

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. August 2017 (03.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/129768 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01F 5/06 (2006.01) *F28D 7/00* (2006.01)
B01F 15/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051811
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Januar 2017 (27.01.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
16153383.1 29. Januar 2016 (29.01.2016) EP
- (71) Anmelder: **BASF SE** [DE/DE]; Carl-Bosch-Str. 38, 67056 Ludwigshafen am Rhein (DE).
- (72) Erfinder: **EL-TOUFAILI, Faissal-Ali**; An der Froschlache 19, 67063 Ludwigshafen (DE). **KERMER, Cornelia**; Erfurter Str. 3, 67165 Waldsee (DE). **MUELLER-WEITZEL, Cecile**; Darmstaedter Str. 144, 64625 Bensheim (DE). **FONSECA, Gledison**; S6, 32-33, 68161 Mannheim (DE).
- (74) Anwalt: **MAIWALD PATENTANWALTS GMBH**; Angela Zumstein, Elisenstr. 3 Elisenhof, 80335 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HOLLOW CHAMBER X-MIXER HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung : HOHLRAUM-X-MISCHER-WÄRMETAUSCHER

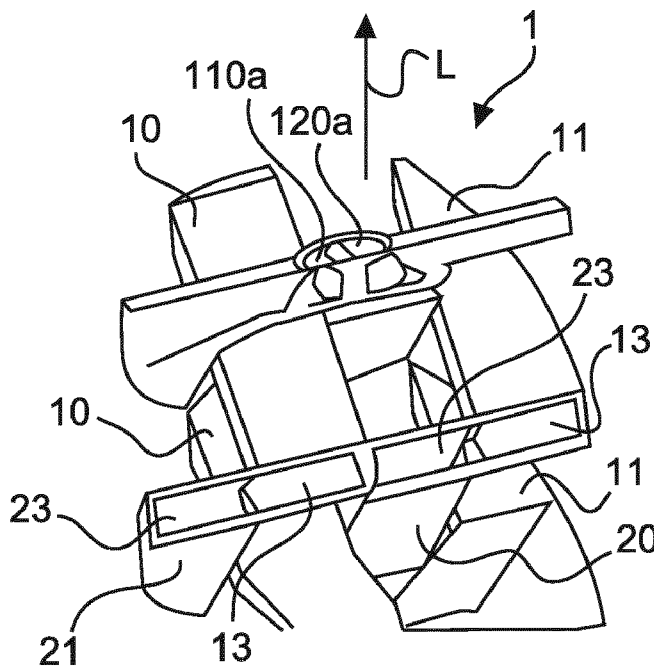


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a mixer-heat exchanger insert or a mixer-heat exchanger insert assembly and to a mixer-heat exchanger comprising a corresponding mixer-heat exchanger insert assembly which has an improved mixing and temperature control behavior and which is less prone to fouling. The mixer-heat exchanger insert comprises a first group of hollow body plates (10, 11) with an inner volume (13) and a second group of hollow body plates (20, 21) with an inner volume (23). The hollow body plates (10, 11) of the first group are inclined in a first direction (R1) relative to a longitudinal extension direction (L) of the mixer-heat exchanger insert (1), and the hollow body plates (20, 21) of the second group are inclined in a second direction (R2) relative to the longitudinal extension direction (L) of the mixer-heat exchanger insert (1). The hollow body plates (10, 11) of the first group laterally abut the hollow body plates (20, 21) of the second group, and the inner volumes (13) of the first hollow body plates (10, 11) are connected to the inner volumes (23) of the second hollow body plates (20, 21) such that the inner volumes (13) of the first group and the inner volumes (23) of the second group are part of a continuous total inner volume (13, 23) which is designed to conduct a temperature controlling fluid.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bzw. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung, sowie ein Mischer-Wärmetauscher mit einer entsprechenden Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung, die ein verbessertes Durchmischungs- und Temperierungsverhalten aufweisen, und eine verminderte Fouling-Neigung haben, wobei der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz eine erste Gruppe von Hohlkörperplatten (10, 11) mit einem inneren Volumen (13) und eine zweite Gruppe von Hohlkörperplatten (20, 21) mit einem inneren Volumen (23), wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) in eine erste Richtung (R1) geneigt sind, wobei die Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) in eine zweite Richtung (R2) geneigt sind, wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe seitlich an die Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe anstoßen und die inneren Volumina (13) der ersten Hohlkörperplatten (10, 11) mit den inneren Volumina (23) der zweiten Hohlkörperplatten (20, 21) verbunden sind, sodass die inneren Volumina (13) der ersten Gruppe und die inneren Volumina (23) der zweiten Gruppe Teil eines zusammenhängenden gesamten inneren Volumens (13, 23) sind, welches ausgelegt ist ein Temperierungsfluid zu führen, umfasst.

HOHLRAUM-X-MISCHER-WÄRMETAUSCHER

Gebiet der Erfindung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Mischer-Wärmetauscher, sowie eine Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung für einen Mischer-Wärmetauscher, insbesondere einen Mischer-Wärmetauscher sowie eine Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit einem reduzierten Fouling-Verhalten.

10

Hintergrund der Erfindung

Für die Durchmischung von Fluiden, insbesondere bei Prozessen, können sowohl statische als auch dynamische Mischer eingesetzt werden. Bei dynamischen Mischern können

15

beispielsweise Rührelemente verwendet werden, die das zu mischende Fluid aktiv rühren. Bei einem statischen Mischer erfolgt die Durchmischung nicht durch eine von außen eingebrachte Rührenergie, sondern durch die Energie, die einem strömenden Fluid inhärent ist. Dabei wird durch die Bewegung des Fluides beim Auftreffen auf eine Mischergeometrie das Fluid durchmischt. Für eine derartige Durchmischung mittels einem statischen Mischer werden

20

beispielsweise sogenannte X-Mischer verwendet, bei denen im Strömungsvolumen wechselweise quer zueinander angeordnete Strukturen eingebracht werden, die ein durchströmendes Fluid durchmischen. Derartige sogenannte X-Mischer können beispielsweise aus einer Mehrzahl von stabförmigen Flachkörpern bestehen, die beispielsweise wechselweise in einem Winkel von zum Beispiel 90° zueinander angeordnet sind. Ein durchströmendes Fluid

25 wird auf diese Weise mehrfach geteilt und wieder zusammengeführt, was zu einer laminaren oder turbulenten Strömung führt, beziehungsweise zu einem Richtungswechsel gezwungen, wodurch sich eine turbulente Strömung einstellt, die dann zu einer Durchmischung des Fluides führt.

30

Da derartige Mischer häufig in Reaktoren verwendet werden, besteht zudem die Notwendigkeit, das Fluid nicht nur zu durchmischen, sondern das Fluid gleichzeitig auch zu temperieren. Zu diesem Zweck sind Mischer-Wärmetauscher bekannt, die aus mehreren Rohren bestehen, durch die eine Temperierflüssigkeit geführt werden kann. Diese im Regelfall in Längsrichtung eines Strömungskanals verlaufenden Rohre sind dabei mit dazu quer angeordneten

35 Strömungsleitblechen versehen, die durch „Split and Recombine“ eine Durchmischung des durchströmenden Fluides bewirken.

40

Ferner sind Wärmetauscher bekannt, bei denen die Rohre, die ein Temperierfluid führen, mäanderförmig geführt sind, wobei die mäanderförmig geführten Rohre in einer Ebene liegen, die parallel zur Durchströmungsrichtung des Fluids in einem Strömungskanal liegen.

Oben beschriebene Mischer und Wärmetauscher sind bekannt beispielsweise aus EP 1 067 352 A2 oder WO 2008/017571 A1.

Die oben beschriebenen Wärmetauscher bzw. Mischer weisen ein nur geringes

- 5 Durchmischungsvermögen auf oder neigen insbesondere bei Fluiden, die Agglomerate aufweisen, zu einer Akkumulation der Agglomerate in Bereichen mit spitzen Winkeln, in denen sich die Agglomerate oder eingedickten Fluidklumpen festklemmen können oder weisen strömungsberuhigte Bereiche auf in denen Nebenreaktionen stattfinden können, deren Produkte sich ebenfalls ablagern können. Dieser Effekt wird als Fouling bezeichnet.

10

Ein derartiges Fouling hat möglicherweise einen negativen Einfluss auf den Zustand des zu mischenden und zu temperierenden Fluides, so dass ein Festsetzen von Agglomeraten bzw. eingedickten Fluidklumpen vermieden werden soll.

