



(11) **EP 1 510 247 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.04.2008 Patentblatt 2008/18

(51) Int Cl.:
B01F 5/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04405482.3**

(22) Anmeldetag: **28.07.2004**

(54) **Statischer Mischer mit polymorpher Struktur**

Static mixer with polymorphous structure

Mélangeur statique avec une structure polymorphe

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB IT LI

(30) Priorität: **26.08.2003 EP 03405617**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.03.2005 Patentblatt 2005/09

(73) Patentinhaber: **Sulzer Chemtech AG**
8404 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
• **Moser, Felix**
8413 Neftenbach (CH)

• **Hirschberg, Gerhard Sebastian, Dr.**
8408 Winterthur (CH)
• **Fleischli, Markus**
8408 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 472 491 **EP-A- 1 312 409**
WO-A-99/00180 **US-A- 5 564 827**

EP 1 510 247 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen statischen Mischer mit polymorpher Struktur, in dem mischwirksame Einbauten eines ersten Abschnitts anders strukturiert sind als jene eines zweiten, stromabwärts angeordneten Abschnitts und der für ein Mischen oder Homogenisieren von fluiden Medien verwendbar ist.

[0002] Es ist eine grosse Mannigfaltigkeit von statischen Mixern bekannt, die sich durch die Strukturen ihrer mischwirksamen Einbauten unterscheiden. In vielen Fällen setzen sich die Einbauten aus Mischerelementen zusammen, die jeweils die gleiche Gestalt haben. Man kann in diesen Fällen von statischen Mixern mit monomorpher Struktur sprechen. Mischer, bei denen verschieden strukturierte Einbauten zum Einsatz kommen, sind Mischer mit polymorpher Struktur.

[0003] In der US-A- 5605399 (King) ist ein statischer Mischer mit polymorpher Struktur offenbart, den man als "Multiskalenmischer" bezeichnen kann. Bei diesem Multiskalenmischer sind mehrere Abschnitte hintereinander angeordnet, wobei die Einbauten der Abschnitte Skalierungen ihrer Strukturen aufweisen, die progressiv feiner werden: die Strukturen weisen von Abschnitt zu Abschnitt jeweils einen kleineren hydraulischen Durchmesser auf. Der Multiskalenmischer eignet sich besonders für Dispergiervverfahren: Der spezifische Energieeintrag, der sich in progressiver Weise erhöht, lässt beispielsweise zunehmend kleinere Tropfen entstehen.

[0004] Dokument EP-A-1 312 409 offenbart einen statischen Mischer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0005] Für ein rein distributives Mischen, das mit ineinander löslichen Komponenten durchgeführt wird, muss der spezifische Energieeintrag nicht erhöht werden. Es bilden sich bei bekannten Mixern im Medium Schichten aus, die bei gleich bleibendem hydraulischen Durchmesser, d. h. bei gleich bleibender Skalierung, immer feiner werden.

[0006] Der Zweck des statischen Mixers besteht darin, ein fluides Medium mit möglichst geringem Energieaufwand zu homogenisieren und für das Produkt eine optimale Mischgüte zu erhalten. Dabei kann man unter dem Erreichen einer optimalen Mischgüte Folgendes verstehen: Mittels statischer Einbauten soll in einem Rohr vorgegebener Länge unter Einsatz einer minimalen mechanischen Leistung, d.h. bei möglichst kleinem Druckabfall längs der Einbauten, eine hinsichtlich der Anwendung ausreichende Homogenität des Mediums hergestellt werden. (Bei Probeentnahmen im homogenisierten Fluid sollen an allen Stellen annähernd gleiche Konzentrationen feststellbar sein.) Um eine optimale Mischgüte zu erreichen, kommt es grundsätzlich darauf an, dass einerseits im zu mischenden Medium eine Umverteilung über den gesamten Rohrquerschnitt erfolgt und andererseits sich auch eine gründliche Vermengung in kleinen Bereichen ergibt. Es sind also sowohl globale als auch lokale Mischprozesse bei einer Homogenisierung

massgebend.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, einen statischen Mischer für ein distributives Mischen zu schaffen, der im Hinblick auf den Stand der Technik einen Fortschritt bezüglich der anzustrebenden Mischgüte und dem Aufwand zur Erreichung dieser Mischgüte darstellt. Diese Aufgabe wird durch den im Anspruch 1 definierten statischen Mischer gelöst.

[0008] Im statischen Mischer mit polymorpher Struktur, der zum Mischen oder Homogenisieren eines fluiden Mediums verwendbar ist, sind mindestens zwei Abschnitte in einem Rohr in longitudinaler Richtung hintereinander angeordnet. Mischwirksame Einbauten des ersten Abschnitts verteilen das zu mischende Medium weitgehend global über den gesamten Querschnitt des Rohrs um. Mischwirksame Einbauten des zweiten Abschnitts bewirken weitgehend lokale Vermischungen in Partialbereichen, die jeweils nur einen Teil des Rohrquerschnitts enthalten. Die Einbauten beider Abschnitte haben den gleichen oder angenähert gleich grossen hydraulischen Durchmesser.

