

(19)



(11)

EP 4 509 207 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.2025 Patentblatt 2025/08

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B01F 25/00^(2022.01) B01F 25/4314^(2022.01)
B01F 25/431^(2022.01)

(21) Anmeldenummer: **24221068.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B01F 25/12; B01F 25/43141; B01F 25/43161;
B01F 25/43162

(22) Anmeldetag: **18.12.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder: **HIRSCHBERG, Sebastian**
8408 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Keller Schneider**
Patent- und Markenanwälte AG
Eigerstrasse 2
Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(71) Anmelder: **Hirschberg Engineering AG**
8404 Winterthur (CH)

(54) **KOMPAKTER STATISCHER MISCHER UND VERFAHREN ZUM MISCHEN VON WENIGSTEN ZWEI FLUIDEN**

(57) Eine statische Mischereinheit (100, 200, 300, 400) zum Vermischen von wenigsten zwei Fluiden (F1, F2) umfasst eine Vormischeinheit (VE) mit nachgelagerter Hauptmischeinheit (HE), wobei:

- a) Die Vormischeinheit (VE) eine Vormischkammer (50, 50') umfasst, welche über mehrere erste Einlässe (51a, 51a') zum Zuführen eines ersten Fluids (F1) und mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') zum Zuführen eines zweiten Fluids (F2) in einen Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50'), sowie einen zentralen Auslass (52, 52') zum Ausleiten der Fluide (F1, F2) aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') verfügt;
- b) wobei die mehreren erste Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') in einem peripheren Bereich (P) der Vormischkammer (50) um den Auslass (52, 52') herum angeordnet sind, wobei alternierend ein oder mehrere erste Einlässe (51a, 51a') und ein oder mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') in den Hohlraum (50.1, 50.1') münden,
- c) wobei die Vormischkammer (50, 50') derart ausgestaltet ist, dass die Fluide (F1, F2) zumindest in einen an

den Auslass (52, 52') angrenzenden Bereich der Vormischkammer (50, 50') aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vormischebene (E) liegenden Richtungen zum Auslass (52, 52') der Vormischkammer (50, 50') geführt werden können;

d) der Auslass (52, 52') der Vormischkammer (50, 50') in einen Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) mündet, so dass durch den Auslass (52, 52') aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') ausgeleitete Fluide der Hauptmischeinheit (HE) zugeführt werden können;

e) die Hauptmischeinheit (HE) wenigstens einen statischen Mischer (10, 20, 20') mit mehreren in einem Hohlkörper (14, 24) angeordneten und strömungsbeeinflussenden Elementen (12, 22a, 22b) aufweist, wobei der statische Mischer (10, 20, 20') derart ausgelegt ist, dass eine Hauptflussrichtung (L) der Fluide (F1, F2) im statischen Mischer (10, 20, 20') vom Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) zu einem Auslass (13, 23) der Hauptmischeinheit (HE) im Wesentlichen senkrecht zur Vormischebene (E) der Vormischeinheit (VE) verläuft.

EP 4 509 207 A2

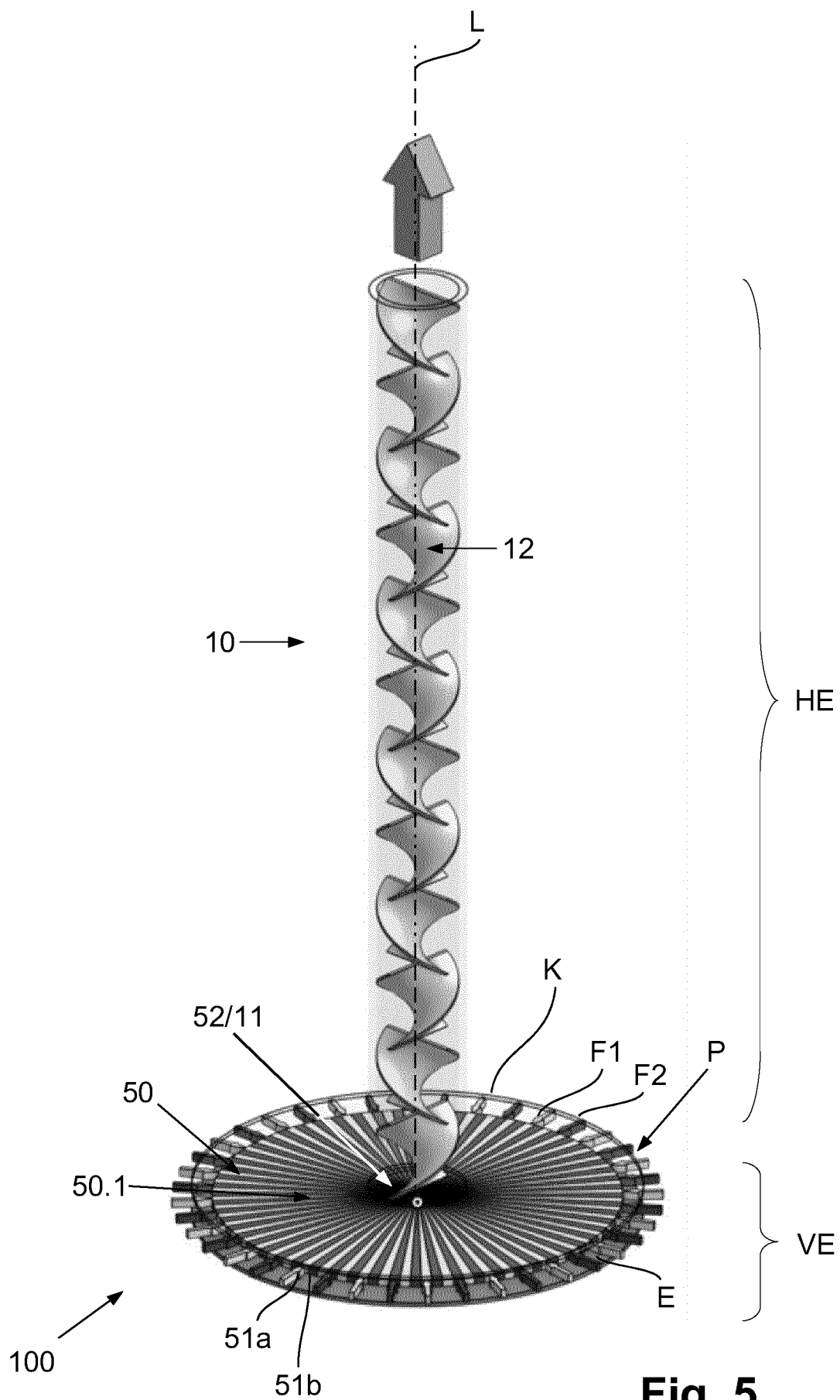


Fig. 5

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine statische Mischereinheit zum Vermischen von wenigsten zwei Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, Gase und/oder pastöse Massen, welche einen statischen Mischer mit mehreren in einem Hohlkörper angeordneten und strömungsbeeinflussenden Elementen aufweist. Weiter betrifft die Erfindung einen Teilesatz umfassend eine statische Mischereinheit wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, Behältnisse mit je einem Auslass an den Behältnissen, wobei die Behältnisse je eines von wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, unterschiedlichen Fluiden enthalten. Zudem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Mischen von wenigsten zwei Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, Gase und/oder pastöse Massen, mit einer statische Mischereinheit sowie die Verwendung einer statische Mischereinheit zum Vermischen von zwei Fluiden.

Stand der Technik

[0002] Statische Mischer sind Vorrichtungen zum Mischen von Fluiden, in der allein die Strömungsbewegung die Vermischung bewirkt und die nicht über bewegte Elemente verfügen. Sie bestehen aus einer Reihe von speziell geformten strömungsbeeinflussenden Elementen, die in einem Rohr oder Gehäuse angeordnet sind. Die zu vermischenden Fluide werden durch diese Elemente geführt, wodurch sie aufgeteilt, umgelenkt und rekombiniert werden. Dabei entstehen Scherkräfte, Turbulenzen oder Dehnströmungen, die eine homogene Verteilung der zu vermischenden Fluide bewirken. Übliche statische Mischer arbeiten ausschliesslich durch die kinetische Energie der strömenden Medien und benötigen keine externe Energiezufuhr für den Mischprozess.

[0003] Statische Mischer sind u.a. im Baubereich, bei der industriellen Fertigung oder in der industriellen Verfahrenstechnik weit verbreitet und haben sich in zahlreichen Anwendungen als zuverlässige und effiziente Lösung zur Durchmischung von Flüssigkeiten, Gasen und viskosen Medien etabliert.

[0004] Zu den heute gängigen Typen statischer Mischer gehören Konstruktionen mit schrauben- oder wendelartigen strömungsbeeinflussenden, wie sie im Sulzer SMV-Mischer verwendet werden, sowie Mischer mit X-förmigen Elementen, die typischerweise im Sulzer X-Mischer zum Einsatz kommen. Auch Mischer mit speziell geformten Segmenten, wie Quadro-Mischer oder Mischer mit prismatischen Einsätzen, haben sich bewährt, um spezifische Mischanforderungen zu erfüllen.

[0005] Solche Mischer sind z.B. beschrieben in den Patentschriften US 4,062,524 (Bayer AG), US 2012/0106290 A1 (Meijer et al.), US 3,664,638 (Kenics Corp.), EP 0 815 929 B1 (Sulzer Chemtech AG) und EP 2 181 827 B1 (Sulzer Mixpac AG).

[0006] Trotz ihrer Leistungsfähigkeit weisen herkömmliche statische Mischer in bestimmten Anwendungen jedoch Nachteile auf. Je nach Anwendung und der dabei zu erreichenden Mischgüte sind statische Mischer relativ lang und sperrig. Bei manuellem Einsatz der Mischer, z.B. bei Verwendung als Mischdüse auf Klebstoffkartuschen, wirkt sich dies negativ auf die Handlichkeit aus und in der Verfahrenstechnik wird zusätzlich Platz für den Einbau der sperrigen statischen Mischer benötigt. Weiter erhöht sich bei langen statischen Mixchern der Materialbedarf, der nicht nur die Herstellungskosten, sondern auch die Umweltbelastung erhöht.

[0007] Es besteht daher weiterhin Bedarf nach neuen statischen Mixchern, die die vorstehend genannten Nachteile weniger oder gar nicht aufweisen.

Darstellung der Erfindung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine verbesserte statische Mischereinheit bereitzustellen. Die statische Mischereinheit soll insbesondere eine effiziente Mischwirkung mit einem kompakten und möglichst ressourcenschonenden Design kombinieren.

[0009] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Kern der Erfindung ist eine statische Mischereinheit zum Vermischen von wenigsten zwei Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, Gase und/oder pastöse Massen, umfassend eine Vormischeinheit mit nachgelagerter Hauptmischeinheit, wobei:

a) Die Vormischeinheit eine Vormischkammer umfasst, welche über mehrere erste Einlässe zum Zuführen eines ersten Fluids und mehrere zweite Einlässe zum Zuführen eines zweiten Fluids in einen Hohlraum der Vormischkammer, sowie einen zentralen Auslass zum Ausleiten der Fluide aus dem Hohlraum der Vormischkammer verfügt;

b) wobei die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe in einem peripheren Bereich der Vormischkammer um den Auslass herum angeordnet sind, wobei alternierend ein oder mehrere erste Einlässe und ein oder mehrere zweite Einlässe in den Hohlraum münden,

c) wobei die Vormischkammer derart ausgestaltet ist, dass die Fluide, insbesondere in vorgemischter Form, zumindest in einen an den Auslass angrenzenden Bereich der Vormischkammer aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vormischebene liegenden Richtungen zum Auslass geführt werden können;

d) der Auslass der Vormischkammer in einen Einlass der Hauptmischeinheit mündet, so dass durch den Auslass aus dem Hohlraum der Vormischkammer ausgeleitete Fluide der Hauptmischeinheit zugeführt werden können;

e) die Hauptmischeinheit wenigstens einen statischen Mischer mit mehreren in einem Hohlkörper angeordneten und strömungsbeeinflussenden Elementen aufweist, wobei der statische Mischer derart ausgelegt ist, dass eine Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer vom Einlass der Hauptmischeinheit zu einem Auslass der Hauptmischeinheit im Wesentlichen senkrecht zur Vormischebene der Vormischeinheit verläuft.