15

Zusammenfassung der Erfindung

Es kann als eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung betrachtet werden, einen Mischer-Wärmetauscher sowie einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bzw. eine Mischer-

- 20 Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung bereitzustellen, die eine verringerte Fouling-Neigung aufweisen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche, wobei Weiterbildungen der Erfindung in den abhängigen Ansprüchen verkörpert

25 sind.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird ein Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bereitgestellt, umfassend eine erste Gruppe von Hohlkörperplatten mit einem inneren Volumen und eine zweite Gruppe von Hohlkörperplatten mit einem inneren Volumen, wobei die

30 Hohlkörperplatten der ersten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes in eine erste Richtung geneigt sind, wobei die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes in eine zweite Richtung geneigt sind, wobei die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe seitlich an die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe anstoßen und die inneren Volumina der

35 ersten Hohlkörperplatten mit den inneren Volumina der zweiten Hohlkörperplatten verbunden sind, sodass die inneren Volumina der ersten Gruppe und die inneren Volumina der zweiten Gruppe Teil eines zusammenhängenden gesamten inneren Volumens sind, welches ausgelegt ist ein Temperierungsfluid zu führen.

40

Auf diese Weise kann ein Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bereitgestellt werden, der als Strömungsleitstrukturen zugleich auch Strukturen bereitstellt, durch die ein Temperierungsfluid geführt werden kann. Mit anderen Worten dienen die Strukturen des Mischer-Wärmetauscher-

Einsatzes zugleich als Strömungsleitstrukturen zur Homogenisierung und zur Führung einer Temperierflüssigkeit. Insbesondere entfällt auf diese Weise eine beispielsweise aus EP 1 067 352 A1 bekannte Mischstruktur, bei der in Längsrichtung eines Strömungskanals vorgesehene Rohre zur Führung eines Temperierfluids vorgesehen sind, die zusätzlich mit quer dazu liegenden Strömungsleitblechen durchsetzt sind. Insbesondere kann vermieden werden, dass sich an den Verbindungsstellen zwischen den Strömungskanälen des Temperierungsfluides und den Strömungsumleitblechen Agglomerate und eingedickte Fluidklumpen festsetzen, da es derartiger Verbindungen bei dem erfindungsgemäßen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz nicht bedarf. Ein derartiger Mischer-Wärmetauscher (Einsatz) bzw. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung weisen zudem ein wesentlich besseres Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis auf, im Vergleich zu den in EP 1 067 352 A1 beschriebenen Mischer-Wärmetauschern. Insbesondere kann das Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis der erfindungsgemäßen Anordnung um den Faktor vier höher sein als bei der in EP 1 067 352 A1 beschriebenen Anordnung.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung liegen die erste Richtung und die zweite Richtung diametral gegenüber.

Auf diese Weise kann bei einem abwechselnden Anströmen von Hohlkörperplatten, die in die erste Richtung geneigt sind, und von Hohlkörperplatten, die in die zweite Richtung geneigt sind, eine Teilung des Fluidstromes beziehungsweise eine starke abwechselnde Strömungsumleitung hervorgerufen wird, die zu einer guten Durchmischung führt.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz ferner einen Temperierungsfluideinlass und einen Temperierungsfluidauslass auf, wobei eine Hohlkörperplatte der zweiten Gruppe an wenigstens zwei Hohlkörperplatten der ersten Gruppe seitlich anstößt und an den beiden Stoßstellen das innere Volumen der Hohlkörperplatte der zweiten Gruppe mit den Volumina der beiden benachbarten Hohlkörperplatten der ersten Gruppe derart verbunden sind, dass ein Temperierungsfluid von dem Temperierungsfluideinlass über das innere Volumen einer ersten Hohlkörperplatte der ersten Gruppe in das innere Volumen der Hohlkörperplatte der zweiten Gruppe und dann über das innere Volumen der zweiten Hohlkörperplatte der ersten Gruppe zu dem Temperierungsfluidauslass fließt.

Auf diese Weise kann eine Struktur bereitgestellt werden, bei der die Hohlkörperplatten, die wechselseitig in einer ersten Richtung und eine zweite Richtung geneigt sind, abwechselnd von der Temperierungsflüssigkeit durchflossen werden. Auf diese Weise kann insbesondere eine gute Durchmischung durch die wechselseitig geneigten Hohlkörperplatten erreicht werden, wobei diese Hohlkörperplatten zugleich auch sequentiell von der Temperierungsflüssigkeit durchflossen werden können. Dabei sei verstanden, dass der Flüssigkeitsbereich des Temperierungsfluides, welches durch die einzelnen Hohlkörperplatten geführt wird, gegenüber einem Außenbereich, in dem eine zu temperierende und zu mischende Flüssigkeit geführt wird,

hermetisch abgeschlossen ist, so dass es zu keiner ungewollten Durchmischung von einer zu temperierenden und zu mischenden Flüssigkeit mit der Temperierungsflüssigkeit kommt.

- 5 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe und die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe stegförmig ausgebildet, wobei eine Mehrzahl von stegförmigen Hohlkörperplatten der ersten Gruppe in Längserstreckungsrichtung parallel nebeneinander beabstandet angeordnet sind und eine Mehrzahl von stegförmigen Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe in Längserstreckungsrichtung parallel nebeneinander beabstandet angeordnet sind, wobei die parallel nebeneinander angeordneten stegförmigen Hohlkörperplatten der ersten Gruppe und die parallel nebeneinander angeordneten stegförmigen Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe aneinanderstoßend abwechselnd nebeneinander angeordnet sind und die inneren Volumina der jeweiligen stegförmigen Hohlkörperplatten an Stoßstellen miteinander verbunden sind.
- 10
- 15 Auf diese Weise können mehrere parallel durchflossene Strömungskanäle für eine Temperierungsflüssigkeit in den Hohlkörperplatten bereitgestellt werden, so dass beispielsweise eine Temperierungsflüssigkeit in dem Mischer-Wärmetauscher-Einsatz unabhängig voneinander in den Kanälen geführt werden kann. Insbesondere können zwei stegförmige Hohlkörperplatten in eine erste Richtung geneigt sein und zwei stegförmige Hohlkörperplatten in die zweite Richtung geneigt sein, und diese abwechselnd zueinander angeordnet sein. Dabei sei verstanden, dass, sofern nur ein einziges zusammenhängendes inneres Volumen bereitgestellt werden soll, die stegförmigen Hohlkörperplatten an allen Stoßstellen so miteinander verbunden sein können, dass deren innere Volumina jeweils miteinander verbunden sind. Durch die Anordnung mehrerer derartiger Kombinationen von stegförmigen Hohlkörperplatten kann ein Stapel bereitgestellt werden, bei dem die stegförmigen Hohlkörperplatten in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind.
- 20
- 25

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz eine dritte Gruppe von Hohlkörperplatten auf, wobei die Hohlkörperplatten der dritten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes in eine dritte Richtung geneigt sind, wobei die erste Richtung, die zweite Richtung und die dritte Richtung jeweils im Winkel von 120° zueinander angeordnet sind.
- 30

- Auf diese Weise kann eine Art Propelleranordnung durch die geneigt angeordneten Hohlkörperplatten erreicht werden, die eine besonders gute Durchmischung des zu temperierenden und zu mischenden Fluides ermöglichen.
- 35

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der Neigungswinkel der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung und der Neigungswinkel der Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung vom gleichen Betrag.
- 40

Auf diese Weise kann eine gleichmäßige Anordnung der schräg zueinander stehenden Hohlkörperplatten erreicht werden, die in regelmäßigen Abständen immer wieder eine Strömungsumlenkung bzw. Zerteilung des zu temperierenden und zu mischenden Fluides bewirken, so dass sich durch den übereinstimmenden Neigungswinkel in entgegengesetzte

5 Richtungen eine gleichmäßige abwechselnde Strömungsumlenkung bzw. Strömungsteilung ergibt.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bilden die Hohlkörperplatten über die Längserstreckungsrichtung wenigstens zwei fluidtechnisch getrennte parallele Gesamtvolumina

10 aus.