[0009] Der erfindungsgemässe Mischer ist ein "polymorpher Uniskalenmischer". In unterschiedlich strukturierten Abschnitten des Uniskalenmixers sind die hydraulischen Durchmesser jeweils gleich oder angenähert gleich gross, d. h. die Teilstrukturen sind gleich "skaliert". Die abhängigen Ansprüche 2 bis 9 betreffen vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Mixers.

[0010] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Einbauten eines Mixers mit polymorpher Struktur, der ein "zweistufiger Multiskalenmischer" ist,

Fig. 2 einen zweistufigen Multiskalenmischer in schematischer Darstellung,

Fig. 3 einen erfindungsgemässen Mischer in schematischer Darstellung,

Fig. 4 einen Mischer mit zwei gleichen, hintereinander angeordneten Bereichen,

Fig. 5 den halben Teil eines bekannten Mischerelements, das eine "SMX-Struktur" aufweist,

Fig. 6 ein schematisch dargestelltes Mischerelement, das aus zwei der in Fig. 5 gezeigten Elementen zusammengefügt ist,

Fig. 7 eine symbolische Darstellung des Mischerelements der Fig. 6 und

Fig. 8 einen erfindungsgemässen Mischer, der aus den Mischerelementen gemäss der Fig. 6 zusammengesetzt ist und der einen zweistufigen Uniskalenmischer bildet.

[0011] Fig. 1 zeigt mischwirksame Einbauten eines Mischers, der eine polymorphe Struktur aufweist, wie jener der genannten US-A- 5605399, dessen Einbauten aber völlig anders strukturiert sind. Die Einbauten dieses "zweistufigen Multiskalenmischers" setzen sich aus zwei Abschnitten I und II zusammen.

[0012] Der erste Abschnitt I besteht aus Einbauten 1, deren Struktur aus der EP-A- 0 815 929 (= P.6741) bekannt ist. In dieser Struktur bilden vier neben einander angeordnete Sequenzen von Mischkammern ein kommunizierendes System. Die Einbauten 1 sind in ein nicht dargestelltes Rohr 5 (siehe Figuren 2 und 5) eingesetzt. Der Strom des zu mischenden Mediums, das mindestens zwei fluide Komponenten umfasst, fließt in der longitudinalen Richtung des Rohrs 5 und ist durch Pfeile M angegeben. Der zweite Abschnitt II, der stromabwärts nach dem ersten Abschnitt I angeordnet ist, besteht aus vier neben einander liegenden Einbauten 2', die jeweils die um den Faktor 0.5 verkleinerte Form der Kammerstruktur des ersten Abschnitts I aufweisen. Durch die Einbauten 2' wird der Querschnitt des Rohrs 5 in vier Teilflächen 3 unterteilt.

[0013] In Fig. 2 ist ein Mischer mit polymorpher Struktur sehr schematisch dargestellt. Dieser Mischer enthält in dem Rohr 5 beispielsweise die Einbauten 1 und 2' der Fig. 1. Es können auch andere Einbauten verwendet werden, die einen Mischer mit polymorpher Struktur ergeben. Insbesondere können erfindungsgemäss uniskalare Einbauten verwendet werden, die Strukturen mit gleichem oder angenähert gleich grossem hydraulischen Durchmesser haben.

[0014] Im ersten Abschnitt I, in einem Teilbereich 10 der Mischerstruktur, wird durch die Einbauten 1 das zu mischende Medium über den gesamten Querschnitt des Rohrs 5 umverteilt. Es findet dabei eine Teilhomogenisierung folgender Art statt: Am Ende des ersten Abschnitts I ist eine Unterteilung des Querschnitts in Teilflächen 3 möglich. Bezüglich diesen Teilflächen 3 weist das durchtretende Medium jeweils Mengenverhältnisse seiner Komponenten auf, die im Idealfall gleich sind. In der Praxis ist dieser Idealfall nicht realisierbar. Die Länge des ersten Abschnitts I lässt sich so dimensionieren, dass die genannten Mengenverhältnisse sich im Maximum um einen vorgegebenen Prozentsatz - beispielsweise 5, 10 oder 20 Prozent-unterscheiden. Im zweiten Abschnitt II sind die Einbauten 2 so strukturiert, dass mit ihnen weiterführende Homogenisierungen jeweils in longitudinalen Teilbereichen 30 im Anschluss an die genannten Teilflächen 3 bewirkbar sind. Unter einem longitudinalen Teilbereich 30 ist dabei ein zylindrischer oder prismatischer Bereich der Einbauten 2 verstanden, der sich in longitudinaler Richtung, d.h. in Richtung des Rohrs 5 über die Länge des zweiten Abschnitts II erstreckt und dessen Grundfläche durch eine der Teilflächen 3 gegeben ist.

[0015] Fig. 3 zeigt schematisch dargestellt einen erfindungsgemässen Mischer (Uniskalenmischer), in dem die mischwirksamen Einbauten des zweiten Abschnitts II ei-

ne Mehrzahl von longitudinal angeordneten Elementen 2 umfassen. Die Elemente 2 sind relativ kurz und bewirken aufgrund ihrer beschränkten Länge nur lokale Mischungen in Partialbereichen, die jeweils nur einen Teil des Rohrquerschnitts, d.h. eine der Teilflächen 3, enthalten. Da kein dispersives sondern ein distributives Mischen durchgeführt werden soll, haben die Einbauten beider Abschnitte I, II Strukturen mit gleichem oder angenähert gleich grossem hydraulischen Durchmesser. Eine solche uniskalare Strukturierung ist mit einem Druckabfall verbunden, der kleiner als bei einer multiskalaren Strukturierung ist. Die Elemente 2 des zweiten Abschnitts II weisen jeweils einen anisotropen Aufbau mit Lagen auf, die sich in longitudinaler Richtung erstrecken; die Lagen benachbarter Elemente 2 sind ungleich (quer zu einander) orientiert. Auch beim erfindungsgemässen Mischer ist eine Umverteilung des Mediums M weitgehend auf longitudinale Teilbereiche 30 (vgl. Fig. 2) beschränkt. Ein Queraustausch zwischen den Teilbereichen 30 ist aber nicht unterbunden.