[0010] Es hat sich gezeigt, dass die Kombination einer Vormischeinheit in welcher die zu mischenden Fluide zumindest bereichsweise in einer Vormischebene vorgemischt werden und einer nachgelagerten Hauptmischeinheit mit einer senkrecht zur Vormischebene verlaufenden Hauptflussrichtung der Fluide eine äusserst effiziente Vermischung der Fluide auf kleinstem Raum ermöglicht.

[0011] Im Vergleich mit einem üblichen statischen Mischer, kann die Länge der Hauptmischeinheit in der erfindungsgemässen statischen Mischereinheit bei gleicher Mischgüte um bis zu 90% reduziert werden. Damit kann die erfindungsgemässe statische Mischereinheit kompakter gebaut werden, was zusätzlich den Materialverbrauch reduziert.

[0012] Mit anderen Worten wird mit der erfindungsgemässen statischen Mischereinheit eine effiziente Mischwirkung bei zugleich kompakten und ressourcenschonenden bzw. nachhaltigen Design erreicht. Durch die Kompaktheit wird zudem die Handlichkeit bei manuellen Anwendungen verbessert und der Platzbedarf bei industriellen Anwendungen reduziert.

[0013] Weiter kann die erfindungsgemässe Vormischeinheit mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Hauptmischeinheiten kombiniert werden, was eine flexible Anpassung an unterschiedliche Anforderungen ermöglicht.

[0014] Der Begriff "Vormischen" umfasst vorliegend im Besonderen eine Vorverteilung, insbesondere eine regelmässige räumliche Vorverteilung, der wenigstens zwei Fluide und/oder eine teilweise Mischung der wenigstens zwei Fluide. Im Speziellen ist eine Mischgüte der wenigstens zwei Fluide vor der Vormischeinheit geringer als nach der Vormischeinheit und/oder am Auslass der Vormischeinheit ist die Mischgüte geringer als eine Mischgüte der wenigstens zwei Fluide nach durchlaufen der Hauptmischeinheit.

[0015] Die Vormischkammer und der statische Mischer der Hauptmischeinheit sind in einer bevorzugten Ausführungsform fest miteinander verbunden und/oder einstückig gefertigt.

[0016] Bevorzugt entspricht der Einlass des statischen Mixers hinsichtlich Grösse und/oder Form dem Auslass der Vormischkammer. Dadurch kann die gesamte Einlassöffnung des statischen Mixers genutzt werden.

[0017] Weiter bevorzugt werden die wenigsten zwei Fluide in der Vormischkammer über den gesamten Auslassbereich der Vormischkammer und/oder den gesamten Einlassbereich bzw. die gesamte Einlassöffnung ver-

teilt, bevorzugt regelmässig verteilt. Damit kann auch mit einer lokalen Mischung in der nachgelagerten Hauptmischeinheit eine hohe Mischgüte erreicht werden, was der Kompaktheit zu Gute kommt.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform verfügt die Vormischkammer nebst den mehreren ersten Einlässen zum Zuführen des ersten Fluids und den mehreren zweiten Einlässen zum Zuführen des zweiten Fluids über keine weiteren Einlässe für Fluide. In diesem Fall ist die Vormischkammer zum Vermischen von genau zwei Fluiden ausgelegt.

[0019] In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist es aber möglich, dass die Vormischeinheit mehrere dritte Einlässe zum Zuführen eines dritten Fluids in den Hohlraum der Vormischkammer aufweist. In diesem Fall ist die Vormischkammer zum Vermischen von genau drei Fluiden ausgelegt.

[0020] Für spezielle Anwendungen sind auch weitere Einlässe für zusätzliche Fluide denkbar.

[0021] Gemäss Punkt b) münden alternierend ein oder mehrere erste Einlässe und ein oder mehrere zweite Einlässe in den Hohlraum. Damit ist gemeint, dass zwischen zwei der ersten Einlässe jeweils einer oder mehrere der zweiten Einlässe in die Vormischkammer münden und/oder zwischen zwei der zweiten Einlässe jeweils einer oder mehrere der ersten Einlässe in die Vormischkammer münden.

[0022] Besonders bevorzugt sind die mehreren erste Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart angeordnet, dass alternierend ein erster Einlass und ein zweiter Einlass in den Hohlraum mündet. In diesem Fall mündet zwischen zwei der ersten Einlässe jeweils genau einer der zweiten Einlässe in die Vormischkammer und zwischen zwei der zweiten Einlässe mündet jeweils genau einer der ersten Einlässe in die Vormischkammer.

[0023] Dies ermöglicht eine besonders gute Vormischung der wenigsten zwei Fluide in der Vormischkammer. Für spezielle Anwendungen können aber auch andere Anordnungen der Einlässe realisiert werden.

[0024] Bevorzugt sind die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe in regelmässigen Abständen zueinander angeordnet. Dies verbessert die Vormischwirkung zusätzlich.

[0025] Weiter ist es vorteilhaft, wenn die mehreren ersten Einlässe auf einer ersten Kreislinie und/oder die mehreren zweiten Einlässe auf einer zweiten Kreislinie angeordnet sind. Das Zentrum der Kreislinie(n) liegt dabei mit Vorteil auf einer geometrischen Achse, welche durch das Zentrum des zentralen Auslasses der Vormischkammer verläuft und/oder coaxial zu einer longitudinalen Achse, welche entlang der Hauptflussrichtung in der Hauptmischeinheit verläuft. In diesen Fall kann die Homogenität der Vormischung weiter erhöht werden.

[0026] Insbesondere sind die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart angeordnet, dass das erste Fluid und das zweite Fluid auf einer gemeinsamen Kreislinie in den Hohlraum der Vormischkammer gelangen. Auch in diesen Fall liegt das Zentrum

der Kreislinie mit Vorteil auf einer geometrischen Achse, welche durch das Zentrum des zentralen Auslasses der Vormischkammer verläuft und/oder koaxial zu einer longitudinalen Achse, welche entlang der Hauptflussrichtung in der Hauptmischeinheit verläuft. Damit kann eine optimale und gleichmässige Vermischung erzielt werden.

[0027] Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart ausgestaltet, dass das erste Fluid und das zweite Fluid aus unterschiedlichen Richtungen in den Hohlraum eingeleitet werden. Dies gilt im Speziellen für alle ersten und alle zweiten Einlässe. Dies ermöglicht im Besonderen eine kompaktere Bauweise.

[0028] Insbesondere sind in Bezug auf die Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer der Hauptmischeinheit die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart ausgestaltet, dass das erste Fluid und das zweite Fluid aus entgegengesetzten Richtungen in den Hohlraum eingeleitet werden. Diese bevorzugt so, dass das erste Fluid in einer Richtung parallel zur Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer in den Hohlraum eingeleitet werden kann und das zweite Fluid aus einer Richtung antiparallel zur Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer in den Hohlraum eingeleitet werden kann. Dies ermöglicht eine besonders kompakte Bauweise.

[0029] Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart ausgestaltet sind, dass das erste Fluid und das zweite Fluid aus senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen in den Hohlraum der Vormischkammer eingeleitet werden können.

[0030] Beispielsweise können die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe derart ausgestaltet sein, dass das erste Fluid aus parallel zur Vormischebene liegenden Richtungen in den Hohlraum der Vormischkammer eingeleitet wird und das zweite Fluid aus einer Richtung parallel oder antiparallel zur Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer in den Hohlraum eingeleitet werden kann. Dies stellt eine andere Möglichkeit für eine besonders kompakte Bauweise dar.

[0031] Bezüglich einer Querschnittsfläche der Einlassöffnung und/oder Form der Einlassöffnung sind vorzugsweise alle ersten Einlässe baugleich ausgestaltet und/oder alle zweiten Einlässe sind baugleich ausgestaltet. Im Besonderen sind alle ersten und zweiten Einlässe baugleich ausgestaltet.

[0032] Im Besonderen ist eine Anzahl der mehreren ersten Einlässe gleich wie eine Anzahl der mehreren zweiten Einlässe.

[0033] Dadurch wird eine besondere gleichmässige Einleitung der Fluide in die Vormischkammer erreicht. Dies ist aber nicht zwingend. Um beispielsweise unterschiedliche Mengen der Fluide miteinander zu vermischen, können Anzahl, Querschnittsfläche der Einlass-

öffnungen und/oder Form der Einlassöffnungen angepasst bzw. unterschiedlich ausgestaltet sein.

[0034] Weiter ist es bevorzugt, wenn der Hohlraum der Vormischkammer achsensymmetrisch ist bezüglich einer zentralen Achse, welche senkrecht zu einer Öffnungsebene des Auslasses steht, und/oder wobei der Hohlraum der Vormischkammer achsensymmetrisch ist bezüglich einer longitudinalen Achse, welche entlang der Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer verläuft.

[0035] Im Besonderen ist der Hohlraum der Vormischkammer zylinderförmig oder tellerförmig.

[0036] Zylinderförmige Hohlräume sind beispielsweise kreiszylinderförmige Hohlräume, elliptischzylindrische Hohlräume oder prismatische Hohlräume, besonders bevorzugt sind kreiszylinderförmige Hohlräume.

[0037] Unter einem "Zylinder" wird vorliegend insbesondere ein Körper mit zwei parallelen, kongruenten Grundflächen und gleich langen geraden Mantellinien verstanden, wobei die Mantellinien die entsprechenden Punkte auf den beiden Grundflächen verbinden. Die Mantellinien stehen im Besonderen senkrecht auf den Grundflächen. Die Grundflächen müssen nicht kreisförmig sein. Sie können jede beliebige geschlossene Kurve oder Fläche sein, z. B. elliptisch, rechteckig oder eine andere Form. Eine Höhe des Zylinders, gemessen in einer Richtung senkrecht zu den Grundflächen, kann beliebig sein, im Besonderen auch kleiner als eine Breite, Länge und/oder eines Durchmessers der Grundflächen.

[0038] Ein tellerförmiger Hohlraum verfügt insbesondere über einen zentralen zylinderförmigen Bereich und daran anschliessend einen peripheren ringförmigen Bereich, wobei die Zentralachse des zylinderförmigen Bereiches und des ringförmigen Bereiches dieselben sind. Ein Übergang vom zentralen zylinderförmigen Bereich zum peripheren ringförmigen Bereich kann dabei eckig oder bevorzugterweise abgerundet ausgeführt sein.

[0039] Im Speziellen verfügt ein tellerförmiger Hohlraum über einen zentralen zylinderförmigen Bereich und einen daran anschliessenden peripheren hohlkugelschichtförmigen Bereich, wobei die beiden Bereiche bevorzugt kontinuierlich und/oder kantenfrei ineinander übergehen.

[0040] Ein tellerförmiger Hohlraum verfügt in Bezug auf sämtlich durch ein Zentrum des Hohlraums verlaufende Querschnitte insbesondere über einen U-förmigen Querschnitt.

[0041] Solche Hohlräume weisen einen hohen Symmetriegrad auf und ermöglichen dadurch eine besonders homogene Vermischung.

[0042] Weiter ist es bevorzugt, wenn eine Höhe des Hohlraums der Vormischkammer, gemessen in einer Richtung senkrecht zur Vormischebene, im Bereich der gemeinsamen Vormischebene $>0 - 20\%$, im Speziellen $1 - 10\%$, im Besonderen $2 - 5\%$, einer maximalen Ausdehnung, insbesondere eines maximalen Durchmessers, des Hohlraums der Vormischkammer ist. Damit ist der Hohlraum relativ flach ausgebildet, was sich vor-

liegend als vorteilhaft erwiesen hat. Andere Ausgestaltungen des Hohlraums sind aber auch möglich.

[0043] Besonders bevorzugt ist die Vormischeinheit derart ausgestaltet, dass die Fluide als kreissektorförmige Fluidströme durch den Hohlraum geführt werden und/oder durch diesen fließen. Dies kann z.B. durch die oben beschriebenen Anordnungen der Einlässe und die Ausgestaltung des Hohlraums der Vormischkammer erreicht werden.