Dies kann insbesondere dadurch erreicht werden, dass die Verbindungen der inneren Volumina der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe und der Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe an einigen Stoßstellen verbunden sind, während sie an anderen Stellen getrennt bleiben, so dass

15 sich die zwei fluidtechnisch getrennten parallelen Gesamtvolumina ausbilden. Dadurch kann ein Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bereitgestellt werden, bei dem die Temperierungsflüssigkeit durch das ein Gesamtvolumen hinfließt über das andere Gesamtvolumen wieder zurückgeführt wird, so dass der Einlass und der Auslass der Temperierungsflüssigkeit auf der gleichen Seite vorgesehen sein können.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weisen die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe untereinander und die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe untereinander einen übereinstimmenden Abstand in die Längserstreckungsrichtung des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes auf.

20

Auf diese Weise kann erreicht werden, dass die effektiven Strömungsquerschnitte an den parallelen Zwischenräumen bei einer Durchströmung in Längsrichtung gleichmäßig ausgestaltet sind, so dass sich keine künstlichen Engpässe einstellen, in denen möglicherweise ein Stau einer zu temperierenden Flüssigkeit auftreten kann. Eine derartige Stauung kann beispielsweise

25 zu einer Agglomeration bzw. Eindickung einer zu temperierenden und mischenden Flüssigkeit führen, was wiederum den Fouling-Prozess beschleunigen kann.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe und die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung in einem

30 Winkel von 30° bis 60°, insbesondere in einem Winkel zwischen 40° und 50° geneigt.

Auf diese Weise kann ein gutes Verhältnis eingestellt werden zwischen Scherverhalten und strömungsberuhigten Bereichen, so dass für die zu temperierende Flüssigkeit eine ausreichende Durchmischung gewährleistet wird.

40

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz durch ein 3D-Druckverfahren, insbesondere durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt, insbesondere durch ein Direkt-Metall-Schmelz-Laser-Verfahren (DMLS).

- 5 Auf diese Weise kann ein Mischer-Wärmetauscher-Einsatz mit einer komplexen Struktur hergestellt werden, dessen Hohlkörperplatten an den Stoßstellen so verbunden sind, dass die inneren Volumina von aneinander stoßenden Hohlkörperplatten miteinander verbunden sind. Durch ein 3D-Druckverfahren kann eine aufwendige Fertigung der Einzelkomponenten und eine Verbindung der Einzelkomponenten beispielsweise durch Löten oder Schweißen vermieden
10 werden, so dass ein erfindungsgemäßer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz effizient und kostengünstig hergestellt werden kann.

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung bereitgestellt mit einer Mehrzahl von Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen gemäß
15 obiger Beschreibung, wobei die Mehrzahl von Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen in Bezug auf eine Längserstreckungsrichtung hintereinander angeordnet sind und ein Temperierungsfluidauslass eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes mit einem Temperierungsfluideinlass eines benachbarten Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes derart verbunden ist, dass die inneren Volumina an einer Grenze zwischen zwei benachbarten
20 Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen verbunden sind, sodass ein Temperierungsfluid von einem Mischer-Wärmetauscher-Einsatz zu einem benachbarten Mischer-Wärmetauscher-Einsatz fließen kann.

- Auf diese Weise können mehrere Mischer-Wärmetauscher-Einsätze modular hintereinander
25 angeordnet werden. Insbesondere können einzelne Mischer-Wärmetauscher-Einsätze gefertigt werden und je nach Bedarf modular aneinander gefügt werden. Diese Aneinanderfügung kann beispielsweise durch ein Schweißverfahren, ein Lötverfahren oder eine Klebeverfahren erfolgen. Dadurch kann zugleich sichergestellt werden, dass an den entsprechenden Temperierungsfluideinlässen und -auslässen keine Leckagen gegenüber dem Außenvolumen
30 auftreten, in dem sich das zu temperierende und zu mischende Fluid befindet. Es könne jedoch auch mehrere Mischer-Wärmetauscher-Einsätze einstückig hintereinander gedruckt werden.

- Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die hintereinander angeordneten Mischer-Wärmetauscher-Einsätze in Bezug auf die Längserstreckungsrichtung drehversetzt,
35 insbesondere um 90° versetzt angeordnet.

- Auf diese Weise kann ermöglicht werden, dass trotz einer vorliegenden laminaren Strömung durch die versetzte Anordnung der Mischer-Wärmetauscher-Einsätze und damit auch der Hohlkörperplatten bzw. stegförmigen Hohlkörperplatten die gewünschte Durchmischung des zu
40 temperierenden und zu mischenden Fluides erreicht wird.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bilden die Hohlkörperplatten über die Längserstreckungsrichtung vier fluidtechnisch getrennte parallele Gesamtvolumina aus, wobei die parallelen Gesamtvolumina an einem Ende der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung derart verbunden sind, dass ein erstes und ein zweites der Gesamtvolumina parallel zueinander
5 von einer Temperierungsflüssigkeit durchflossen werden und anschließend ein drittes und ein viertes der Gesamtvolumina parallel zueinander und anti-parallel zu dem ersten und dem zweiten Gesamtvolumina durchflossen werden.

Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass auch bei einer aus mehreren Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen bestehenden Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung ein
10 Temperierungsfluideinlass und ein Temperierungsfluidausslass auf der gleichen Seite angeordnet werden können, wobei die Temperierungsflüssigkeit in Bezug auf die Längserstreckungsrichtung hin und dann wieder zurück fließen kann.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird ein Mischer-Wärmetauscher bereitgestellt, aufweisend ein fluidführendes Volumen mit einem Fluideinlass und einem Fluidauslass, und einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß obiger Beschreibung oder einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung gemäß obiger Beschreibung, wobei sich der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz bzw. die Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung in das
15 fluidführende Volumen erstreckt, sodass ein durch den Fluideinlass in das fluidführende Volumen einströmendes Fluid durch die Geometrie des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes bzw. der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung eine Scherbeanspruchung erfährt, bevor das eingeströmte Fluid das fluidführende Volumen durch den Fluidauslass verlässt.
20

Auf diese Weise kann ein Mischer-Wärmetauscher bereitgestellt werden, der für eine zuverlässige Temperierung eines zu mischenden und zu temperierenden Fluides sorgt, und zugleich eine hinreichende Durchmischung des Fluides ermöglicht.
25

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist das fluidführende Volumen über die
30 Längserstreckungsrichtung eine konstante lichte Querschnittfläche auf.

Auf diese Weise können Tot- bzw. Stauräume vermieden werden und eine Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung in Längsrichtung in das fluidführende Volumen zur Montage eingeschoben werden. Konstanter Querschnitt bedeutet, dass das Volumen ohne
35 eingesetzten Mischer-Wärmetauscher-Einsatz eine sich über eine Längserstreckung nicht verändernde Querschnittsfläche aufweist. Ein eingesetzter Mischer-Wärmetauscher-Einsatz kann dabei jedoch zu effektiven Durchflussquerschnitten führen, die über die Längserstreckung nicht mehr zwingend konstant sind.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist eine Einhüllende des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes gemäß obiger Beschreibung eine Querschnittfläche auf, die der
40

konstanten lichten Querschnittfläche des fluidführenden Volumens des Mischer-Wärmetauschers entspricht, in das der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz einzubringen ist.

Auf diese Weise kann ein passgenaues zusammenfügen von Fluidvolumen und Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung erreicht werden. Weitreichende Leervolumina, die parallel zu der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung liegen können ebenfalls vermieden werden.

Die oben beschriebenen einzelnen Merkmale können selbstverständlich auch untereinander kombiniert werden, wodurch sich zum Teil auch vorteilhafte Wirkungen einstellen können, die über die Summe der Einzelwirkungen hinausgehen.

Diese und andere Aspekte der vorliegenden Erfindung werden durch die Bezugnahme auf die hiernach beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen erläutert und verdeutlicht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Beispielhafte Ausführungsformen werden im Folgenden mit Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen beschrieben.

Figur 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes.

Figur 2 zeigt eine Halbschnittansicht eines Teils eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 3 zeigt einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz mit einem einzigen zusammenhängenden Innenvolumen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 4 zeigt einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz mit vier parallel angeordneten inneren Volumina gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 5 zeigt eine Außenansicht einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit einer Mehrzahl von in Längsrichtung hintereinander angeordneten Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen.

Figur 6 zeigt eine Schnittansicht einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung gemäß Figur 5.

Figur 7 zeigt eine schematische Ansicht einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung gemäß Figur 5.