[0016] Es sind sowohl globale als auch lokale Mischprozesse im Hinblick auf eine optimale Mischgüte massgebend. Im ersten Abschnitt I des Mischers stehen die globalen Mischprozesse im Vordergrund; im zweiten Abschnitt II sind es die lokalen. Die Vorgehensweise, die globalen und lokalen Mischprozesse schwerpunktmässig in verschiedenen Zonen der polymorphen Mischerstruktur geschehen zu lassen, erweist sich als vorteilhaft. Im Vergleich zu einem monomorphen Mischer erhält man eine angestrebte Mischgüte über eine kürzere Strecke der mischwirksamen Einbauten.

[0017] Beim Mischen von fluiden Komponenten, die beispielsweise sehr unterschiedliche Viskositäten aufweisen, kann es von Vorteil sein, wenn die globalen und lokalen Mischprozesse möglichst simultan erfolgen. In diesem Fall bietet sich die Lösung gemäss der Fig. 4 an: Stromabwärts nach einem Bereich mit einem ersten Abschnitt I mit Einbauten 1 und einem zweiten Abschnitt II mit Elementen 2 folgt ein weiterer Bereich, der gleich ausgebildet ist und ebenfalls einen ersten Abschnitt I' mit Einbauten 1 und einen zweiten Abschnitt II' mit Elementen 2 aufweist.

[0018] Die Einbauten 1 können beispielsweise aus Mischerelementen bestehen, die eine "SMX-Struktur" (siehe z.B. CH-A- 642 564 (= P.5473)) oder eine "SMV-Struktur" bilden. Diese Strukturen haben jeweils einen Aufbau mit Lagen, die geneigte Strömungskanäle enthalten und die in longitudinaler Richtung orientiert sind, wobei die Strömungskanäle benachbarter Lagen sich kreuzen. Die "SMX-Struktur" baut sich aus zwei Gruppen von parallel ausgerichteten Stegen auf, die so mit einander verschränkt sind, dass sich die Stege kreuzen. Bei der "SMV-Struktur" werden die Lagen durch wellenförmige Wände gebildet. Die Strömungskanäle bewirken im ersten Abschnitt I einen Transport des Mediums zwischen Punkten innerhalb des ganzen Rohrs 5; die Strömungskanäle bewirken im zweiten und jedem folgenden Abschnitt II jeweils einen Transport des Mediums, der weit-

gehend auf longitudinale Teilbereiche 30 (siehe Fig. 2) beschränkt ist. Diese Beschränkung liegt im Abschnitt II in den longitudinalen Teilbereichen 30 vor, da die Länge der Mischerelemente verkürzt ist. Sie kann sich aber auch dadurch ergeben, indem der Neigungswinkel der Strömungskanäle verkleinert wird.

[0019] Fig. 5 zeigt ein Element 4 (oder 4'), das einen halben Teil des bekannten Mischerelements mit "SMX-Struktur" bildet. Dieses Element 4 wird in ein zylindrisches Rohr 5 eingesetzt. Blickt man von oben auf das Element 4, nämlich in Richtung des Pfeils A, so sieht man Stege 41 und 42 von der Seite und man sieht, wie sich die Stege 41, 42 kreuzen. Blickt man von der Seite in Richtung des zweiten Pfeils B - auf das Element 4, so sieht man auf die breiten Flächen der Stege 41, 42, die nun als parallel liegende Streifen erscheinen. Dreht man das Element 4 um 90°, so dass der Pfeil B auf die Position des Pfeils A zu liegen kommt, so nimmt das Element 4 eine Lage ein, in der ihm die Bezugsziffer 4' zugeordnet wird.

[0020] Durch Zusammenfügen des Elements 4 mit dem Element 4' erhält man ein Element 6, das in vereinfachter Form in Fig. 6 dargestellt ist. Es sind in dieser Fig. 6 die jeweiligen, den beiden Hälften entsprechenden Positionen der Pfeile A und B angegeben. Die Mischerelemente 6 können monolithisch ausgebildet sein; sie können insbesondere mittels Präzisionsguss hergestellte Gussstücke sein.

[0021] Fig. 7 zeigt eine symbolische Darstellung des Mischerelements 6 der Fig. 6. Die beiden Hälften werden mit a und b bezeichnet; sie entsprechen der linken bzw. rechten Seite 4, 4' des Elements 6 in Fig. 6. Für ein Mischerelement 6 gilt in einer verallgemeinerten Weise: Die Lagen, die durch die Stege 41 und 42 gebildet werden, sind in der ersten Hälfte a gegenüber den Lagen in der zweiten Hälfte b um einen Winkel, vorzugsweise um 90°, versetzt orientiert; und die Strömungskanäle erstrecken sich in den Elementen 6 höchstens über den halben Querschnitt des Rohrs 5.