[0044] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die mehreren ersten Einlässe mit einer ersten Zufuhrkammer fluidleitend verbunden, wobei die erste Zufuhrkammer bevorzugt derart ausgestaltet ist, dass das in der ersten Zufuhrkammer vorliegende erste Fluid bei einer Beaufschlagung mit Druck gleichmässig durch alle der mehreren ersten Einlässe gefördert wird; und/oder wobei die mehreren zweiten Einlässe mit einer zweiten Zufuhrkammer fluidleitend verbunden sind, wobei bevorzugt die zweite Zufuhrkammer derart ausgestaltet ist, dass das in der zweiten Zufuhrkammer vorliegende zweite Fluid bei einer Beaufschlagung mit Druck gleichmässig durch alle der mehreren zweiten Einlässe gefördert wird.

[0045] Eine Zufuhrkammer ermöglicht ein besonders gleichmässiges Einleiten der Fluide durch die entsprechenden Einlässe in den Hohlraum der Vormischkammer, was einer möglichst homogenen Vormischung der Fluide zu Gute kommt.

[0046] Weiter ist es bevorzugt, wenn die erste Zufuhrkammer mehrere erste Auslässe aufweist, welche mit den mehreren ersten Einlässen der Vormischkammer kommunizieren, insbesondere ragen die mehreren ersten Auslässe der ersten Zufuhrkammer in die mehreren ersten Einlässe der Vormischkammer hinein, insbesondere formschlüssig; und/oder wobei die zweite Zufuhrkammer mehrere zweite Auslässe aufweist, welche mit den mehreren zweiten Einlässen der Vormischkammer kommunizieren, insbesondere ragen die mehreren zweiten Auslässe der zweiten Zufuhrkammer in die mehreren zweiten Einlässe der Vormischkammer hinein, insbesondere formschlüssig.

[0047] Damit kann in einfacher Art und Weise eine effektive Einleitung der Fluide über die entsprechenden Einlässe in den Hohlraum der Vormischkammer erreicht werden.

[0048] In einer beispielhaften Ausführungsform ist die erste Zufuhrkammer und/oder die zweite Zufuhrkammer auf einer der nachgelagerter Hauptmischeinheit abgewandten Seite der Vormischkammer angeordnet.

[0049] Weiter kann z.B. die erste Zufuhrkammer die Vormischkammer und/oder die zweite Zufuhrkammer seitlich umgeben, insbesondere so, dass das erste Fluid von der der nachgelagerter Hauptmischeinheit abgewandten Seite der Vormischkammer um die Vormischkammer herumgeleitet und von der der nachgelagerter Hauptmischeinheit zugewandten Seite der Vormischkammer her durch die mehreren ersten Einlässe in den Hohlraum der Vormischkammer gefördert werden

kann.

[0050] Im Besonderen weist die erste Zufuhrkammer und/oder die zweite Zufuhrkammer auf einer der nachgelagerter Hauptmischeinheit abgewandten Seite eine Einlassöffnung auf, durch welche das erste Fluid in die erste Zufuhrkammer und/oder das zweite Fluid in die zweite Zufuhrkammer gefördert werden kann. Damit lassen sich das bzw. die Fluide zentral in die jeweilige Zufuhrkammer leiten.

[0051] Der statische Mischer der Hauptmischeinheit ist beispielsweise als X-Mischer, Helix-Mischer, T-Mischer und/oder Quadro-Mischer ausgestaltet. Besonders bevorzugt sind X-Mischer, da diese im vorliegenden Zusammenhang eine besonders kompakte Bauweise ermöglichen. Die Bezeichnungen sind dem Fachmann geläufig.

[0052] X-Mischer sind z.B. beschrieben in der US 4,062,524 oder der US 2012/0106290 A1. Helix-Mischer sind in der US 3,664,638 beschrieben, während Quadro-Mischer in der EP 0 815 929 B1 und T-Mischer in der EP 2 181 827 B1 gezeigt sind.

[0053] Im Speziellen sind die strömungsbeeinflussenden Elemente im statischen Mischer der Hauptmischeinheit X-förmig gekreuzte Stege, gekrümmte flächige Elemente, wendelförmige Elemente und/oder oder schraubenförmige Elemente. Besonders bevorzugt sind X-förmig gekreuzte Stege, da diese im vorliegenden Zusammenhang eine besonders kompakte Bauweise ermöglichen.

[0054] Der Hohlkörper des statischen Mixers der Hauptmischeinheit ist bevorzugt ein rohrförmiges Element.

[0055] Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Hauptmischeinheit mehrere parallel angeordnete statische Mischer, wobei die mehreren statischen Mischer insbesondere baugleich sind. Aufgrund der Vorverteilung bzw. Vormischung der Fluide in der Vormischkammer reicht eine lokale Mischung durch parallel geschaltete statische Mischer. Durch die Parallelschaltung kann der Querschnitt der einzelnen statischen Mischer reduziert werden, ohne dass dadurch der Druckverlust grösser wird. Bei kleineren Mischerdurchmessern kann die Länge der Mischer bei gleichbleibender Mischgüte reduziert werden.

[0056] Weiter ist es bevorzugt, wenn die statische Mischereinheit eine Kopplungsvorrichtung aufweist, insbesondere eine Schraubverbindung, eine Klemmverbindung, ein Bajonettverschluss und/oder eine Rastverbindung, zum Verbinden des statischen Mixers mit einem oder mehreren Behältnissen, in welchen im Besonderen die wenigstens zwei Fluide vorliegen, und/oder Fluidleitungen, aus welchen im Besonderen die wenigstens zwei Fluide zugeführt werden.

[0057] Dadurch lässt sich die statische Mischereinheit in einfacher aber zuverlässiger Art und Weise mit Behältnissen und/oder Fluidleitungen verbinden.

[0058] Die erfindungsgemässen statischen Mischereinheiten lassen sich im Besonderen durch 3D-Druck

fertigen.

[0059] Im Speziellen bestehen die erfindungsgemäßen statischen Mischereinheiten aus Kunststoff. Für besondere Zecke können diese aber auch aus Metall und/oder anderen Materialien gefertigt werden.

[0060] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen Teilesatz umfassend (i) wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, Behältnisse mit je einem Auslass an den Behältnissen, wobei die Behältnisse je eines von wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, unterschiedlichen Fluiden enthalten, sowie (ii) eine statische Mischereinheit wie vorstehend beschrieben, wobei die Auslässe der Behältnisse mit der statischen Mischereinheit fluidleitend verbindbar sind oder verbunden sind. Dies insbesondere so, dass bei einem Ausbringen der Fluide aus den Behältnissen das erste Fluid durch die mehreren ersten Einlässe und das zweite Fluid durch die mehreren zweite Einlässe in die Vormischkammer der Vormischeinheit und anschließend durch die Hauptmischeinheit geleitet und vermischt werden können.

[0061] Die beiden Behältnisse können auch Bestandteil einer gemeinsamen Verpackung, z.B. in einer Kartusche, und/oder als integraler Bestandteil derselben ausgestaltet sein.

[0062] Die statische Mischereinheit verfügt dabei bevorzugt über eine Kopplungsvorrichtung, insbesondere eine Schraubverbindung, eine Klemmverbindung, ein Bajonettverschluss und/oder eine Rastverbindung. Weiter bevorzugt ist die statische Mischereinheit über diese mit den Behältnissen und/oder einer Verpackung enthalten die Behältnisse verbunden.

[0063] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Mischen von wenigsten zwei Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten, Gasen und/oder pastöse Massen, mit einer statische Mischereinheit umfassend eine Vormischeinheit mit nachgelagerter Hauptmischeinheit, insbesondere mit einer statische Mischereinheit wie sie vorstehend beschrieben ist, wobei:

- Ein erstes Fluid über mehrere erste Einlässe und ein zweites Fluid über mehrere zweite Einlässe in einen Hohlraum einer Vormischkammer der Vormischeinheit eingeleitet wird und die Fluide über einen zentralen Auslass aus dem Hohlraum der Vormischkammer ausgeleitet werden;
- wobei die mehreren ersten Einlässe und die mehreren zweiten Einlässe in einem peripheren Bereich der Vormischkammer um den Auslass herum angeordnet sind, wobei alternierend ein oder mehrere erste Einlässe und ein oder mehrere zweite Einlässe in den Hohlraum münden,
- wobei die Fluide zumindest in einen an den Auslass angrenzenden Bereich der Vormischkammer aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vormischebene liegenden Richtungen zum Auslass geführt werden;

- die durch den Auslass aus dem Hohlraum der Vormischkammer ausgeleiteten Fluide einem Einlasse der Hauptmischeinheit zugeführt werden;

- 5 - wobei die Hauptmischeinheit wenigstens einen statischen Mischer mit mehreren in einem Hohlkörper angeordneten und strömungsbeeinflussenden Elementen aufweist, wobei der statische Mischer derart ausgelegt ist, dass eine Hauptflussrichtung der Fluide im statischen Mischer vom Einlass der Hauptmischeinheit zu einem Auslass der Hauptmischeinheit im Wesentlichen senkrecht zur Vormischebene der Vormischeinheit verläuft.

- 10 **[0064]** Bei der im Verfahren eingesetzten statischen Mischereinheit handelt es sich vorzugsweise um eine statische Mischereinheit wie sie vorstehend beschrieben ist. In einer besonderen Ausführungsform wird diese mit einem oder mehreren der vorstehend als optional beschriebenen Merkmalen ausgestattet.

[0065] Die Fluide sind insbesondere Flüssigkeiten, Gase und/oder pastöse Massen.

[0066] Das erste Fluid und das zweite Fluid können in vermishtem Zustand eine Lösung bilden, wobei das ein Fluid im anderen gelöst ist oder das erste Fluid und das zweite Fluid bilden in vermishtem Zustand eine Dispersion, im Besonderen einen Schaum oder eine Emulsion.

[0067] Bei einer Dispersion lösen sich die beiden Fluide kaum oder nicht ineinander und eines der beiden Fluide ist als disperse Phase, z.B. als flüssige oder gasförmige Phase, fein verteilt im anderen Fluid, z.B. einer Flüssigkeit, welches eine kontinuierliche Phase bzw. das Dispersionsmedium bildet.

[0068] Das erste Fluid ist beispielsweise eine erste Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs und das zweite Fluid eine zweite Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs.

[0069] Gemäss einer anderen Ausführungsform ist das erste Fluid ein Gas und das zweite Fluid eine Flüssigkeit, wobei bevorzugt bei der Vermischung in der statischen Mischereinheit ein Schaum gebildet wird. Bei einem Schaum liegen im Besonderen Gasblasen in einer Flüssigkeit fein verteilt vor.

[0070] Bei einer weiteren Ausführungsform ist das erste Fluid eine Flüssigkeit und das zweite Fluid eine nicht in der ersten Flüssigkeit lösliche Flüssigkeit, wobei bevorzugt bei der Vermischung in der statischen Mischereinheit eine Emulsion gebildet wird. Bei einer Emulsion liegen im Besonderen Flüssigkeitströpfchen, welche z.B. das erste Fluid bilden, in einer anderen Flüssigkeit, welche z.B. das zweite Fluid bildet, fein verteilt vor. Die Fluide werden im Speziellen als kreissektorförmige Fluidströme durch den Hohlraum geführt und/oder fließen durch in dieser Form durch diesen durch.

[0071] Ein zusätzlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf die Verwendung einer statischen Mischereinheit wie sie vorstehend beschrieben ist zum Vermischen von zwei Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten.

ten, Gasen und/oder pastöse Massen.

[0072] Im Besonderen wird die statische Mischereinheit verwendet zur Herstellung einer Lösung oder einer Dispersion, insbesondere eines Schaums oder einer Emulsion.

[0073] Im Besonderen ist das erste Fluid eine erste Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs und das zweite Fluid ist eine zweite Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs.

[0074] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist eines der wenigstens zwei Fluide ein Gas und ein zweites der wenigstens zwei Fluide eine Flüssigkeit ist, und beim Vermischen wird ein Schaum gebildet.

