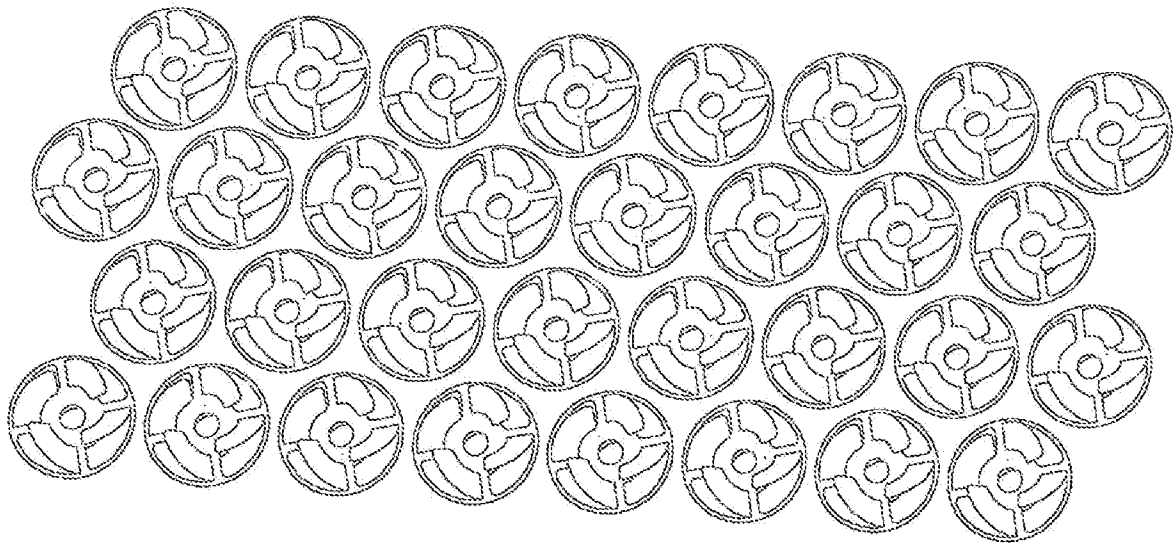


Fig. 10

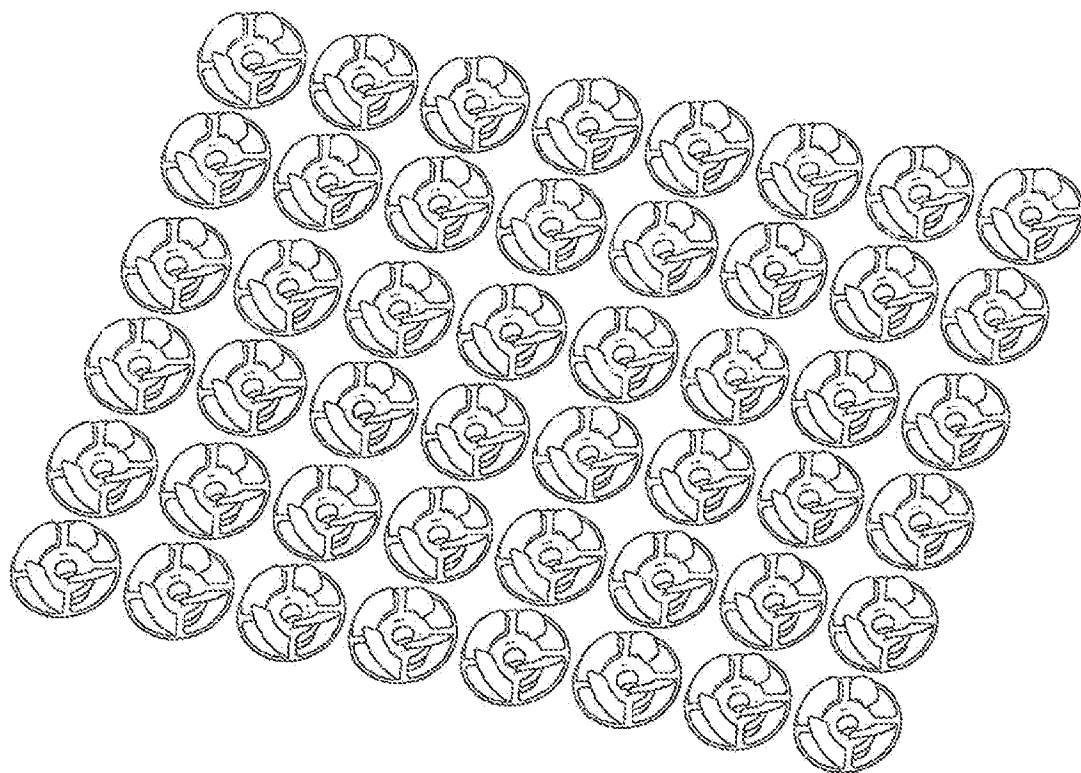


Fig- 11