[0022] Aus den Mischerelementen 6 lässt sich ein zweistufiger Mischer zusammen setzen, wobei also mit der einzigen Mischerstruktur des Mischerelements 6 ein polymorpher Mischer hergestellt werden kann. Dies ist in Fig. 8 gezeigt: Im ersten Abschnitt I sind Elemente 6, 6' in alternierender Weise derart angeordnet und orientiert, dass die Strömungskanäle in der zweiten Hälfte b eines ersten Elements 6 gleich wie die Strömungskanäle in der ersten Hälfte b eines nachfolgenden Elements 6' ausgerichtet sind. Es bilden also jeweils zwei gleiche Hälften a bzw. b ein Paar, das einem vollständigen SMX-Element entspricht. In solchen SMX-Elementen erfolgt eine Umverteilung der zu mischenden Komponenten über den ganzen Rohrquerschnitt (globaler Mischprozess). Im zweiten Abschnitt II sind die Elemente 6 alle gleich angeordnet, so dass alternierend Hälften a und b aufeinander folgen. Da die Strömungskanäle der Hälften a bzw. b jeweils auf einen halben Rohrquerschnitt beschränkt sind, finden weitgehend lokale Mischprozesse

statt, die in longitudinalen Teilbereichen erfolgen. Die Anzahl dieser Teilbereiche, die alle gleich gross sind, ist vier. Anzumerken ist noch, dass im ersten Abschnitt I die erste Hälfte a des ersten Elements 6 noch nicht zu einem Mischen des Mediums über den ganzen Rohrquerschnitt beiträgt.

[0023] Die longitudinalen Teilbereiche 30 weisen mit Vorteil Querschnittsflächen auf, die weitgehend isodiametral sind: Bei einem kreisförmigen Querschnitt sind die Teilflächen 3 im zweiten Abschnitt II vier gleich grosse Sektoren; in weiteren Abschnitten sind die Teilflächen 3 Sektoren oder viereckige Kreisausschnitte, die in radialer Richtung ungefähr gleich weit ausgedehnt sind wie in der tangentialen Richtung, die zur radialen senkrecht steht.

[0024] Bei der Verwendung von Einbauten 1, 2 gemäss Fig. 1 oder von ähnlichen Einbauten ist der Rohrquerschnitt rechteckig, insbesondere quadratisch. Die Querschnitte der longitudinalen Teilbereiche sind ebenfalls rechteckig.

[0025] Bei den beschriebenen Beispielen sind die Abschnitte I, II jeweils monomorph. Es ist aber möglich, dass die Abschnitte selbst auch polymorph strukturiert sind

25 Patentansprüche

1. Statischer Mischer mit polymorpher Struktur zum Mischen oder Homogenisieren eines fluiden Mediums (M),
in welchem Mischer mindestens zwei Abschnitte (I, II) in einem Rohr (5) in longitudinaler Richtung hintereinander angeordnet sind, mischwirksame Einbauten (1) des ersten Abschnitts das zu mischende Medium weitgehend global über den gesamten Querschnitt des Rohrs umverteilen,
mischwirksame Einbauten des zweiten Abschnitts weitgehend lokale Vermischungen in Partialbereichen bewirken, die jeweils nur einen Teil des Rohrquerschnitts enthalten,
und die Einbauten beider Abschnitte gleich skaliert sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die mischwirksamen Einbauten des zweiten Abschnitts eine Mehrzahl von longitudinal angeordneten Elementen (2) umfassen, die aufgrund einer beschränkten Länge die lokalen Vermischungen in Partialbereichen bewirken.
2. Statischer Mischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elemente (2) des zweiten Abschnitts jeweils einen anisotropen Aufbau aus Lagen aufweisen, die sich in longitudinaler Richtung erstrecken, und die Lagen benachbarter Elemente ungleich orientiert sind.
3. Statischer Mischer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die Elemente des zweiten Abschnitts jeweils monolithisch

ausgebildet sind, insbesondere mittels Präzisionsguss hergestellte Gussstücke sind.