[0075] Bei einer weiteren Ausführungsform sind die wenigstens zwei Fluide kaum oder nicht ineinander löslich sind und eine Emulsion wird gebildet.

[0076] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0077] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines typischen Helix-Mischers wie er als Hauptmischereinheit einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit einsetzbar ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines typischen X-Mischers, wie er als Hauptmischereinheit einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit einsetzbar ist;

Fig. 3 eine Detailansicht einer Einheit der strömungsbeeinflussenden Elemente des Mixers aus Fig. 2;

Fig. 4 eine Variante einer Mischeinheit eines X-Mischers wobei mehrere X-Typ Mischeinheiten wie sie in Fig. 3 dargestellt sind nebeneinander angeordnet sind;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit mit einem Helix-Mischer als Hauptmischeinheit;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemässen statischen Mischereinheit mit einem X-Mischer als Hauptmischeinheit;

Fig. 7-9 teilweise aufgeschnittene Darstellungen einer Umsetzungsmöglichkeit der Misch-

ereinheit aus Fig. 6 aus verschiedenen Perspektiven;

Fig. 10 - 11 teilweise aufgeschnittene Darstellungen einer weiteren Umsetzungsmöglichkeit der Mischereinheit aus Fig. 6 aus verschiedenen Perspektiven

Fig. 12 eine schematische Darstellung eines Teilesatz bzw. einer Anordnung umfassend (i) eine Kartusche mit zwei Behältnissen in welchen sich je ein Fluid befindet und (ii) eine über eine Kopplungsvorrichtung angekoppelte statische Mischereinheit;

Fig. 13 eine Variante der statischen Mischereinheit aus Fig. 5 bei welcher anstelle eines einzelnen statischen Mixers sechs baugleiche statische Mischer als Hauptmischeinheit parallel angeordnet sind.

[0078] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0079]

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines typischen Helix-Mischers 10 wie er als Hauptmischereinheit einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit einsetzbar ist. Der Mischer 10 verfügt am unteren Ende über einen Einlass 11 für zwei zu mischende Fluide F1, F2 sowie wendelförmige strömungsbeeinflussenden Elemente 12 (= Mischeinheit) in einem rohrförmigen Hohlkörper 14. Die Fluide F1, F2 werden entlang der Längsachse des rohrförmigen Hohlkörpers 14 durch diesen nach oben zum Auslass 13 gefördert, wie sie als gemischter Strom M austreten.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines typischen X-Mischers 20, wie er als Hauptmischereinheit einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit einsetzbar ist. Der Mischer 20 verfügt am unteren Ende über einen Einlass 21 für zwei zu mischende Fluide F1, F2 sowie X-förmig gekreuzte Stege als strömungsbeeinflussenden Elemente 22 bzw. X-Typ Mischeinheit in einem rohrförmigen Hohlkörper 24. Die Fluide F1, F2 werden entlang der Längsachse des rohrförmigen Hohlkörpers 24 durch diesen nach oben zum Auslass 33 gefördert, wie sie als gemischter Strom M austreten.

Fig. 3 zeigt eine Detailansicht einer Einheit der strömungsbeeinflussenden Elemente 22 des Mixers 20 aus Fig. 2. Hier sind drei erste Stege 22a und drei zweite Stege 22b kreuzweise angeordnet, z.B. unter

einem Winkel von 90°. Es sind aber auch andere Winkel möglich. Die Länge der Einheit in der Hauptflussrichtung L bzw. entlang der Längsachse des Mischers 20 entspricht in etwa den Dimensionen quer zur Strömungsrichtung. Der Fluidstrom wird quer zur Strömungsrichtung vermischt (symbolisiert durch den horizontalen Doppelpfeil). Die Mischlänge entspricht in etwa der Querausdehnung der Mischeinheit. Im Normalfall wird die X-Typ Mischeinheit in den rohrförmigen Hohlkörper 24, so dass die Mischwirkung über den gesamten Querschnitt besteht (siehe Fig. 2). Dadurch hat eine Mischeinheit in etwa eine Länge von einem Durchmesser des rohrförmigen Hohlkörper 24. Für eine gute Vermischung ohne Vormischung werden üblicherweise rund 10 Mischeinheiten benötigt. Dabei werden aufeinanderfolgende Mischeinheiten typischerweise um gegeneinander jeweils um 90° um die Rohrachse L gedreht, damit die Mischrichtung quer zur Strömungsrichtung von Mischeinheit zu Mischeinheit wechselt.

Fig. 4 zeigt eine Variante einer Mischeinheit 22' eines X-Mischers. In diesem Fall sind mehrere X-Typ Mischeinheiten wie sie in Fig. 3 dargestellt sind nebeneinander angeordnet. Dadurch erhält man einen Mischer, dessen Mischwirkung quer zur Strömungsrichtung zwar beschränkt ist, der aber in Strömungsrichtung sehr viel kürzer ist als seine Ausdehnungen quer zur Strömungsrichtung. Wenn die zu vermischenden Fluide schon gleichmässig über den Einlass des Mischers bzw. den Querschnitt vorverteilt wurden, reicht eine derartige Anordnung, um eine gleichmässige Vermischung zu erzeugen.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen statischen Mischereinheit 100. Diese verfügt über eine Vormischkammer 50 mit einem zylindrischen Hohlraum sowie ersten Einlässen 51a zum Zuführen eines ersten Fluids F1 und zweiten Einlässen 51b zum Zuführen eines zweiten Fluids F2 in den Hohlraum der Vormischkammer 50. In einem zentralen Bereich der Vormischkammer 50 ist ein zentraler Auslass 52 angeordnet, welcher in den Einlass 11 des nachgelagerten Helix-Mischers 10 (= Hauptmischeinheit) mündet. Dadurch können die in der Vormischkammer 50 vorgemischten Fluide F1, F2 über den Einlass 11 verteilt in diesen eingeleitet werden.

[0080] Die ersten Einlässe 51a und die zweiten Einlässe 51b sind dabei in einem peripheren Bereich P der Vormischkammer 50 alternierend angeordnet, so dass das erste Fluid F1 und das zweite Fluid F2 auf einer gemeinsamen Kreislinie K in den Hohlraum der Vormischkammer 50 gelangen.

[0081] Dadurch können die Fluide F1, F2 im zylinderförmigen Hohlraum der Vormischkammer 50 aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vor-

mischebene E liegenden Richtungen zum Auslass 52 geführt werden.

[0082] Der Helix-Mischers 10 ist dabei im Bereich des zentralen Auslasses derart angeordnet, dass eine Hauptflussrichtung L der Fluide F1, F2 im statischen Mischer Helix-Mischers 10 vom Einlass 11 zu Auslass 13 senkrecht zur Vormischebene E der Vormischkammer 50 bzw. der Vormischeinheit verläuft.

[0083] Dadurch, dass die beiden Fluide F1, F2 im peripheren Bereich P der Vormischkammer 50 abwechselungsweise bzw. alternierend zugegeben werden, entstehen typischerweise strahlenförmige Teilströme, die sternförmig zum Auslass 52 bzw. dem Einlass 11 des Helix-Mischers 10 bzw. der Hauptmischeinheit fließen. Durch die Vormischung bzw. Vorverteilung in der Vormischkammer 50 kann die Zahl der benötigten Mischerelemente des Helix-Mischers 10 bei gleichbleibender Mischgüte um rund 30 - 50% reduziert werden.

[0084] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemässen statischen Mischereinheit 200. Dies ist im Bereich der Vormischeinheit 50 im Wesentlichen baugleich wie die Vormischeinheit der statischen Mischereinheit 100 aus Fig. 5. Anstelle des Helix-Mischers 10 verfügt die statische Mischereinheit 200 aber über einen X-Typ-Mischer 20' mit einer Mischeinheit 22', welche aus mehreren übereinander angeordneten Mischeinheiten 22' aus Fig. 4 besteht. Der X-Typ-Mischer 20' ist bezüglich dem Durchmesser zwar etwas grösser als der Helix-Mischers 10 aber dafür deutlich kürzer. Entsprechend ist in diesem Fall der Auslass 52' der Vormischkammer etwas grösser als derjenige der Mischereinheit 100 aus Fig. 5.

[0085] Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft da der X-Mischer so ausgelegt werden kann, dass er lokal sehr gut mischt aber nicht zwingend über den gesamten Querschnitt. In Kombination mit der der Vormischeinheit kann der X-Mischer sehr kurz und kompakt ausgestaltet sein und dennoch gut mischen. Der grössere Durchmesser verhindert dabei zusätzlich, dass der Druckverlust zu gross wird.

[0086] Auf diese Art können statische Mischereinheiten mit einem Verhältnis der Hauptmischeinheit von Länge/Durchmesser kleiner als 1 realisiert werden, während bei konventionellen Mixern das Verhältnis von Länge/Durchmesser ≥ 10 notwendig ist.

[0087] Fig. 7 - 9 zeigen teilweise aufgeschnittene Darstellungen einer Umsetzungsmöglichkeit der Mischereinheit 200 aus Fig. 6 aus verschiedenen Perspektiven. Die Mischereinheit 300 aus den Fig. 7 - 9 verfügt über eine hohlzylindrische Vormischkammer 50, welche an der Oberseite die ersten Einlässe 51a zur Zuführung des ersten Fluids F1 und an der Unterseite die zweiten Einlässe 51b zur Zuführung des zweiten Fluids F2 aufweist. Die Öffnungen der Einlässe 51a, 51b sind dabei rechteckförmig und münden alternierend in den Hohlraum der Vormischkammer 50, so dass die Fluide F1, F2 alternierend aus entgegengesetzten Richtungen bzw. antiparallel in den Hohlraum eingeleitet werden können.

[0088] Alle ersten Einlässe 51a sind dabei mit einer ersten Zufuhrkammer 52a fluidleitend verbunden, so dass das erste Fluid F1 von oben bzw. von der dem X-Typ-Mischer 20' zugewandten Seite der Vormischkammer 50 in deren Hohlraum eingeleitet werden kann.

[0089] In ähnlicher Weise sind alle zweiten Einlässe 51b mit einer ersten Zufuhrkammer 52b fluidleitend verbunden, so dass das zweite Fluid F2 von unten bzw. von der dem X-Typ-Mischer 20' abgewandten Seite der Vormischkammer 50 in deren Hohlraum eingeleitet werden kann. Dabei weist die zweite Zufuhrkammer 52b mehrere erste Auslässe 52b.1 auf, welche in die mehreren ersten Einlässe 52b der Vormischkammer 50 hineinragen.

[0090] Auf einer dem X-Typ-Mischer 20' abgewandten Seite verfügen die beiden Zufuhrkammern 52a, 52b je über eine Einlassöffnung 53a, 53b über welche das erste Fluid F1 in die erste Zufuhrkammer 52a und das zweite Fluid F2 in die zweite Zufuhrkammer 52b gefördert werden können.

[0091] Die zweite Zufuhrkammer 52b ist als eine im Wesentlichen hohlzylindrische Kammer ausgestaltet und auf der dem X-Typ-Mischer 20' abgewandten Seite der Vormischkammer 50 angeordnet. Die erste Zufuhrkammer 53a ist eine Kammer mit einem im Wesentlichen ringförmigen Hohlraum und umgibt die Vormischkammer 50 und die zweite Zufuhrkammer 53b seitlich, so dass das erste Fluid F1 von der dem X-Typ-Mischer 20' abgewandten Seite der Vormischkammer 50 um die Vormischkammer 50 herumgeleitet und von der dem X-Typ-Mischer 20' zugewandten Seite der Vormischkammer 50 durch die mehreren ersten Einlässe 52a in den Hohlraum der Vormischkammer 50 gefördert werden kann.

[0092] Fig. 10 - 11 zeigen teilweise aufgeschnittene Darstellungen einer weiteren konkreteren Umsetzungsmöglichkeit der Mischereinheit 200 aus Fig. 6 aus verschiedenen Perspektiven. Die Mischereinheit 400 aus den Fig. 10 - 11 verfügt über denselben X-Mischer 20' wie die Mischereinheit 300 unterscheidet sich aber in Bezug auf die Vormischeinheit.