Figur 8 zeigt einen Mischer-Wärmetauscher gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 9 zeigt eine Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung für eine bidirektionale Temperierflüssigkeitsdurchströmung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 10 zeigt eine Aufsicht in Längsrichtung auf die Temperierungsfluideinlass bzw. -auslass von Figur 9.

Figur 11 zeigt eine Schnittansicht im Detail der in Figur 9 gezeigten Struktur eines Temperierungsfluideinlasses bzw. -auslasses.

Figur 12 zeigt eine Teilschnittfreilegung eines Mischer-Wärmetauschers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

Figur 13 zeigt eine schematische Ansicht der Strömungskanäle in Bezug auf die stegförmigen Hohlkörperplatten.

Figur 14 zeigt eine schematische Anordnung eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Gruppe von Hohlkörperplatten, die in einem Winkel von 120° zueinander angeordnet sind.

Figur 15 zeigt eine schematische Ansicht des Kanalverlaufes einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit zwei getrennten inneren Volumina.

Figur 16 zeigt eine schematische Ansicht einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit vier getrennten inneren Volumina und den entsprechenden Strömungsrichtungen eines Temperierungsfluides.

Detaillierte Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen

Figur 1 zeigt einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz 1 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz, im Folgenden auch als Einsatz bezeichnet, weist in der hier gezeigten Ausführungsform eine Mehrzahl von Hohlkörperplatten 10, 11 einer ersten Gruppe auf sowie eine Mehrzahl von Hohlkörperplatten 20, 21 einer zweiten Gruppe. Die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe sind in eine Richtung geneigt, während die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe in eine entgegengesetzte Richtung geneigt sind. In der hier gezeigten Ausführungsform der Figur 1 ist die Neigungsrichtung der Hohlkörperplatten entgegengesetzt und der Neigungswinkel im Wesentlichen gleich. Die unterschiedlichen Hohlkörperplatten, die in Längserstreckungsrichtung L schräg untereinander liegen, hier beispielsweise die Hohlkörperplatten 11, weisen einen übereinstimmenden Abstand

auf. Es sei jedoch verstanden, dass die Hohlkörperplatten gemäß anderer Ausführungsformen auch unterschiedliche Neigungswinkel aufweisen können und möglicherweise auch einen variierenden Abstand aufweisen können. Sämtliche in den Figuren gezeigten Ausführungsformen weisen Hohlkörperplatten auf, die eine im Wesentlichen plane

- 5 Anströmungsoberfläche aufweisen. Es sei jedoch verstanden, dass die Hohlkörperplatten auch gebogen ausgeführt sein können, wodurch sich optimiertere Strömungsverhältnisse einstellen können, was dann zu einer verbesserten Durchmischung führen kann.

In Figur 1 ist zu erkennen, dass die erste Gruppe die untereinander liegenden

- 10 Hohlkörperplatten 10 und die jeweils untereinander liegenden Hohlkörperplatten 11 aufweist, während die zweite Gruppe die untereinander liegenden Hohlkörperplatten 20 sowie die jeweils untereinander liegenden Hohlkörperplatten 21 aufweist. Die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe und die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe sind jeweils abwechselnd angeordnet, so dass sich eine kreuzförmige Anordnung der Hohlkörperplatten ergibt. Die Hohlkörperplatten
- 15 weisen jeweils ein inneres Volumen auf, welches jedoch aufgrund der geschlossenen Darstellung in der Figur 1 nicht sichtbar ist.

Figur 2 zeigt eine Teilschnittansicht eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. In Figur 2 ist durch die Schnittansicht erkennbar,

20 dass die einzelnen Hohlkörperplatten ein inneres Volumen aufweisen. Dabei sind in der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform die inneren Volumina 13 der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe 10 bzw. 11 an den Stoßstellen der Hohlkörperplatten mit einem inneren Volumen 23 der Hohlkörperplatten 21, 20 der zweiten Gruppe verbunden, so dass ein Temperierungsfluid von der ersten Hohlkörperplatte 10 bzw. 11 durch die Verbindung an den Stoßstellen von dem

25 ersten Volumen 13 in das zweite Volumen 23 der zweiten Hohlkörperplatten 20 bzw. 21 strömen kann. In der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform ergibt sich dadurch eine Anordnung, bei der mindestens zwei getrennte Kanäle entstehen, die getrennt voneinander durchflossen werden können. In der Figur 2 ist zudem am oberen Ende des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes ein Temperierungsfluideinlass 110a sowie ein Temperierungsfluidauslass 120a zu

30 sehen. In der in Figur 2 gezeigten Anordnung strömt beispielsweise ein Temperierungsfluid durch den Temperierungsfluideinlass 110a in die inneren Volumina der Hohlkörperplatten 10 und 21 ein und strömt dabei hier entgegengesetzt des Pfeils der Längserstreckungsrichtung nach unten. Am hier nicht gezeigten Ende des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes kann die Temperierungsflüssigkeit dann umgelenkt werden in den zweiten Kanalstrang, so dass die

35 Temperierungsflüssigkeit durch die inneren Volumina 13, 23 der Hohlkörperplatten 20 und 11 wieder nach oben, hier in Pfeilrichtung der Längserstreckungsachse strömt und durch den Temperierungsfluidauslass 120a austritt. Auf diese Weise kann ein Wärmetauscher bereitgestellt werden, der aufgrund seiner Ausgestaltung der Wärmetauscherhohlkörper auch ein Durchmischen eines zu temperierenden und zu mischenden Fluides ermöglicht. Funktional

40 übereinstimmend kann die Anordnung auch als Mischer betrachtet werden, der durch die Hohlkörperplattenausführung der Mischerstrukturen eine Wärmetauschereigenschaft aufweist.

Figur 3 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes 1, der eine Mehrzahl von Hohlkörperplatten aufweist. Dabei sind die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe 11, 11a, 11b übereinander angeordnet, ebenso wie die Hohlkörperplatten 10 und 10b und analog auch die Hohlkörperplatten 20 und 21. Hierbei sei verstanden, dass „übereinander“ auch „schräg übereinander“ bedeutet. Der in Figur 3 gezeigte Mischer-Wärmetauscher-Einsatz ist in einer sogenannten Einkanal-Anordnung vorgesehen, das heißt, dass die inneren Volumina sämtlicher Hohlkörperplatten ein gesamtes Innenvolumen darstellen, so dass sich ausgehend vom Temperierungsfluideinlass 110a ein einziger Durchströmungskanal durch den Mischer-Wärmetauscher-Einsatz 1 ergibt und die Temperierungsflüssigkeit durch den Temperierungsfluidauslass 120a ausströmen kann. Dabei sei verstanden, dass in dem einzelnen Kanal auch Verzweigungen auftreten können, die nicht zwingend Sackgassen-frei sein müssen.

Figur 4 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes 1, der hier jedoch in einer sogenannten Vierkanal-Anordnung ausgeführt ist. Dabei sind die Hohlkörperplatten 10, 11, 20, 21 an den jeweiligen Verbindungsstellen so miteinander verbunden, dass deren innere Volumina nicht ein einziges Innenvolumen darstellen, sondern insgesamt vier Innenvolumen. Dieses kann beispielsweise durch eine verschachtelte Anordnung der durchströmten Hohlkörperplatten erreicht werden, so dass beispielsweise jede zweite der Hohlkörperplatten 11 und jede zweite der Hohlkörperplatten 20 einen ersten Kanal bilden, und die dazwischenliegenden Hohlkörperplatten 11 und 20 einen damit verschachtelten zweiten Kanal bilden können. In gleicher Weise bildet jede zweite der Hohlkörperplatten 10 und jede zweite der Hohlkörperplatten 21 einen Kanal, während auch die dazwischen liegenden Hohlkörperplatten 10 und 21 einen weiteren Kanal bilden, so dass insgesamt vier Kanäle vorgesehen sind. Diese Kanäle können so zueinander angeordnet sein, dass ein Temperierungsfluid beispielsweise durch einen Temperierungsfluideinlass 110a einströmen kann, sich dann auf die ersten beiden Kanäle verteilt, in denen sich das Temperierungsfluid entgegen der Fallrichtung der Längserstreckungsrichtung L nach unten bewegt, während das Temperierungsfluid unten derart umgelenkt werden kann, dass es durch die zwei weiteren Kanäle wieder nach oben strömt und durch den Temperierungsfluidauslass 120a austritt.