4. Statischer Mischer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr benachbarte Elemente einen monolithischen Block bilden. 5
5. Statischer Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium (M) mindestens zwei Komponenten umfasst, die auch das im wesentlichen gleiche Medium mit verschiedenen Eigenschaften - wie beispielsweise Temperatur oder Konzentration - sein können, dass die Einbauten im zu mischenden Medium eine Teilhomogenisierung solcher Art herbeiführen, dass am Ende des ersten Abschnitts eine Unterteilung des Querschnitts in mindestens zwei Teilflächen (3) möglich ist, bezüglich denen das durchtretende Medium jeweils Mengenverhältnisse seiner Komponenten aufweist, die gleich sind oder die sich im Maximum um einen vorgegebenen Prozentsatz unterscheiden, und dass im zweiten Abschnitt die Einbauten so strukturiert sind, dass mit ihnen weiter führende Homogenisierungen jeweils in longitudinalen Teilbereichen (30) im Anschluss an die genannten Teilflächen bewirkbar sind. 10 15
6. Statischer Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbauten des ersten Abschnitts ähnlich strukturiert sind wie jene des zweiten Abschnitts, dass beide Abschnitte Lagen mit geneigten Strömungskanälen enthalten, dass jeweils die Strömungskanäle benachbarter Lagen sich kreuzen, dass die Strömungskanäle im ersten Abschnitt einen Transport des Mediums zwischen Punkten innerhalb des ganzen Rohrs bewirken und dass die Strömungskanäle im zweiten Abschnitt einen Transport des Mediums bewirken, der weitgehend auf die genannten Partialbereiche beschränkt ist. 20 30 35 40
7. Statischer Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärts nach einem Bereich mit einem ersten und einem zweiten Abschnitt (I, II) ein weiterer Bereich folgt, der ebenfalls einen ersten und einen zweiten Abschnitt (I', II') gemäß Anspruch 1 aufweist, und dass weiter stromabwärts auf analoge Weise mindestens ein weiteres solches Paar von einem ersten und einem zweiten Abschnitt folgen kann, oder dass schliesslich noch ein Bereich mit lediglich einem ersten Abschnitt folgen kann. 45 50
8. Statischer Mischer nach Anspruch 6 oder den Ansprüchen 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbauten (1, 2) aus einer Vielzahl von longitudinal angeordneten Mischererelementen (6) zusammengesetzt sind, dass in jedem Mischererelement die 55

Lagen in einer ersten Hälfte (a) gegenüber den Lagen in einer zweiten Hälfte (b) um einen Winkel, vorzugsweise um 90°, versetzt orientiert sind, dass die Strömungskanäle in den Elementen sich über einen Teil des Rohrquerschnitts, insbesondere höchstens über den halben Rohrquerschnitt erstrecken, dass im zweiten Abschnitt die Elemente alle gleich angeordnet sind und im ersten Abschnitt die Elemente in alternierender Weise angeordnet und orientiert sind, derart, dass die Strömungskanäle in der zweiten Hälfte eines ersten Elements gleich wie die Strömungskanäle in der ersten Hälfte eines nachfolgenden Elements ausgerichtet sind, wobei die erste Hälfte des ersten Elements noch nicht zu einem Mischen des Mediums über den ganzen Rohrquerschnitt beiträgt.

9. Statischer Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschnitte (I, II) selbst auch polymorph strukturiert sind.

Claims

1. Static mixer with a polymorphic structure for mixing or homogenizing a fluid medium (M), wherein at least two sections (I, II) are arranged in said mixer in a tube (5) one after the other in the longitudinal direction, baffles (1) of the first section effective to promote mixing redistribute the medium to be mixed largely globally over the entire cross-section of the tube, baffles of the second section effective to promote mixing effect largely local mixing in partial regions, which in each case contain only one part of the tube cross-section, and the baffles of both sections are scaled equally, **characterized in that**, the baffles of the second section effective to promote mixing include a plurality of longitudinally arranged elements (2) which effect the local mixing in partial regions as a result of a restricted length. 25 30 35 40
2. Static mixer in accordance with claim 1, **characterized in that**, the elements of the second section in each case have an anisotropic construction of layers which extend in the longitudinal direction, and **in that** the layers of neighboring elements are differently oriented. 45
3. Static mixer in accordance with claim 1 or claim 2, **characterized in that** at least the elements of the second section are in each case formed monolithically, in particular are cast parts which are manufactured by means of precision casting. 50
4. Static mixer in accordance with claim 3, **characterized in that** two or more neighboring elements form 55

a monolithic block.

5. Static mixer in accordance with any one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the medium (M) comprises at least two components, which can also be substantially the same medium with different properties, such as for example temperature or concentration; **in that** the baffles bring about a partial homogenization in the medium to be mixed of such a kind that at the end of the first section a subdivision of the cross-section into at least two partial surfaces (3) is possible, with respect to which the medium which passes through has in each case quantity ratios of its components which are the same or which differ at most by a predetermined percentage; and **in that** in the second section the baffles are structured in such a manner that further homogenization can be effected using them in each case in longitudinal partial regions (30) following the named partial surfaces.
6. Static mixer in accordance with any one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the baffles of the first section are structured similarly to those of the second section; **in that** both sections contain layers with inclined flow passages; **in that** in each case the flow passages of neighboring layers cross one another; **in that** the flow passages in the first section effect a transport of the medium between points within the entire tube; and **in that** the flow passages in the second section effect a transport of the medium which is largely restricted to the named partial regions.
7. Static mixer in accordance with any one of the claims 1 to 6, **characterized in that** downstream of a region with a first and a second section (I, II) a further region follows which likewise has a first and a second section (I', II') in accordance with claim 1; and **in that** further downstream in an analogous manner at least one further pair of this kind consisting of a first and a second section can follow; or **in that**, finally, one further region with only a first section can follow.
8. Static mixer in accordance with claim 6 or with claims 6 and 7, **characterized in that** the baffles (1,2) are composed of a large number of longitudinally arranged mixer elements (6); **in that** in each mixing element the layers in a first half (a) are oriented displaced with respect to the layers in a second half (b) by an angle, preferably by 90°; **in that** the flow passages in the elements extend over a part of the tube cross-section, in particular at most over half the tube cross-section; **in that** the elements are all arranged similarly in the second section and the elements are arranged and oriented in an alternating manner in the first section in such a manner that the flow passages in the second half of a first element are oriented the same as the flow passages in the first half

of a following element, with the first half of the first element not yet contributing to a mixing of the medium over the entire tube cross-section.