[0093] Konkret weist die Mischereinheit 400 ein Vormischkammer 50' mit einem tellerförmigen Hohlraum mit einem zentralen zylinderförmigen Bereich im Bereich des Auslasses 52' bzw. des Einlasses 21' des X-Mischers 20' und daran anschliessend einen nach unten ragenden peripheren ringförmigen Bereich, wobei die Zentralachse des zylinderförmigen Bereiches und des ringförmigen Bereiches dieselben sind. Ein Übergang vom zentralen zylinderförmigen Bereich zum peripheren ringförmigen Bereich ist dabei abgerundet. Der periphere ringförmigen Bereich kann auch als hohlkugelschichtförmiger Bereich, welcher in den Fig. 10 - 11 nach unten ragt, betrachtet werden.

[0094] Die mehreren ersten Einlässe 51a' sind dabei so angeordnet, dass das erste Fluid F1 über die den Einlass 53a' und die hohlzylindrische Zufuhrkammer 52a' aus parallel zur Vormischebene liegenden radialen Richtungen in den peripheren hohlkugelschichtförmigen Bereich des Hohlraums der Vormischkammer 50'

eingeleitet wird. Die zweiten Einlässe 51b' sind dagegen so angeordnet, dass das zweite Fluid F2 über den Einlass 53b' und die ringförmige Zufuhrkammer 52b' aus einer Richtung parallel zur Hauptflussrichtung der Fluide im X-Mischers 20' bzw. von unten in den peripheren hohlkugelschichtförmigen Bereich des Hohlraums der Vormischkammer 50' eingeleitet werden kann. Dadurch braucht keines der beiden Fluide an der Vormischkammer vorbeigeleitet zu werden.

[0095] Die dargestellten Mischereinheiten lassen sich im Besonderen aus Kunststoff durch 3D-Druck fertigen.

[0096] Fig. 12 zeigt einen Teilesatz (TS) bzw. Anordnung umfassend eine Kartusche 500 (= Verpackung) mit zwei Behältnissen 501a, 502b in welchen sich je eines der Fluide F1 und F2 befindet. Die Kartusche 500 ist über eine Kopplungsvorrichtung 401, z.B. eine Schraubverbindung an der statischen Mischereinheit 400 aus den Fig. 10 - 11 mit dieser verbunden. Die Auslässe der Kartusche 500 sind dabei mit der statischen Mischereinheit 400 fluidleitend verbunden, so dass bei einem Ausbringen der Fluide aus den Behältnissen 501a, 501b das erste Fluid durch die mehreren ersten Einlässe und das zweite Fluid durch die mehreren zweiten Einlässe durch die mehreren zweiten Einlässe in die Vormischkammer (50') der Vormischeinheit (VE) und anschliessend durch die Hauptmischeinheit (HE) geleitet und vermischt werden können.

[0097] Fig. 13 zeigt eine Variante von Fig. 5 bei welcher anstelle eines einzelnen statischen Mischers sechs baugleiche statische Mischer 10 in der Hauptmischeinheit HE parallel angeordnet sind. Die Vormischeinheit VE ist dabei im Wesentlichen baugleich, wie in Fig. 5, weist aber einen etwas grösseren Auslass in zentralen Bereich auf.

[0098] Wegen der regelmässigen Vorverteilung über den Einlass der Hauptmischeinheit HE reicht eine lokale Mischung zur Erreichung einer hohen Mischgüte. Daher ist es möglich, dass mehrere statische Mischer 10 parallel betrieben werden. Dadurch kann der Querschnitt der einzelnen statischen Mischer 10 reduziert werden, während der gesamte Querschnitt aller statischen Mischer gleichbleibt. Bei gleichem Gesamtquerschnitt ist auch die mittlere Fluidgeschwindigkeit in den statischen Mischern 10 gleich und auch der Druckverlust. Bei kleineren Mischerdurchmessern kann die Länge der Mischer bei gleichbleibender Mischgüte reduziert werden (konstantes Verhältnis von Länge/Durchmesser)

[0099] Die vorstehend gezeigten Ausführungsformen sind lediglich als illustrative Beispiele zu verstehen, welche im Rahmen der Erfindung beliebig abgewandelt werden können.

Patentansprüche

1. Statische Mischereinheit (100, 200, 300, 400) zum Vermischen von wenigstens zwei Fluiden (F1, F2), insbesondere Flüssigkeiten, Gase und/oder pastöse

Massen, umfassend eine Vormischeinheit (VE) mit nachgelagerter Hauptmischeinheit (HE), wobei:

- a) Die Vormischeinheit (VE) eine Vormischkammer (50, 50') umfasst, welche über mehrere erste Einlässe (51a, 51a') zum Zuführen eines ersten Fluids (F1) und mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') zum Zuführen eines zweiten Fluids (F2) in einen Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50'), sowie einen zentralen Auslass (52, 52') zum Ausleiten der Fluide (F1, F2) aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') verfügt;
 - b) wobei die mehreren erste Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') in einem peripheren Bereich (P) der Vormischkammer (50) um den Auslass (52, 52') herum angeordnet sind, wobei alternierend ein oder mehrere erste Einlässe (51a, 51a') und ein oder mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') in den Hohlraum (50.1, 50.1') münden,
 - c) wobei die Vormischkammer (50, 50') derart ausgestaltet ist, dass die Fluide (F1, F2) zumindest in einen an den Auslass (52, 52') angrenzenden Bereich der Vormischkammer (50, 50') aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vormischebene (E) liegenden Richtungen zum Auslass (52, 52') der Vormischkammer (50, 50') geführt werden können;
 - d) der Auslass (52, 52') der Vormischkammer (50, 50') in einen Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) mündet, so dass durch den Auslass (52, 52') aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') ausgeleitete Fluide der Hauptmischeinheit (HE) zugeführt werden können;
 - e) die Hauptmischeinheit (HE) wenigstens einen statischen Mischer (10, 20, 20') mit mehreren in einem Hohlkörper (14, 24) angeordneten strömungsbeeinflussenden Elementen (12, 22a, 22b) aufweist, wobei der statische Mischer (10, 20, 20') derart ausgelegt ist, dass eine Hauptflussrichtung (L) der Fluide (F1, F2) im statischen Mischer (10, 20, 20') vom Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) zu einem Auslass (13, 23) der Hauptmischeinheit (HE) im Wesentlichen senkrecht zur Vormischebene (E) der Vormischeinheit (VE) verläuft.
2. Statische Mischereinheit nach Anspruch 1, wobei die mehreren erste Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') derart angeordnet sind, dass alternierend ein erster Einlass und ein zweiter Einlass in den Hohlraum (50.1, 50.1') mündet, wobei die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') in regelmässigen Abständen zueinander angeordnet sind und wobei die mehreren ersten Ein-

lässe (51a, 51a') auf einer ersten Kreislinie (K) und/oder die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') auf einer zweiten Kreislinie (K) angeordnet sind.

3. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') derart ausgestaltet sind, dass das erste Fluid (F1) und das zweite Fluid (F2) aus unterschiedlichen Richtungen in den Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') eingeleitet werden.
4. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei, in Bezug auf die Hauptflussrichtung (L) der Fluide (F1, F2) im statischen Mischer (10, 20, 20') der Hauptmischeinheit (HE), die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') derart ausgestaltet sind, dass das erste Fluid (F1) und das zweite Fluid (F2) aus entgegengesetzten Richtungen in den Hohlraum (50.1, 50.1') eingeleitet werden können, wobei bevorzugt das erste Fluid (F1) in einer Richtung parallel zur Hauptflussrichtung (L) der Fluide im statischen Mischer (10, 20, 20') in den Hohlraum (50.1, 50.1') eingeleitet werden kann und das zweite Fluid (F2) aus einer Richtung antiparallel zur Hauptflussrichtung (L) der Fluide im statischen Mischer (10, 20, 20') in den Hohlraum (50.1, 50.1') eingeleitet werden kann.
5. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei, die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') derart ausgestaltet sind, dass das erste Fluid (F1) und das zweite Fluid (F2) aus senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen in den Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') eingeleitet werden können.
6. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') achsensymmetrisch ist bezüglich einer zentralen Achse, welche senkrecht zu einer Öffnungsebene des Auslasses (52, 52') der Vormischkammer (50, 50') steht, und/oder wobei der Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') achsensymmetrisch ist bezüglich einer Hauptflussrichtung (L) der Fluide im statischen Mischer (10, 20, 20') der Hauptmischeinheit (HE).
7. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') zylinderförmig oder tellerförmig ist.
8. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') mit einer ersten Zufuhrkammer

- (52a, 52a') fluidleitend verbunden sind, wobei die erste Zufuhrkammer (52a, 52a') derart ausgestaltet ist, dass das in der ersten Zufuhrkammer (52a, 52a') vorliegende erste Fluid (F1) bei einer Beaufschlagung mit Druck gleichmässig durch alle der mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') gefördert wird und/oder wobei die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') mit einer zweiten Zufuhrkammer (52b, 52b') fluidleitend verbunden sind, wobei die zweite Zufuhrkammer (52b, 52b') derart ausgestaltet ist, dass das in der zweiten Zufuhrkammer (52b, 52b') vorliegende zweite Fluid (F2) bei einer Beaufschlagung mit Druck gleichmässig durch alle der mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') gefördert wird.
9. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der statische Mischer (20, 20') der Hauptmischeinheit als X-Mischer mit X-förmig gekreuzten Stege als strömungsbeeinflussenden Elemente (22a, 22b) ausgestaltet ist.
10. Statische Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hauptmischeinheit (HE) mehrere parallel angeordnete statische Mischer umfasst, wobei die mehreren statischen Mischer insbesondere baugleich sind.
11. Teilesatz (TS) umfassend (i) wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, Behälter (501a, 501b) mit je einem Auslass an den Behältern, wobei die Behälter (501a, 501b) je eines von wenigstens zwei, insbesondere genau zwei, unterschiedlichen Fluiden (F1, F2) enthalten, sowie (ii) eine statische Mischereinheit (100, 200, 300, 400) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Auslässe der Behälter (501a, 501b) mit der statischen Mischereinheit (100, 200, 300, 400) fluidleitend verbindbar sind oder verbunden sind, insbesondere so, dass bei einem Ausbringen der Fluide (F1, F2) aus den Behältern (501a, 501b) das erste Fluid (F1) durch die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und das zweite Fluid (F2) durch die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') in die Vormischkammer (50, 50') der Vormischeinheit (VE) und anschliessend durch die Hauptmischeinheit (HE) geleitet und vermischt werden können.
12. Verfahren zum Mischen von wenigstens zwei Fluiden (F1, F2), insbesondere Flüssigkeiten, Gasen und/oder pastöse Massen, mit einer statischen Mischereinheit (100, 200, 300, 400) umfassend eine Vormischeinheit (VE) mit nachgelagerter Hauptmischeinheit (HE), insbesondere mit einer statischen Mischereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 - 10, wobei:
- Ein erstes Fluid (F1) über mehrere erste Einlässe (51a, 51a') und ein zweites Fluid (F2) über mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') in einen Hohlraum (50.1, 50.1') einer Vormischkammer (50, 50') der Vormischeinheit (VE) eingeleitet wird und die Fluide (F1, F2) über einen zentralen Auslass (52, 52') aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') ausgeleitet werden;
 - wobei die mehreren ersten Einlässe (51a, 51a') und die mehreren zweiten Einlässe (51b, 51b') in einem peripheren Bereich (P) der Vormischkammer (50, 50') um den Auslass (52, 52') herum angeordnet sind, wobei alternierend ein oder mehrere erste Einlässe (51a, 51a') und ein oder mehrere zweite Einlässe (51b, 51b') in den Hohlraum (50.1, 50.1') münden,
 - wobei die Fluide (F1, F2) zumindest in einen an den Auslass (52, 52') angrenzenden Bereich der Vormischkammer (50, 50') aus mehreren unterschiedlichen und in einer gemeinsamen Vormischebene (E) liegenden Richtungen zum Auslass (52, 52') geführt werden;
 - die durch den Auslass (52, 52') aus dem Hohlraum (50.1, 50.1') der Vormischkammer (50, 50') ausgeleiteten Fluide (F1, F2) einem Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) zugeführt werden;
 - wobei die Hauptmischeinheit (HE) wenigstens einen statischen Mischer (10, 20, 20') mit mehreren in einem Hohlkörper (14, 24) angeordneten und strömungsbeeinflussenden Elementen (12, 22a, 22b) aufweist, wobei der statische Mischer (10, 20, 20') derart ausgelegt ist, dass eine Hauptflussrichtung (L) der Fluide (F1, F2) im statischen Mischer (10, 20, 20') vom Einlass (11, 21, 21') der Hauptmischeinheit (HE) zu einem Auslass (13, 23) der Hauptmischeinheit (HE) im Wesentlichen senkrecht zur Vormischebene (E) der Vormischeinheit (VE) verläuft.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei:
- (i) das erste Fluid (F1) eine erste Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs ist und das zweite Fluid (F2) eine zweite Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs ist; und/oder
 - (ii) eines der wenigstens zwei Fluide ein Gas und ein zweites der wenigstens zwei Fluide eine Flüssigkeit ist, und beim Vermischen ein Schaum gebildet wird; und/oder
 - (iii) die wenigstens zwei Fluide kaum oder nicht ineinander löslich sind und eine Emulsion gebildet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-13, wobei die Fluide (F1, F2) als kreissektorförmige Fluidströme durch den Hohlraum (50.1, 50.1') geführt werden und/oder durch diesen fließen.