Figur 5 zeigt eine Seitenansicht einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung 100 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Die Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung, im Folgenden auch als Anordnung bezeichnet, weist eine Mehrzahl von hintereinander angeordneten Einsätzen 1a, 1b auf. Diese Einsätze 1a, 1b sind in Längsrichtung L hintereinander angeordnet. Wie der Figur 5 zu entnehmen ist, sind die Einsätze jeweils um 90° Grad zueinander versetzt, das heißt um 90° gedreht um die Längsrichtung L hintereinander angeordnet. Dabei sind die hier zwar bezeichneten, jedoch nicht im Detail sichtbaren Temperierungsfluidauslässe 120a eines ersten Einsatzes 1a mit den Temperierungsfluideinlässen 110b eines zweiten Einsatzes 1b verbunden, so dass sich ein durchgehender bzw. zwei oder vier durchgehende Kanäle durch die Anordnung ergeben.

Figur 6 zeigt eine Schnittansicht der in Figur 5 gezeigten Anordnung, aus der die Lage der inneren Volumina der einzelnen Hohlkörperplatten ersichtlich ist. Der in Figur 6 gezeigte Maßstab entspricht im Wesentlichen dem Maßstab der Figur 5. Die Mischer-Wärmetauscher-Einsätze 1, 1a bzw. 1, 1b sind in Längsrichtung L hintereinander angeordnet und auch in der

5 Figur 6 um jeweils 90° zueinander um die Längsachse L verdreht.

Figur 7 zeigt eine schematische Ansicht der in Figur 5 gezeigten Anordnung mit einer Mehrzahl von in Längsrichtung L hintereinander angeordneten Einsätzen 1. Exemplarisch ist dabei für einen Einsatz der Anordnung 100 die Anordnung der Hohlkörperplatten beziffert mit den

10 Hohlkörperplatten 10, 11 der ersten Gruppe sowie den Hohlkörperplatten 20, 21 der zweiten Gruppe. Ferner ist durch die Bezugszeichen A und B die Lage der Neigungen der Hohlkörperplatten angegeben. Aus Figur 7 ist ersichtlich, dass die Neigungsrichtungen A und B diametral gegenüberliegen, die Hohlkörperplatten der jeweiligen Gruppen im Wesentlichen übereinstimmende Abstände aufweisen und die Neigungswinkel der Hohlkörperplatten der

15 jeweiligen Gruppe übereinstimmen.

Figur 8 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Mischer-Wärmetauschers 200 mit einem fluidführenden Volumen 230 sowie einem Fluideinlass 210 und einem Fluidauslass 220. Es sei verstanden, dass der Mischer-Wärmetauscher 200 sowohl in Pfeilrichtung der

20 Längserstreckungsrichtung L durchflossen werden kann, als auch in umgekehrter Richtung, wodurch dann aus dem Fluideinlass der Fluidauslass, und aus dem Fluidauslass der Fluideinlass wird. Die in Figur 8 verwendete Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung entspricht im Wesentlichen der vorbeschriebenen Anordnung. Bei der in Figur 8 beschriebenen Anordnung befindet sich ein Temperierungsfluideinlass 110 auf der Seite des Fluideinlasses

25 210, während sich der Temperierungsfluidauslass 120 auf der Seite des Fluidauslasses 220 befindet. In der in Figur 8 gezeigten Anordnung ist somit die Flussrichtung des zu temperierenden und zu mischenden Fluides übereinstimmend mit der Flussrichtung des Temperierungsfluides. Es ist jedoch ebenso möglich, den Mischer-Wärmetauscher 200 im Gegenstrombetrieb zu betreiben, wodurch in diesem Fall die Flussrichtung des zu kühlenden

30 und zu mischenden Fluides der Flussrichtung des Temperierungsfluides entgegengesetzt ist und entweder der Temperierungsfluideinlass 110 zum Temperierungsfluidauslass wird, oder der Fluideinlass 210 zum Fluidauslass wird. Selbiges gilt für die Fluidauslässe 220 bzw. den Temperierungsfluidauslass 120.

Figur 9 zeigt eine alternative Ausführungsform einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung, bei der jedoch der Temperierungsfluideinlass und der Temperierungsfluidauslass 110, 120 nicht auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet ist, sondern auf einer Seite, in Figur 9 links. Dabei strömt das Temperierungsfluid über den Temperierungsfluideinlass 110 ein, strömt über wenigstens einen Kanal durch die einzelnen Mischer-Wärmetauscher-Einsätze bis

40 zum gegenüberliegenden Ende und wird dort über ein entsprechendes Kopplungsstück 130 zwischen den getrennten Durchströmungsvolumina so umgelenkt, dass das Temperierungsfluid durch von dem Hinströmungskanal getrennten Rückströmungskanälen wieder zurückströmt bis

zu dem Temperierungsfluidauslass 120. Dabei sei verstanden, dass die in Figur 9 gezeigte Anordnung beispielsweise zwei getrennte Volumina haben kann, die mit dem Kopplungsstück 130 miteinander verbunden sind. Alternativ kann die in Figur 9 gezeigte Ausführungsform auch vier getrennte Innenvolumina aufweisen, die durch ein entsprechendes Kopplungsstück 130 am Ende derart miteinander verbunden sind, dass zwei Kanäle als Hinströmungskanal und zwei Kanäle als Rückströmungskanal dienen.

Figur 10 zeigt eine Stirnansicht der in Figur 9 gezeigten Anordnung 100 mit einem Temperierungsfluideinlass 110 sowie einem Temperierungsfluidauslass 120.

Figur 11 zeigt eine Schnittansicht einer in Figur 9 gezeigten Anordnung im Bereich des Temperierungsfluideinlasses bzw. -auslasses 110, 120. Aus Figur 11 ist ersichtlich, dass das über den Temperierungsfluideinlass 110 einströmende Temperierungsfluid in die entsprechenden Hohlkörperplatten 10 und 20 einströmt, um dann über den im Detail nicht weiter gezeigten Einsatz bzw. die Anordnung zurückzuströmen, um dann aus den Hohlkörperplatten 11, 21 zum Temperierungsfluidauslass 120 zu gelangen.

Figur 12 zeigt eine Teilschnittansicht der in Figur 8 gezeigten Anordnung, bei der eine räumliche Darstellung der Vierkanal-Anordnung 100 abgebildet ist, die sich im fluidführenden Volumen 230 der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung 200 befindet.

Figur 13 zeigt eine beispielhafte schematische Ansicht der Neigungsrichtungen R1 bzw. R2 in Bezug auf die hier stegförmigen Hohlkörperplatten 10, 11 der ersten Gruppe sowie der hier stegförmigen Hohlkörperplatten 20, 21 der zweiten Gruppe. Wie der Figur 13 zu entnehmen ist, ist die Neigungsrichtung R1 der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe 10, 11 übereinstimmend, ebenso wie die Neigungsrichtung R2 der Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe 20, 21 übereinstimmend ist. Dabei ist die Neigungsrichtung entgegengesetzt und der entsprechende Neigungswinkel α (alpha) gegenüber der Längserstreckungsachse L für beide Neigungsrichtungen R1 und R2 gleich.

Figur 14 zeigt eine alternative Ausführungsform, bei der Hohlkörperplatten einer ersten Gruppe, Hohlkörperplatten einer zweiten Gruppe sowie Hohlkörperplatten einer dritten Gruppe vorgesehen sind. Dabei sind die Hohlkörperplatten der ersten Gruppe 10 gegenüber den Hohlkörperplatten 20 der zweiten Gruppe, ebenso wie gegenüber den Hohlkörperplatten der dritten Gruppe 30 um 120° versetzt und geneigt angeordnet, so dass sich durch die hier abgebildeten drei Hohlkörperplatten 10, 20, 30 eine propellerähnliche Anordnung ergibt, die eine gute Durchmischung der zu mischenden und zu temperierenden Flüssigkeit bewirkt. Es sei verstanden, dass mehrere der Hohlkörperplatten 10 bzw. 20 bzw. 30 hintereinander angeordnet sein können, was in Figur 14 jedoch nicht entnehmbar ist.