9. Static mixer in accordance with any one of the claims 1 to 7, **characterized in that** the sections (I, II) themselves are also polymorphically structured.

10 Revendications

1. Mélangeur statique avec une structure polymorphe pour le mélange ou l'homogénéisation d'un milieu fluide (M),
mélangeur dans lequel au moins deux sections (I, II) sont disposées l'une derrière l'autre dans un tube (5) dans la direction longitudinale, des inserts (1) actifs pour le mélange de la première section répartissant le milieu à mélanger sensiblement globalement sur toute la section transversale du tube, des inserts actifs pour le mélange de la deuxième section provoquant des mélanges sensiblement locaux dans des zones partielles qui contiennent à chaque fois seulement une partie de la section transversale du tube, et les inserts des deux sections ont la même échelle, **caractérisé en ce que** les inserts actifs pour le mélange de la deuxième section comprennent une pluralité d'éléments (2) disposés longitudinalement qui, en raison d'une longueur limitée, provoquent les mélanges locaux dans les zones partielles.
2. Mélangeur statique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments (2) de la deuxième section présentent chacun une construction anisotrope de couches qui s'étendent dans la direction longitudinale, et que les couches d'éléments avoisinants sont orientées d'une manière inégale.
3. Mélangeur statique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins les éléments de la deuxième section sont réalisés chacun d'une manière monolithique, sont en particulier des pièces moulées fabriquées par une coulée de précision.
4. Mélangeur statique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** deux éléments avoisinants ou plus forment un bloc monolithique.
5. Mélangeur statique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le milieu (M) comprend au moins deux composantes qui peuvent également être le milieu sensiblement identique avec des propriétés différentes, comme par exemple la température ou la concentration, **en ce que** les inserts dans le milieu à mélanger entraînent une homogénéisation partielle d'un tel type qu'à l'extrémité de la pre-

mière section, une subdivision de la section transversale en au moins deux faces partielles (3) est possible, relativement auxquelles le milieu traversant présente à chaque fois des rapports de quantité de ces composantes qui sont identiques ou qui se distinguent au maximum selon un pourcentage prédéfini, et **en ce que** dans la deuxième section, les inserts sont structurés de telle sorte qu'ils permettent de provoquer des homogénéisations de continuation respectivement dans des zones partielles longitudinales (30) à la suite des faces partielles citées.

6. Mélangeur statique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les inserts de la première section sont structurés d'une manière similaire à ceux de la seconde section, **en ce que** les deux sections contiennent des couches avec des canaux d'écoulement inclinés, **en ce qu'à** chaque fois les canaux d'écoulement de couches avoisinantes se croisent, **en ce que** les canaux d'écoulement provoquent dans la première section un transport du milieu entre des points à l'intérieur du tube dans son ensemble et **en ce que** les canaux d'écoulement dans la deuxième section provoquent un transport du milieu qui est limité dans une grande mesure aux zones partielles citées.

5
10
15
20
25
7. Mélangeur statique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'en** aval, après une zone avec une première et une seconde section (I, II), une zone supplémentaire suit qui présente également une première et une seconde section (I', II') selon la revendication 1, et **en ce que** plus loin en aval, d'une manière analogue au moins une autre telle paire d'une première et d'une seconde section peut suivre, ou bien qu'enfin encore une zone avec seulement une première section peut suivre.

30
35
8. Mélangeur statique selon la revendication 6 ou les revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** les inserts (1, 2) sont constitués d'une pluralité d'éléments de mélange (6) disposés longitudinalement, **en ce que** dans chaque élément de mélange, les couches dans une première moitié (a) par rapport aux couches dans une seconde moitié (b) sont décalées selon un angle, de préférence de 90°, **en ce que** les canaux d'écoulement s'étendent dans les éléments sur une partie de la section transversale du tube, en particulier au maximum sur la moitié de la section transversale du tube, **en ce que** dans la seconde section, les éléments sont tous disposés d'une manière identique et que dans la première section, les éléments sont disposés et orientés d'une manière alternante de telle sorte que les canaux d'écoulement dans la seconde moitié d'un premier élément sont orientés d'une manière identique aux canaux d'écoulement dans la première moitié d'un élément suivant, où la première moitié du premier

40
45
50
55

élément ne contribue pas encore à un mélange du milieu sur toute la section transversale du tube.

9. Mélangeur statique selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les sections (I, II) elles-mêmes ont également une structure polymorphe.