15. Verwendung einer statische Mischereinheit (100, 200, 300, 400) nach einem der Ansprüche 1 - 10 zum Vermischen von wenigstens zwei Fluiden (F1, F2), wobei im Besonderen:

5

(i) ein erstes Fluid (F1) eine erste Komponente eines zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs ist und ein zweites Fluid (F2) eine zweite Komponente des zweikomponentigen Kleb- und/oder Dichtstoffs ist; und/oder

10

(ii) eines der wenigstens zwei Fluide ein Gas und ein zweites der wenigstens zwei Fluide eine Flüssigkeit ist, und beim Vermischen ein Schaum gebildet wird; und/oder

(iii) die wenigstens zwei Fluide kaum oder nicht ineinander löslich sind und eine Emulsion gebildet wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

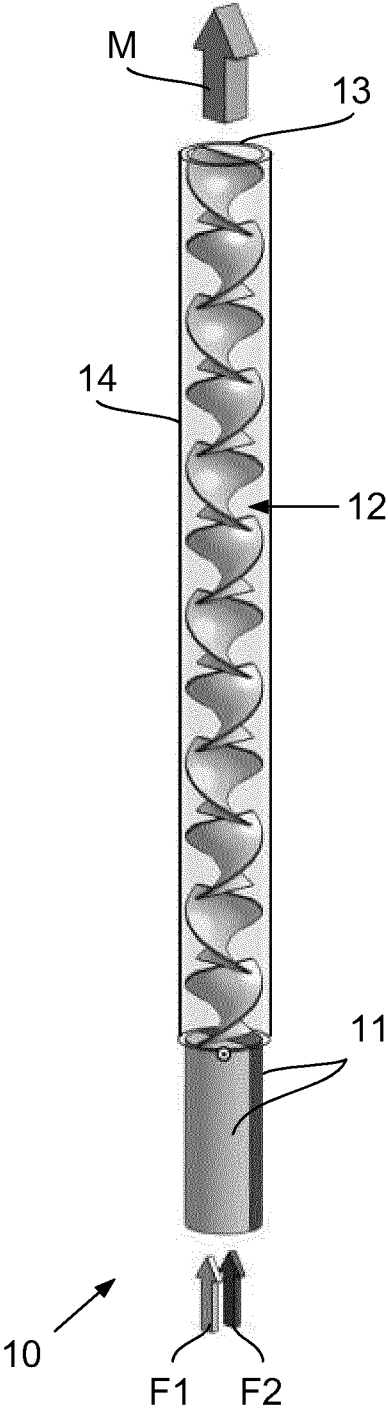


Fig. 1

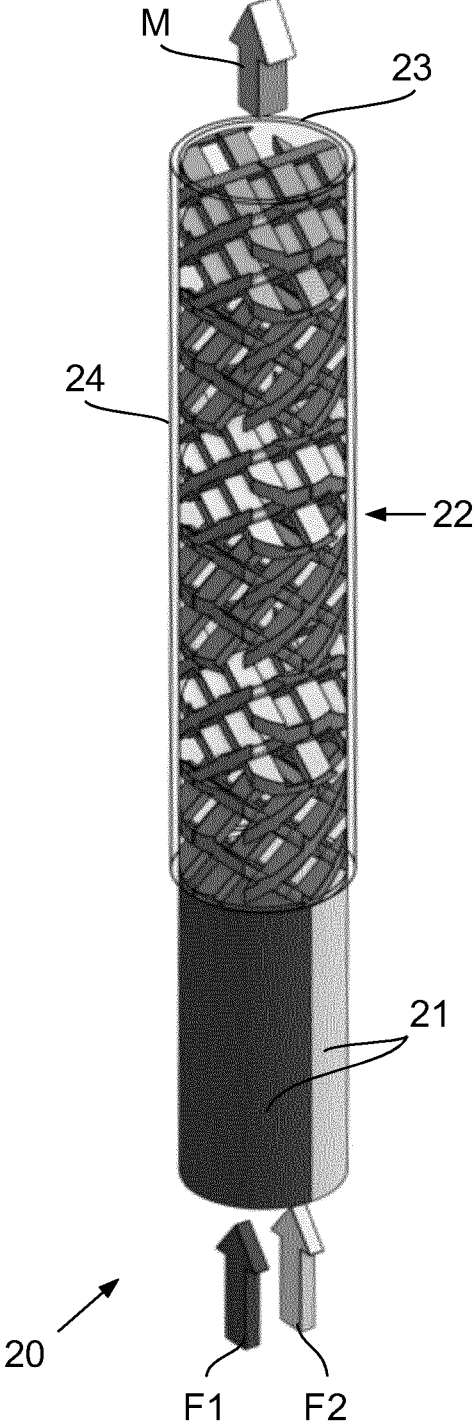


Fig. 2

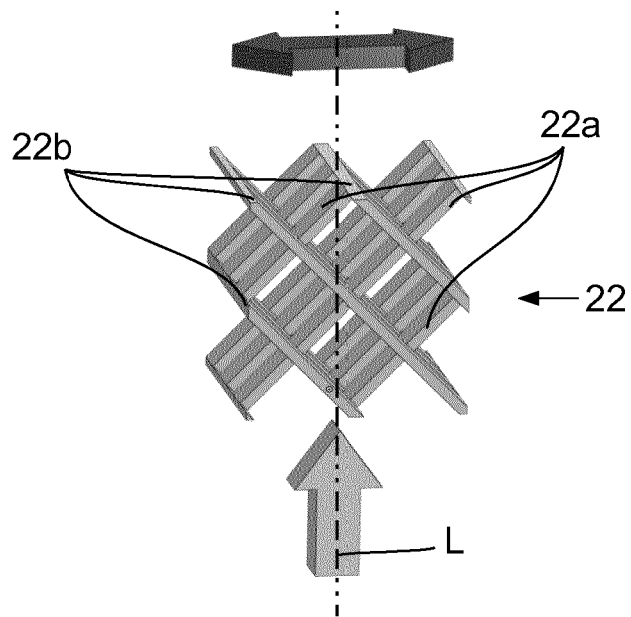


Fig. 3

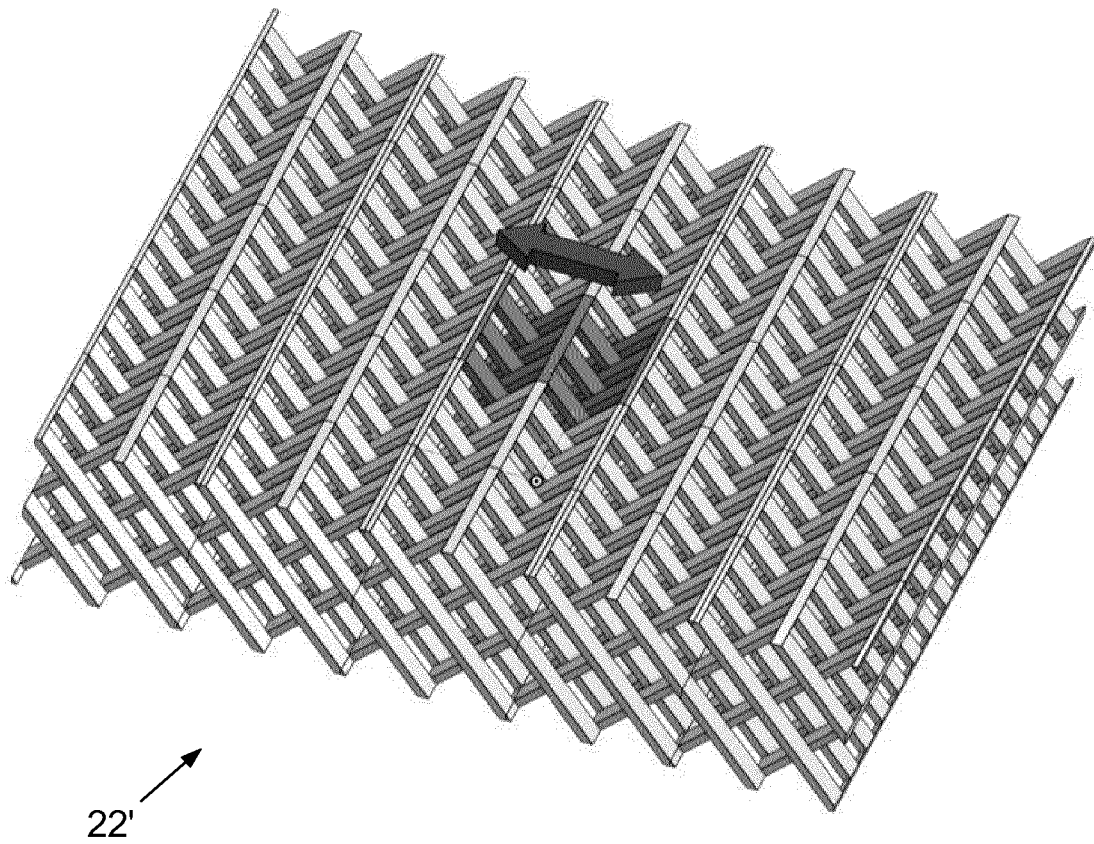


Fig. 4

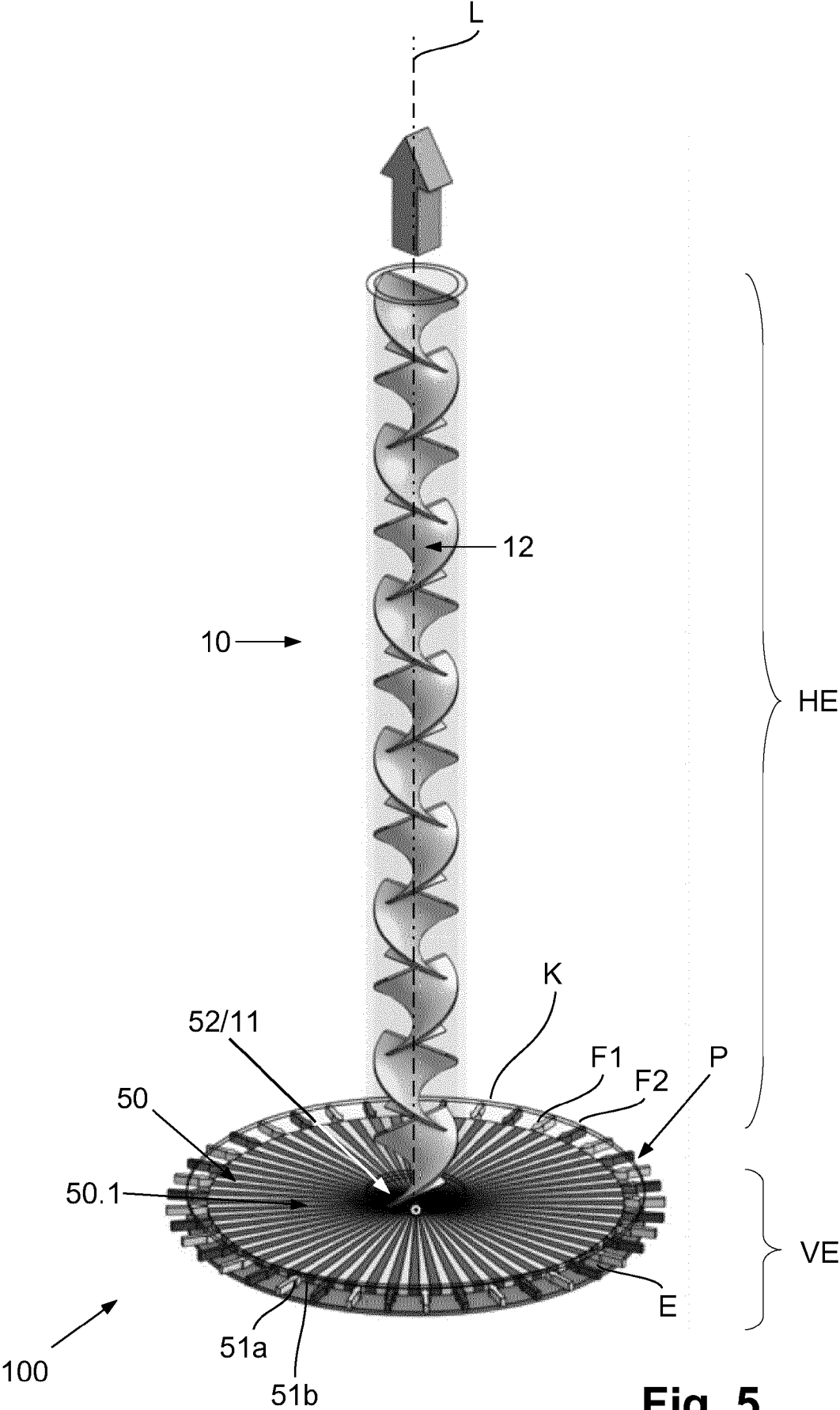


Fig. 5

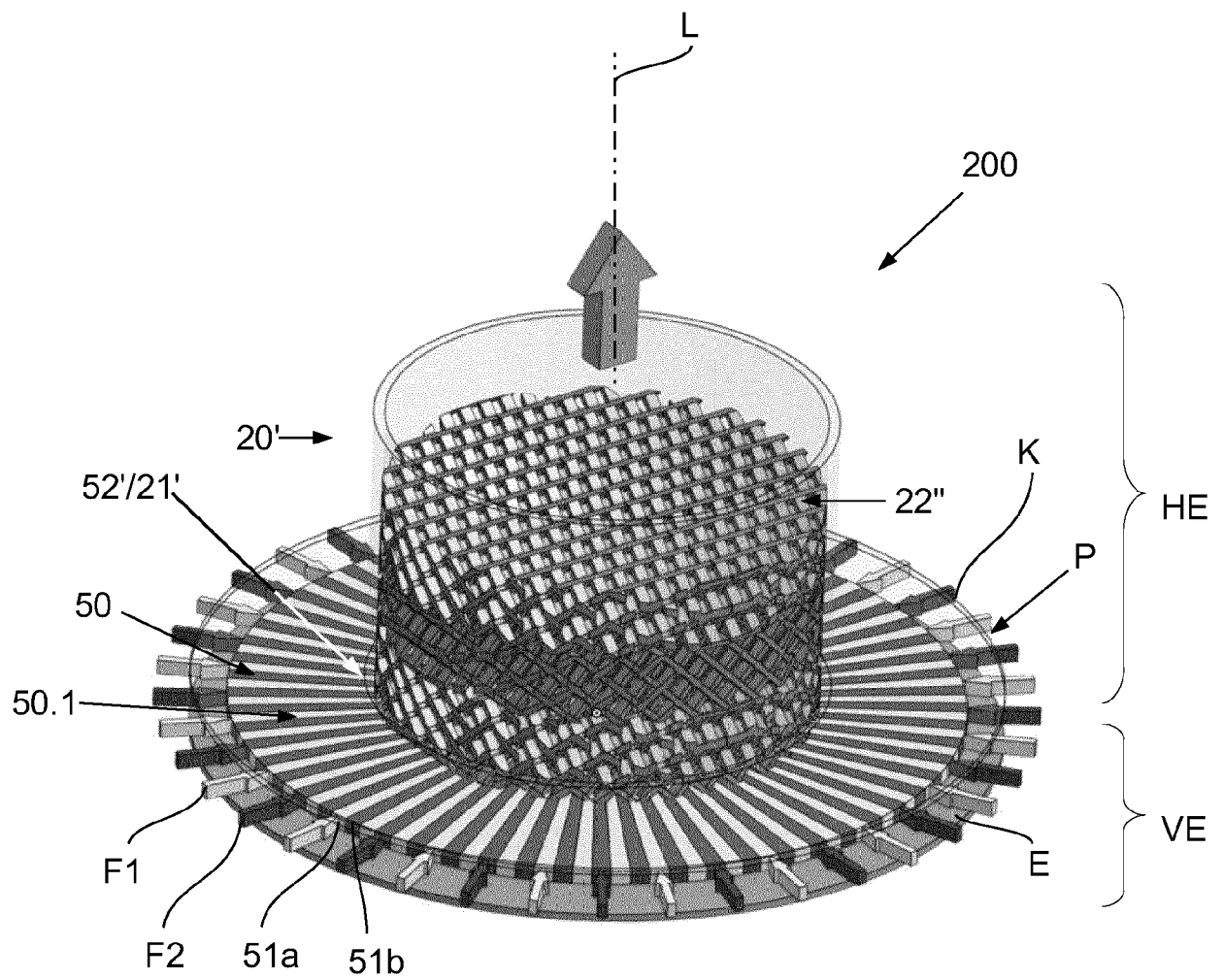
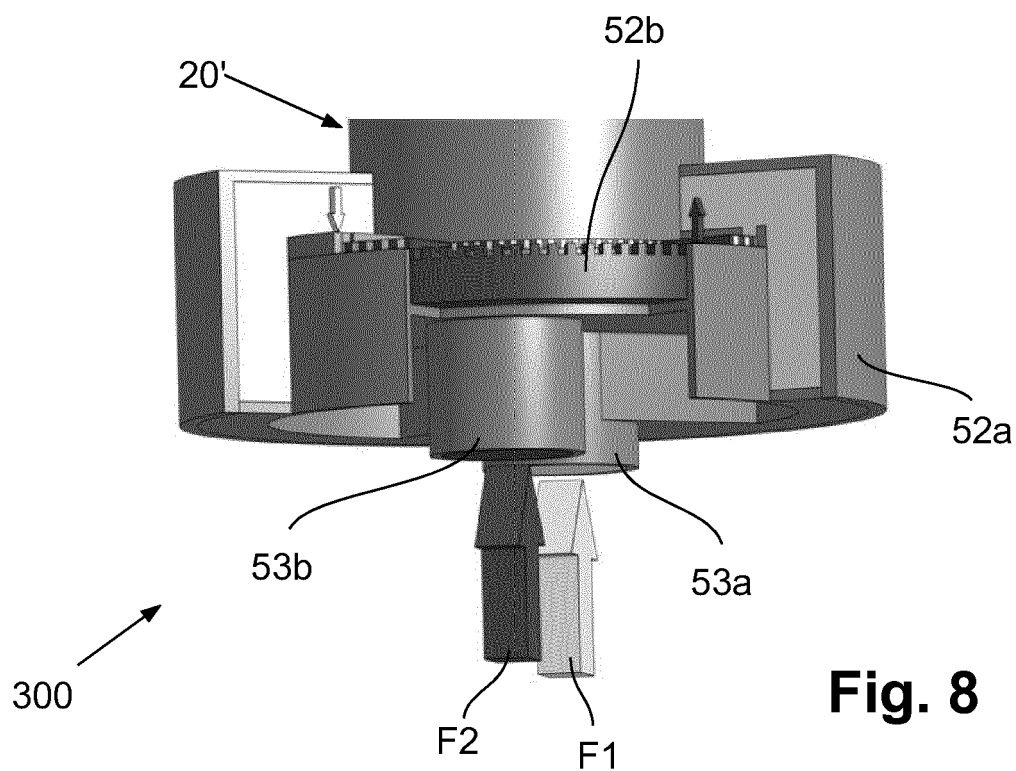
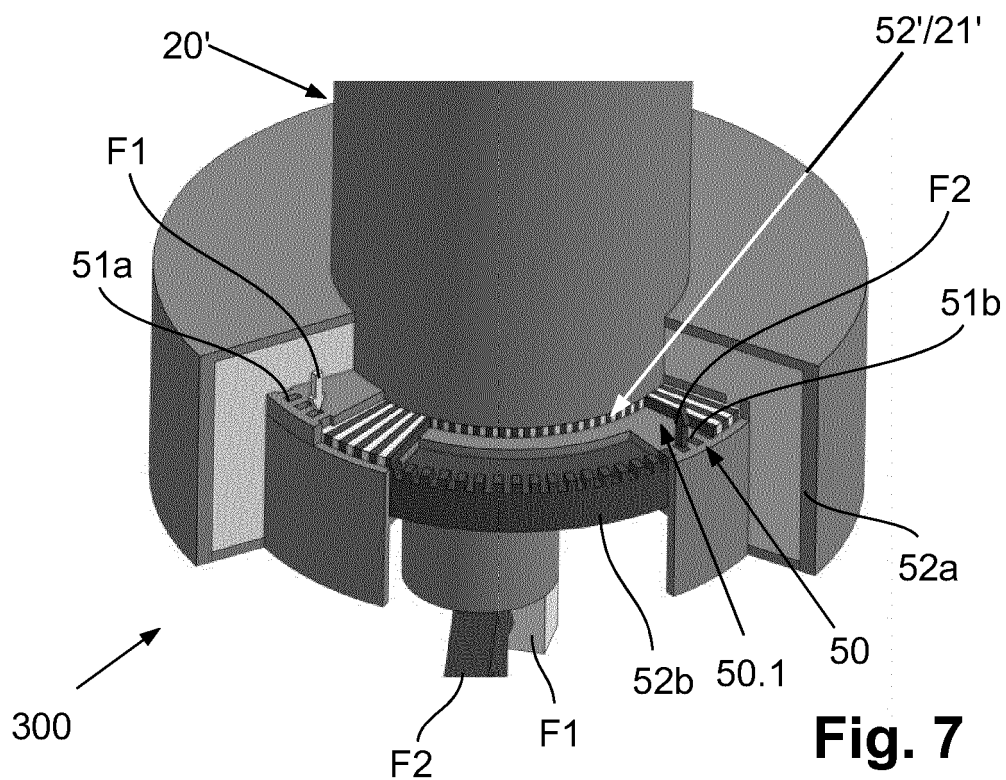