Figur 15 zeigt eine schematische Ansicht des Kanalverlaufes in einem Mischer-Wärmetauscher-Einsatz 1a. Dabei strömt das Temperierungsfluid beispielsweise durch einen

Temperierungsfluideinlass 110a ein und verteilt sich dabei auf die beiden Kanalstränge, die mit den Buchstaben a und b bezeichnet sind. Abwechselnd wird dabei im oberen Kanal a eine Hohlkörperplatte der ersten Gruppe mit dem inneren Volumen 13a und eine Hohlkörperplatte der zweiten Gruppe mit dem inneren Volumen 23a durchflossen. Analog wird in der zweiten unteren Kanalanordnung abwechselnd eine Hohlkörperplatte der ersten Gruppe mit dem inneren Volumen 13b und eine Hohlkörperplatte der zweiten Gruppe mit dem inneren Volumen 23b durchflossen. Beide Kanäle werden in der in Figur 15 gezeigten Anordnung parallel durchflossen, so dass der Temperierungsfluideinlass 110a und der Temperierungsfluidauslass 120a auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind. Werden alternativ der Temperierungsfluideinlass und der Temperierungsfluidauslass auf derselben Seite angeordnet, kann ein hier nicht gezeigtes Kopplungsstück die beiden Kanäle auf der dem Einlass/Auslass abgewandten Seite vorgesehen sein, welches die beiden Kanäle derart miteinander verbindet, dass diese nacheinander und nicht parallel durchflossen werden.

Figur 16 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit hier mehreren hintereinander angeordneten Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen 1a, 1b. Analog zu dem Kanalverlauf in Figur 15 ist in Figur 16 ein Kanalverlauf mit vier parallelen Kanälen abgebildet, der hier mit den Kleinbuchstaben a, b, c und d bezeichnet sind. In Figur 16 sind die entsprechenden Strömungsrichtungen des Temperierungsfluides durch die Pfeile dargestellt. Die gesamte Anordnung 100 ist mit einer Kopplung 130 abgeschlossen, die eine Kopplung des ersten bzw. zweiten Kanals mit einem dritten bzw. vierten Kanal, respektive Gesamtvolumen herstellt. Auf diese Weise werden in der in Figur 16 gezeigten Ausführungsform die Kanäle mit den inneren Volumina 13a, 23a sowie 13c, 23c von links nach rechts durchströmt, und am Ende durch das Kopplungsstück 130 in die entsprechenden Kanäle mit den inneren Volumina 13b und 23b, bzw. 13d und 23d zurückgeführt.

Es sei angemerkt, dass der Begriff „umfassen“ weitere Elemente oder Verfahrensschritte nicht ausschließt, ebenso wie der Begriff „ein“ und „eine“ mehrere Elemente und Schritte nicht ausschließt.

Die verwendeten Bezugszeichen dienen lediglich zur Erhöhung der Verständlichkeit und sollen keinesfalls als einschränkend betrachtet werden, wobei der Schutzbereich der Erfindung durch die Ansprüche wiedergegeben wird.

Bezugszeichenliste:

	1, 1a, 1b	Mischer-Wärmetauscher-Einsatz
	10, 10a, 10b	(stegförmige) Hohlkörperplatten der ersten Gruppe
5	11, 11a, 11b	(stegförmige) Hohlkörperplatten der ersten Gruppe
	13	inneres Volumen der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe
	13a, b, c, d	erstes/zweites/drittes/viertes (Gesamt)Volumen
	20	(stegförmige) Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe
	21	(stegförmige) Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe
10	23	inneres Volumen der Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe
	23a, b, c, d	erstes/zweites/drittes/viertes (Gesamt)Volumen
	100	Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung
	110	Temperierungsfluideinlass bzw. -auslass der Einsatz-Anordnung
	110a, b	Temperierungsfluideinlass bzw. -auslass des Einsatzes
15	120	Temperierungsfluidauslass bzw. -einlass der Einsatz-Anordnung
	120a, b	Temperierungsfluidauslass bzw. -einlass des Einsatzes
	130	Kopplung eines ersten/zweiten mit einem dritten/vierten Gesamtvolumen
	200	Mischer-Wärmertauscher
	210	(Misch) Fluideinlass bzw. -auslass
20	220	(Misch) Fluidauslass bzw. -einlass
	230	(Misch) Fluid führendes Volumen
	L	Längserstreckungsrichtung Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes bzw. -Anordnung
	R1	Neigungsrichtung der Hohlkörperplatten der ersten Gruppe
	R2	Neigungsrichtung der Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe
25	R3	Neigungsrichtung der Hohlkörperplatten der dritten Gruppe
	α , alpha	Neigungswinkel der Hohlkörperplatten gegenüber Längserstreckungsrichtung L

PATENTANSPRÜCHE

1. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz umfassend:
eine erste Gruppe von Hohlkörperplatten (10, 11) mit einem inneren Volumen (13) und
5 eine zweite Gruppe von Hohlkörperplatten (20, 21) mit einem inneren Volumen (23),
wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe gegenüber einer
Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) in eine erste
Richtung (R1) geneigt sind,
wobei die Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe gegenüber einer
10 Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) in eine zweite
Richtung (R2) geneigt sind,
wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe seitlich an die Hohlkörperplatten
(20, 21) der zweiten Gruppe anstoßen und die inneren Volumina (13) der ersten
Hohlkörperplatten (10, 11) mit den inneren Volumina (23) der zweiten Hohlkörperplatten
15 (20, 21) verbunden sind, sodass die inneren Volumina (13) der ersten Gruppe und die
inneren Volumina (23) der zweiten Gruppe Teil eines zusammenhängenden gesamten
inneren Volumens (13, 23) sind, welches ausgelegt ist ein Temperierungsfluid zu führen.
2. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß Anspruch 1, wobei die erste Richtung (R1) und
20 die zweite Richtung (R2) diametral gegenüber liegen.
3. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, ferner mit einem
Temperierungsfluideinlass (110a) und einem Temperierungsfluidausslass (120a), wobei
25 eine Hohlkörperplatte (20, 21) der zweiten Gruppe an wenigstens zwei
Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe seitlich anstößt und an den beiden
Stoßstellen das innere Volumen (23) der Hohlkörperplatte (20, 21) der zweiten Gruppe
mit den Volumina (13) der beiden benachbarten Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten
Gruppe derart verbunden sind, dass ein Temperierungsfluid von dem
Temperierungsfluideinlass (110a) über das innere Volumen (13) einer ersten
30 Hohlkörperplatte (10a, 11a) der ersten Gruppe in das innere Volumen (23) der
Hohlkörperplatte (20) der zweiten Gruppe und dann über das innere Volumen (13) einer
zweiten Hohlkörperplatte (10b, 11b) der ersten Gruppe zu dem
Temperierungsfluidausslass (120a) fließt.
- 35 4. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die
Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe und die Hohlkörperplatten (20, 21) der
zweiten Gruppe stegförmig ausgebildet sind, wobei eine Mehrzahl von stegförmigen
Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe in Längserstreckungsrichtung (L) parallel
nebeneinander beabstandet angeordnet sind und eine Mehrzahl von stegförmigen
40 Hohlkörperplatten (10, 11) der zweiten Gruppe in Längserstreckungsrichtung (L) parallel
nebeneinander beabstandet angeordnet sind, wobei die parallel nebeneinander
angeordneten stegförmigen Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe und die

parallel nebeneinander angeordneten stegförmigen Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe aneinanderstoßend abwechselnd nebeneinander (11, 20, 10, 21) angeordnet sind und die inneren Volumina (13, 23) der jeweiligen stegförmigen Hohlkörperplatten an Stoßstellen miteinander verbunden sind.