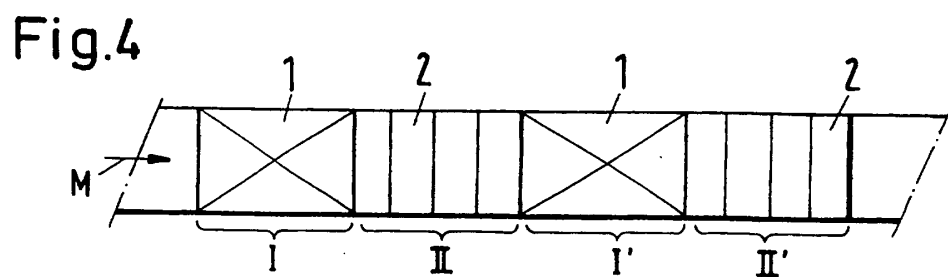
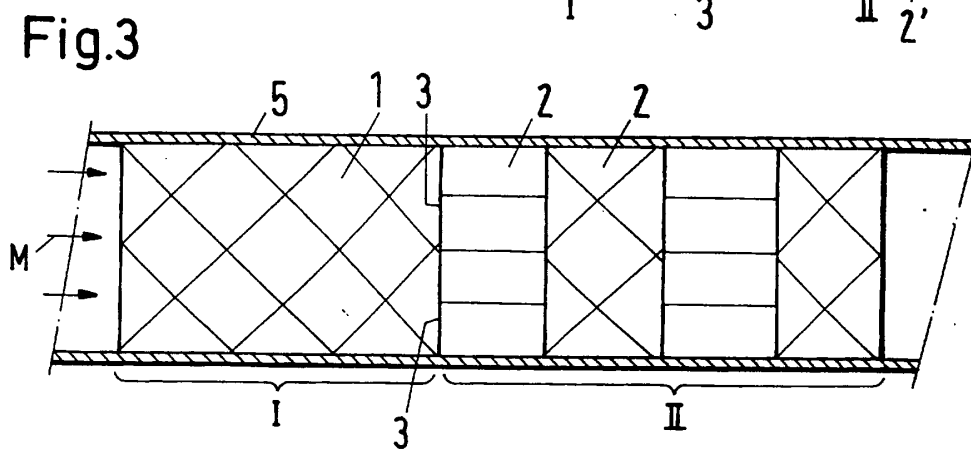
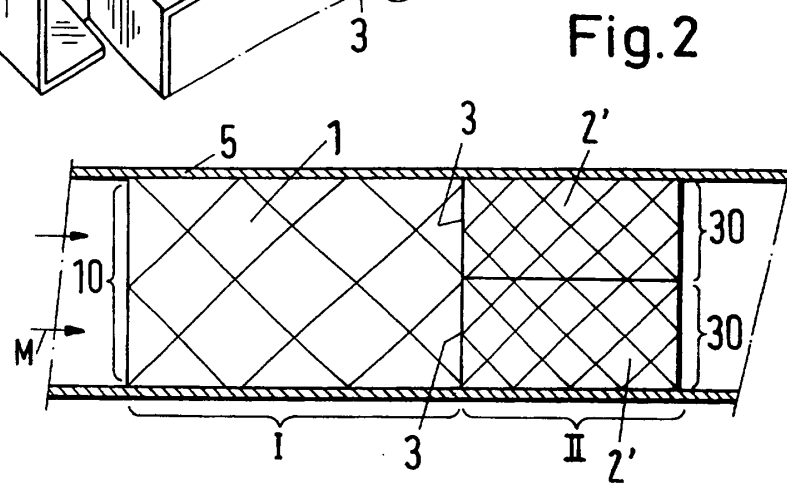
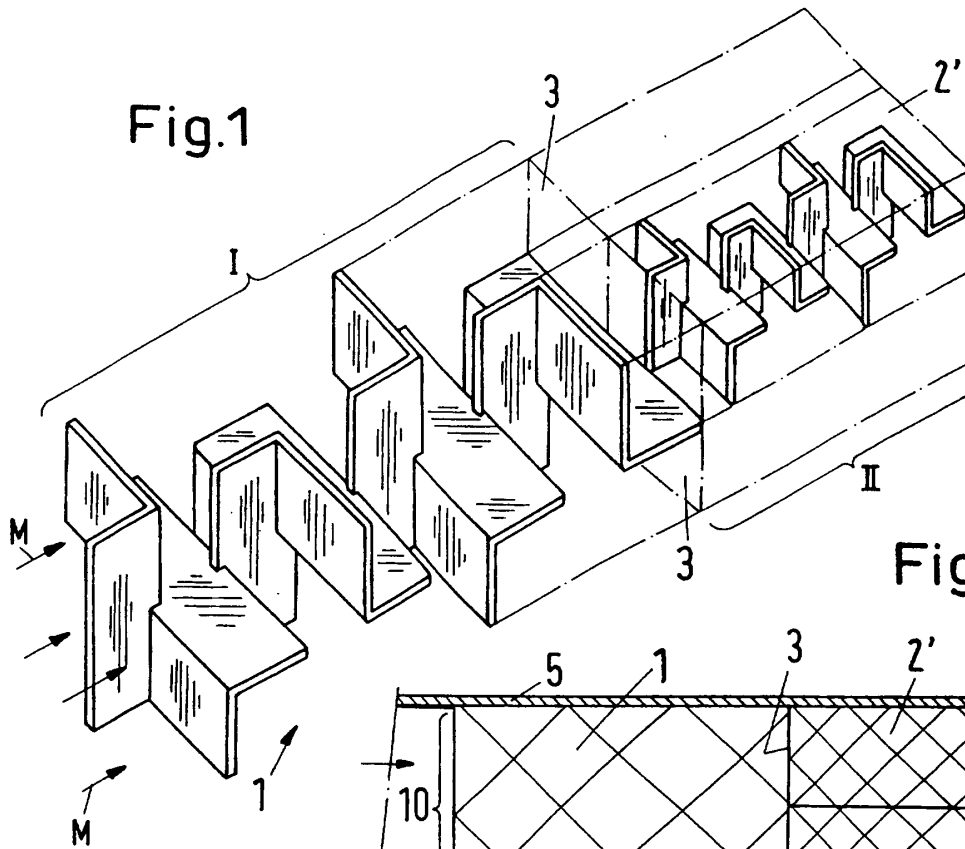