Fig. 6



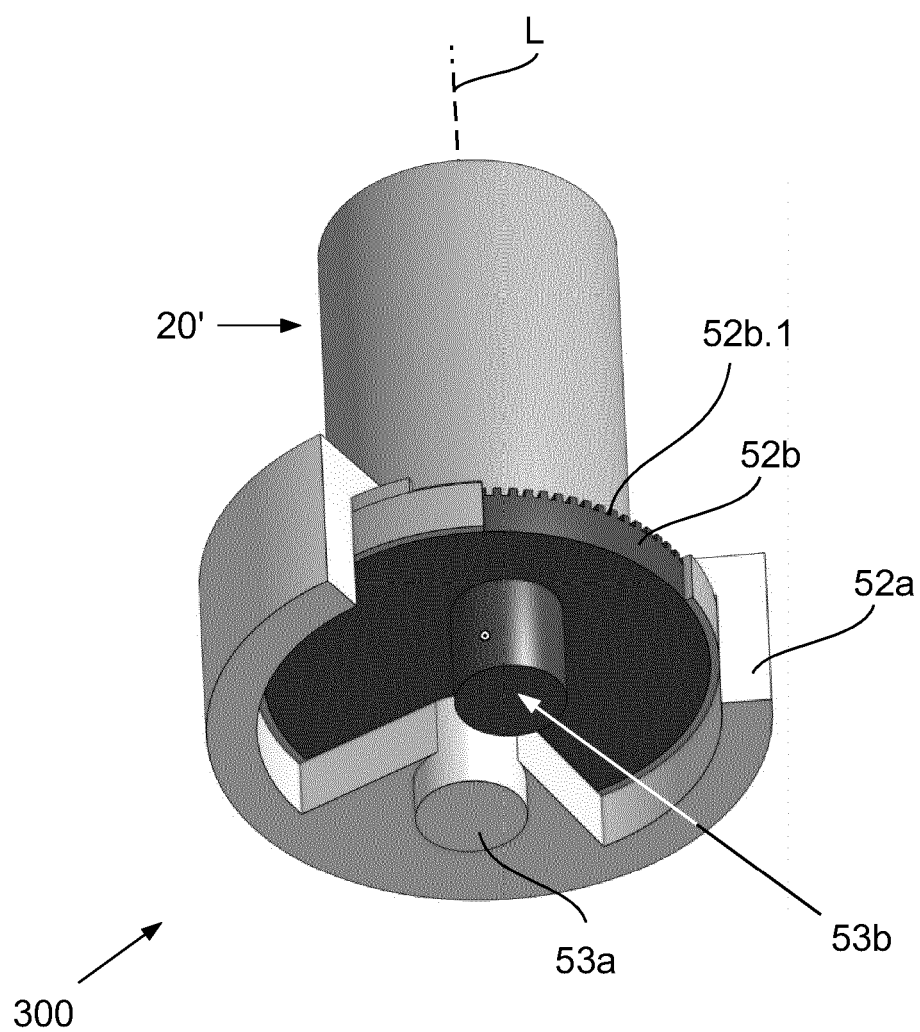
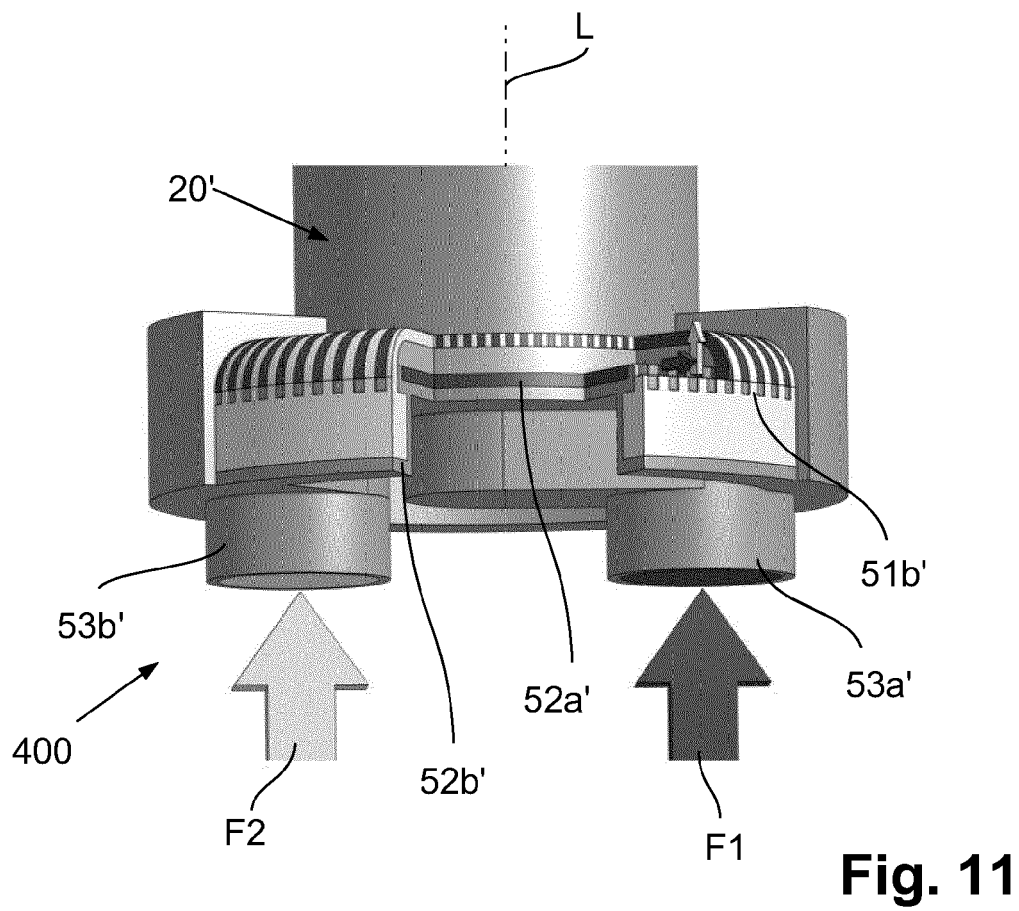
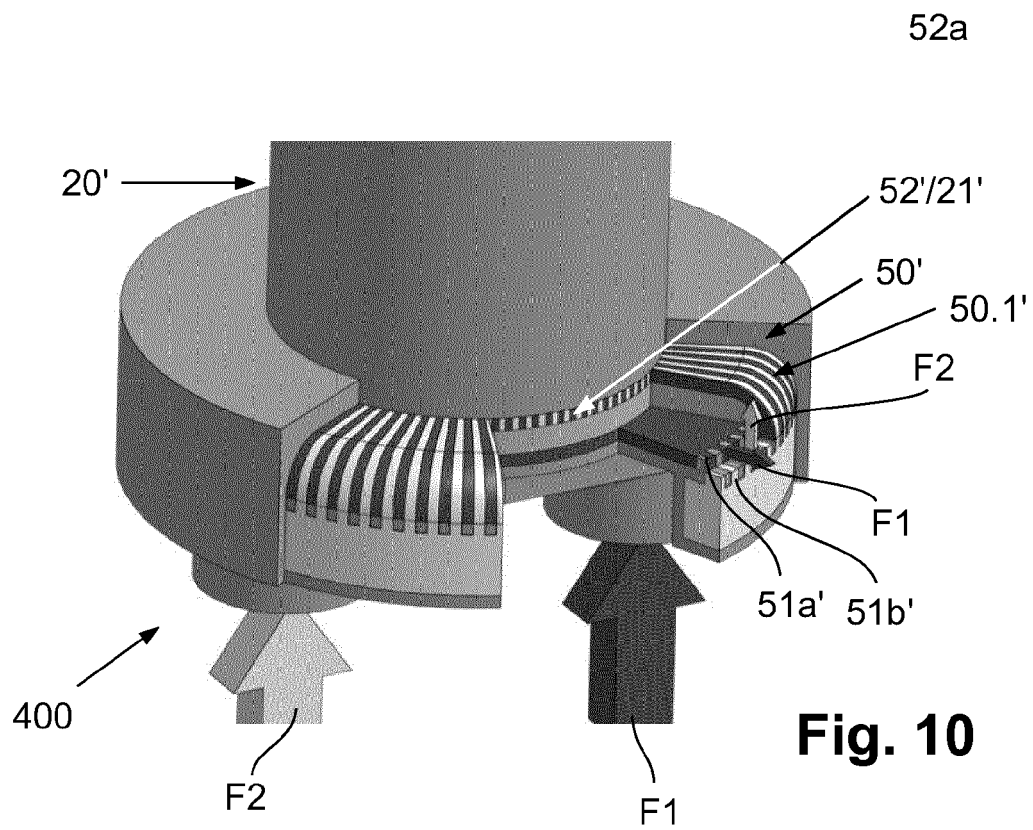


Fig. 9



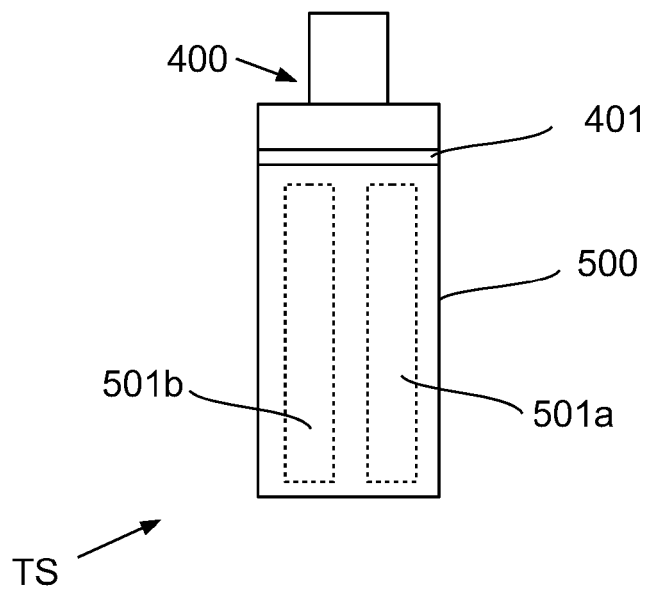


Fig. 12

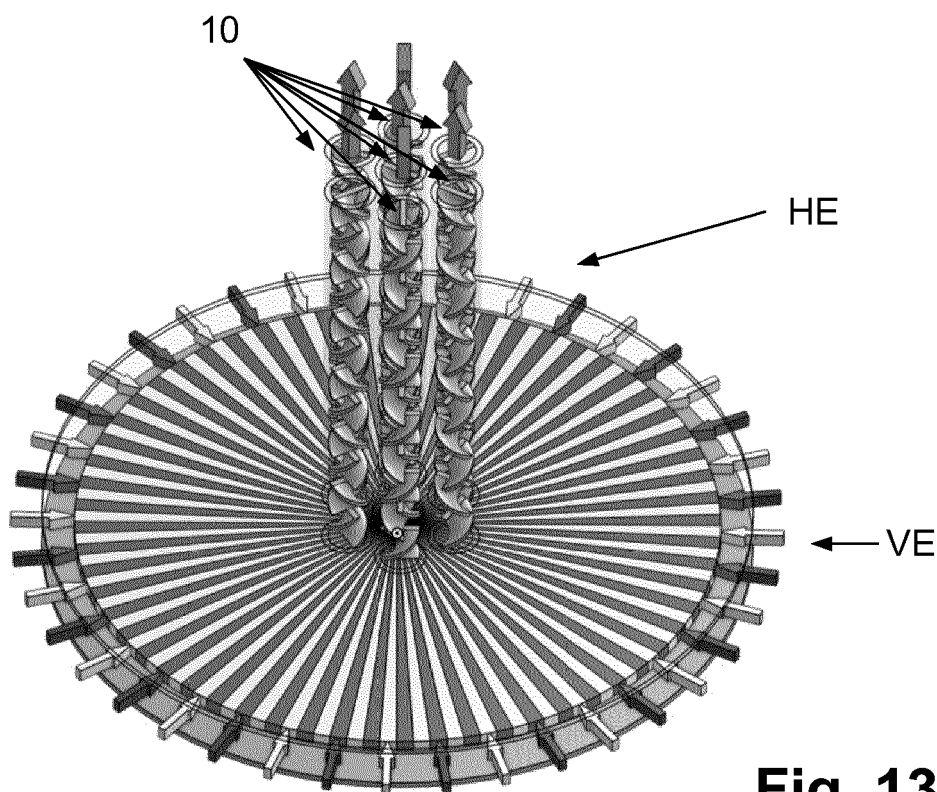


Fig. 13

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

- US 4062524 A [0005] [0052]
- US 20120106290 A1, Meijer [0005] [0052]
- US 3664638 A [0005] [0052]
- EP 0815929 B1 [0005] [0052]
- EP 2181827 B1 [0005] [0052]