5

5. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit einer dritten Gruppe von Hohlkörperplatten (30), wobei die Hohlkörperplatten (30) der dritten Gruppe gegenüber einer Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes in eine dritte Richtung (R3) geneigt sind, wobei die erste Richtung (R1), die zweite Richtung (R2) und die dritte Richtung (R3) im 120° Winkel zueinander angeordnet sind.
6. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Neigungswinkel (α alpha) der Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung (L) und der Neigungswinkel (α alpha) der Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung (L) vom gleichen Betrag ist.
7. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Hohlkörperplatten (10, 11, 20, 21) über die Längserstreckungsrichtung wenigstens zwei fluidtechnisch getrennte parallele Gesamtvolumina (13a, 23a; 13b, 23b) ausbilden.
8. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe untereinander und die Hohlkörperplatten der zweiten Gruppe (20, 21) untereinander einen übereinstimmenden Abstand in die Längserstreckungsrichtung (L) des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) aufweisen.
9. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Hohlkörperplatten (10, 11) der ersten Gruppe und die Hohlkörperplatten (20, 21) der zweiten Gruppe gegenüber der Längserstreckungsrichtung (L) in einem Winkel (α alpha) von 30° bis 60°, insbesondere in einem Winkel (α alpha) zwischen 40° und 50° geneigt sind.
10. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1) durch ein 3D-Druckverfahren, insbesondere durch ein additives Fertigungsverfahren, insbesondere durch ein Direkt-Metall-Schmelz-Laser-Verfahren (DMLS) hergestellt ist.
11. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung mit einer Mehrzahl von Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen (1, 1a, 1b) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Mehrzahl von Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen (1, 1a, 1b) in Bezug auf eine Längserstreckungsrichtung (L) hintereinander angeordnet sind und ein

- 5 Temperierungsfluidauslass (120a) eines Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1a) mit einem Temperierungsfluideinlass (110b) eines benachbarten Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1b) derart verbunden ist, dass die inneren Volumina (13, 23) an einer Grenze zwischen zwei benachbarten Mischer-Wärmetauscher-Einsätzen (1a, 1b) verbunden sind, sodass ein Temperierungsfluid von einem Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1a) zu einem benachbarten Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1b) fließen kann.
- 10 12. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung gemäß Anspruch 11, wobei die hintereinander angeordneten Mischer-Wärmetauscher-Einsätze (1, 1a, 1b) in Bezug auf die Längserstreckungsrichtung (L) drehversetzt sind, insbesondere um 90° versetzt sind.
- 15 13. Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung, gemäß einem der Ansprüche 11 und 12, wobei die Hohlkörperplatten (10, 11, 20, 21) über die Längserstreckungsrichtung vier fluidtechnisch getrennte parallele Gesamtvolumina (13a, 23a; 13b, 23b; 13c, 23c; 13d, 23d) ausbilden, wobei die parallelen Gesamtvolumina an einem Ende der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung derart verbunden sind, dass ein erstes und ein zweites der Gesamtvolumina (13a, 23a; 13b, 23b) parallel zueinander von einer Temperierungsflüssigkeit durchflossen werden und anschließend ein drittes und ein viertes der Gesamtvolumina (13c, 23c; 13d, 23d) parallel zueinander und anti-parallel zu dem ersten und dem zweiten Gesamtvolumina (13a, 23a; 13b, 23b) durchflossen werden.
- 20 14. Mischer-Wärmetauscher aufweisend:
25 ein fluidführendes Volumen (230) mit einem Fluideinlass (210) und einem Fluidauslass (220), und
30 einen Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 oder einer Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung (100) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei sich der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1) bzw. die Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung (100) in das fluidführende Volumen (230) erstreckt, sodass ein durch den Fluideinlass (210) in das fluidführende Volumen (230) einströmendes Fluid durch die Geometrie des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) bzw. der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz-Anordnung (100) eine Scherbeanspruchung erfährt, bevor das eingeströmte Fluid das fluidführende Volumen (230) durch den Fluidauslass (220) verlässt.
- 35 15. Mischer-Wärmetauscher gemäß Anspruch 14, wobei das fluidführende Volumen (230) über die Längserstreckungsrichtung (L) eine konstante lichte Querschnittsfläche aufweist.
- 40 16. Mischer-Wärmetauscher gemäß einem der Ansprüche 14 und 15, wobei eine Einhüllende des Mischer-Wärmetauscher-Einsatzes (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 eine Querschnittsfläche aufweist, die der konstanten lichten Querschnittsfläche des

fluidführende Volumens (230) des Mischer-Wärmetauschers (200) entspricht, in das der Mischer-Wärmetauscher-Einsatz (1) einzubringen ist.