Fig.5

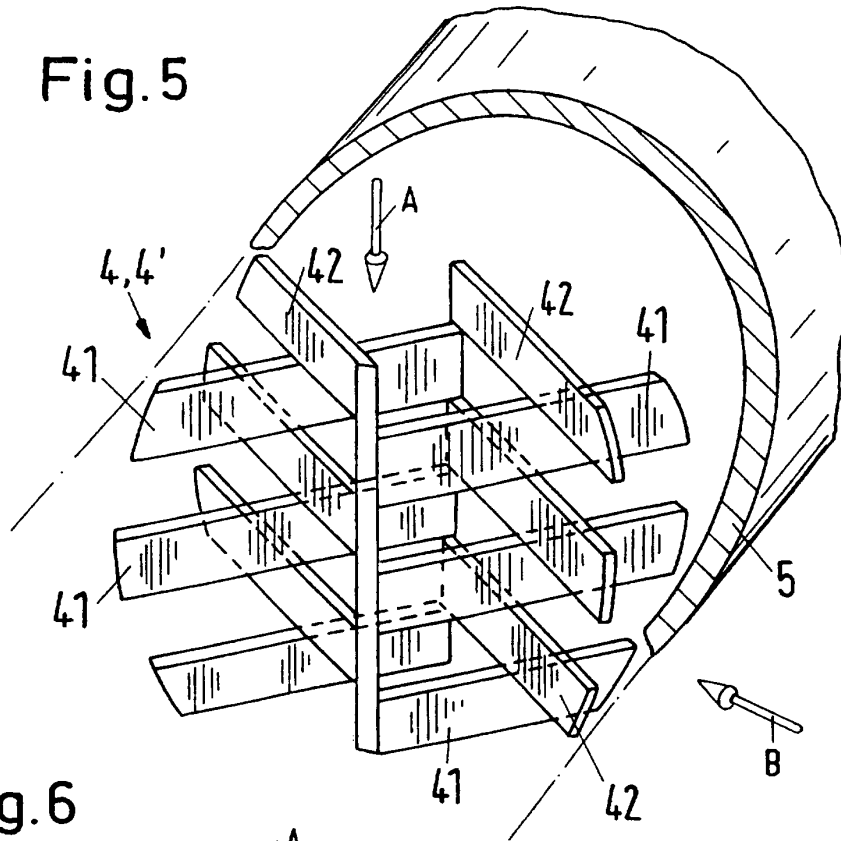


Fig.6

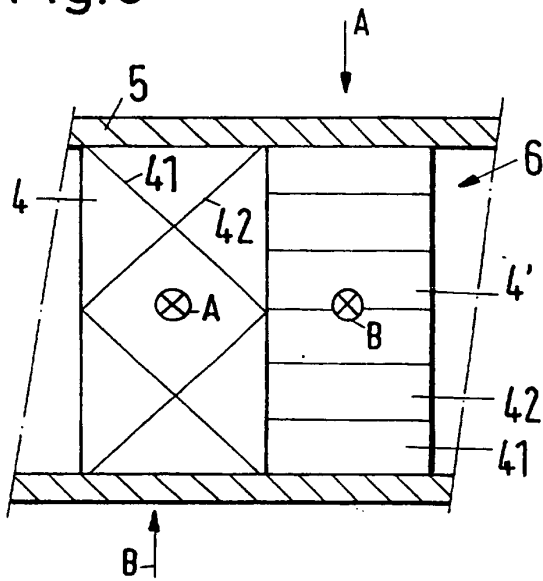


Fig.7

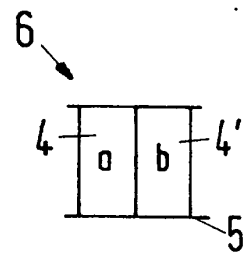
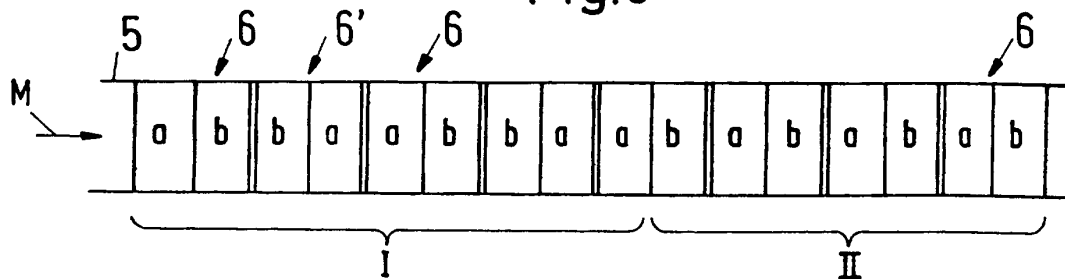


Fig.8



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 5605399 A [0003] [0011]
- EP 1312409 A [0004]
- EP 0815929 A [0012]
- CH 642564 A [0018]