1/4

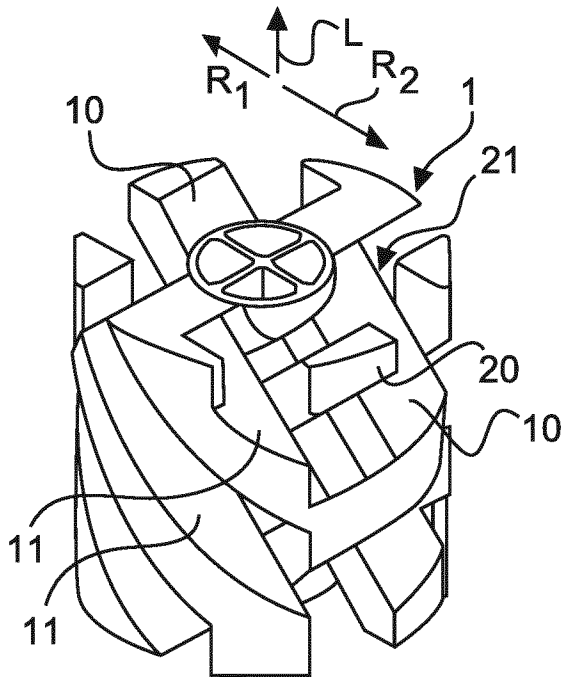


Fig. 1

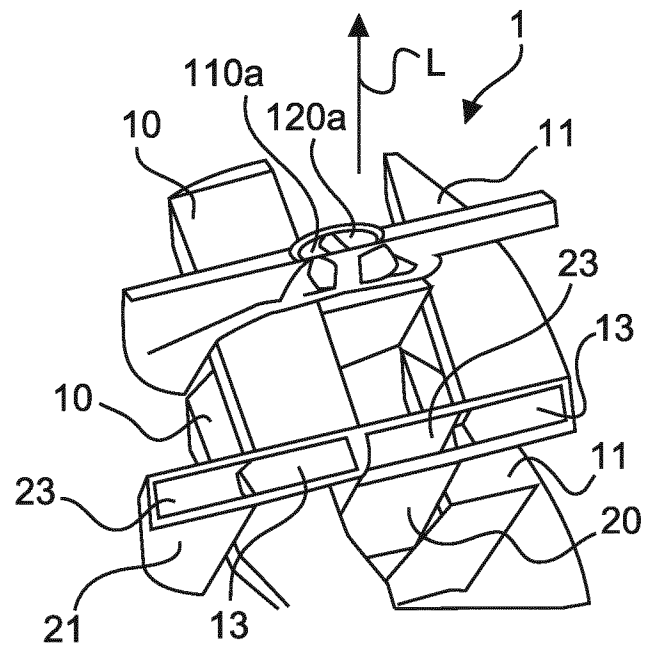


Fig. 2

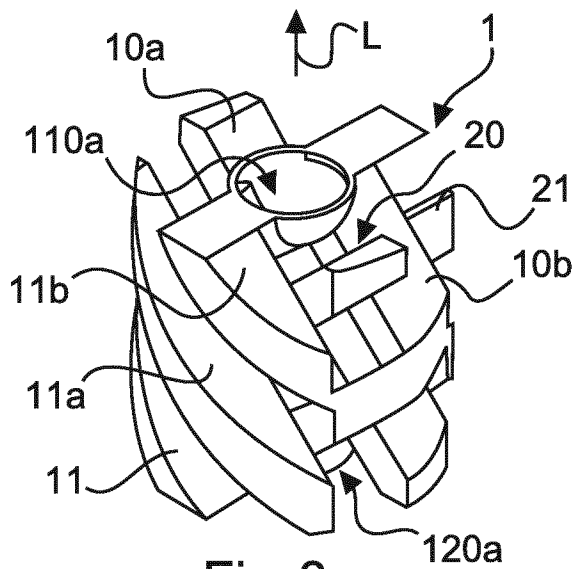


Fig. 3

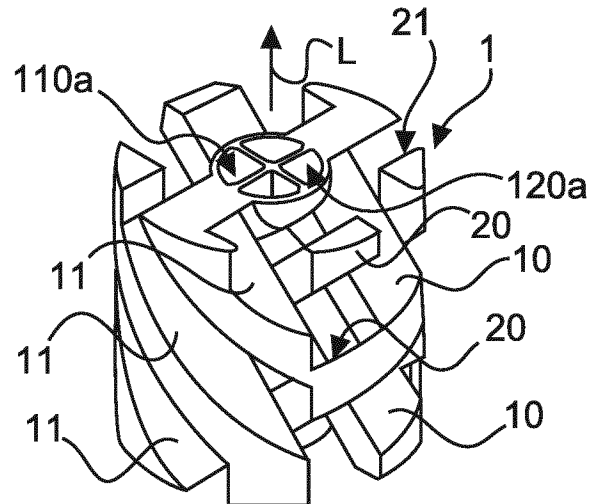


Fig. 4

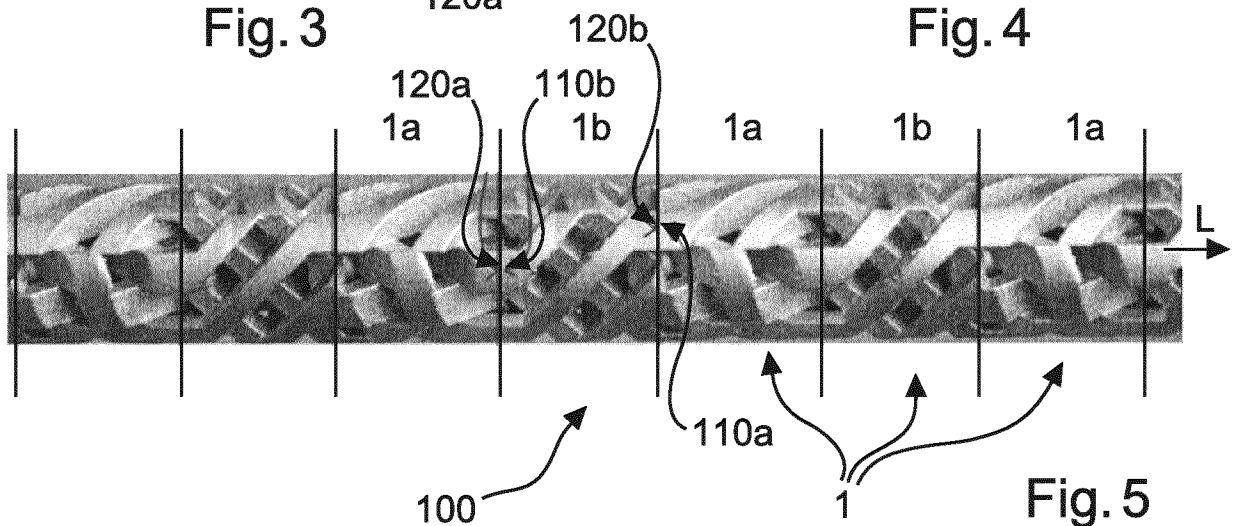
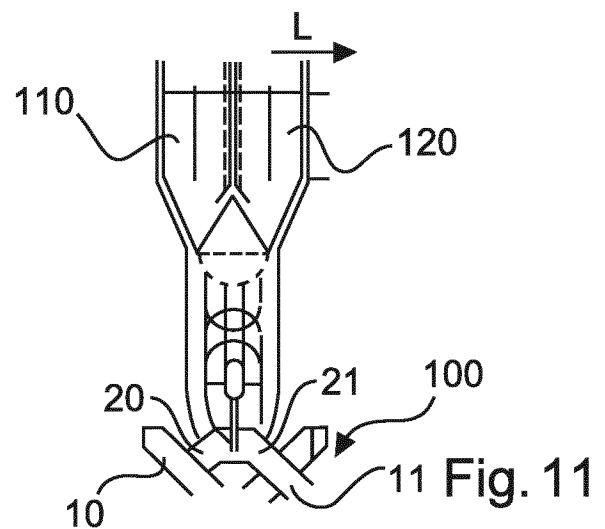
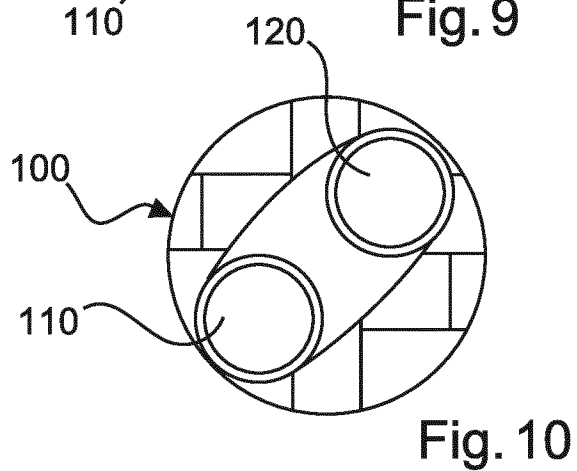
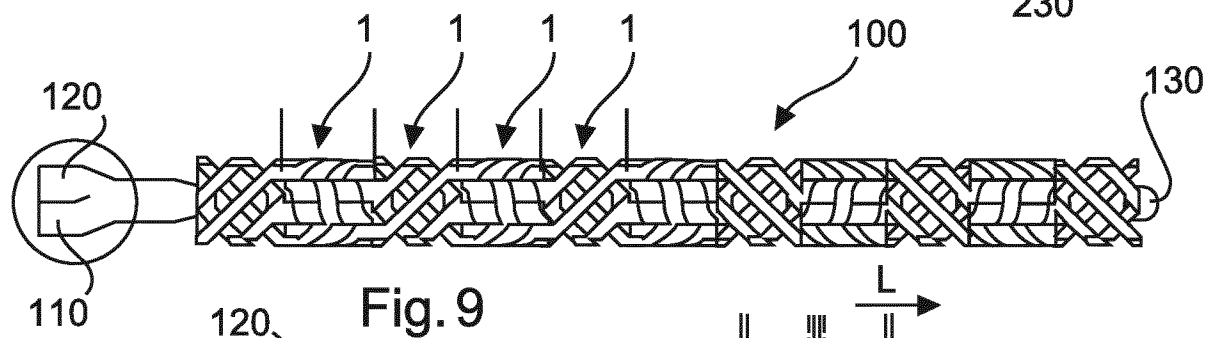
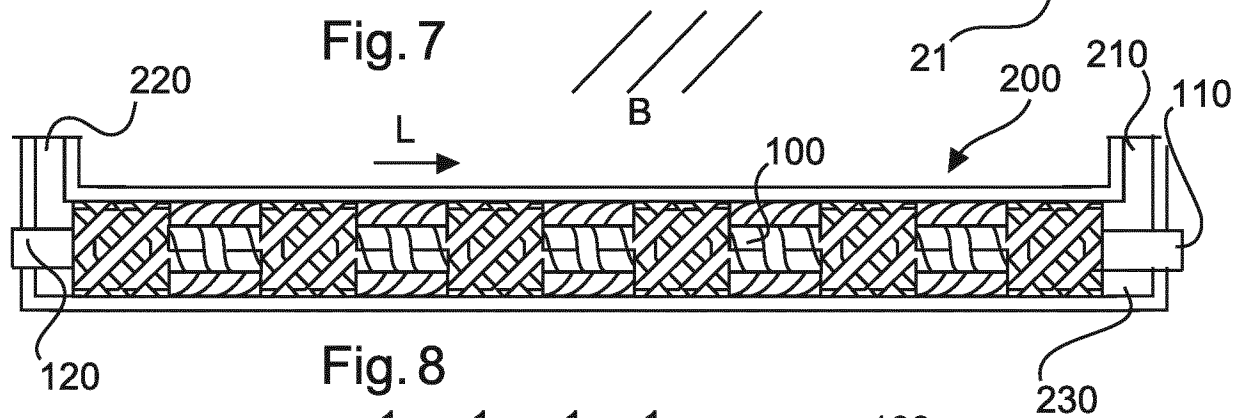
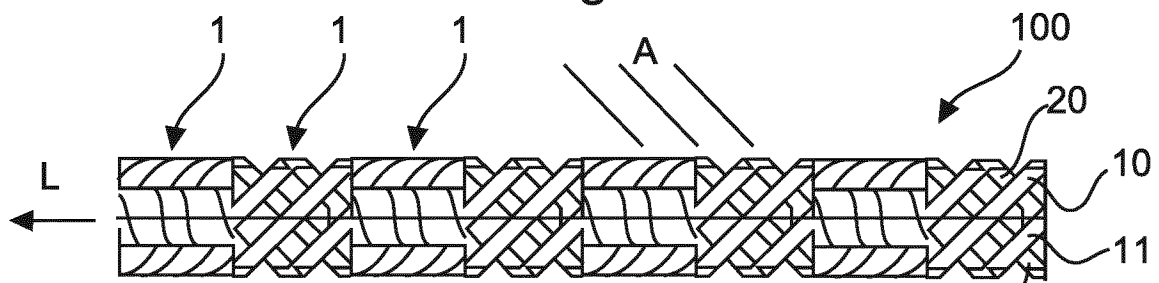
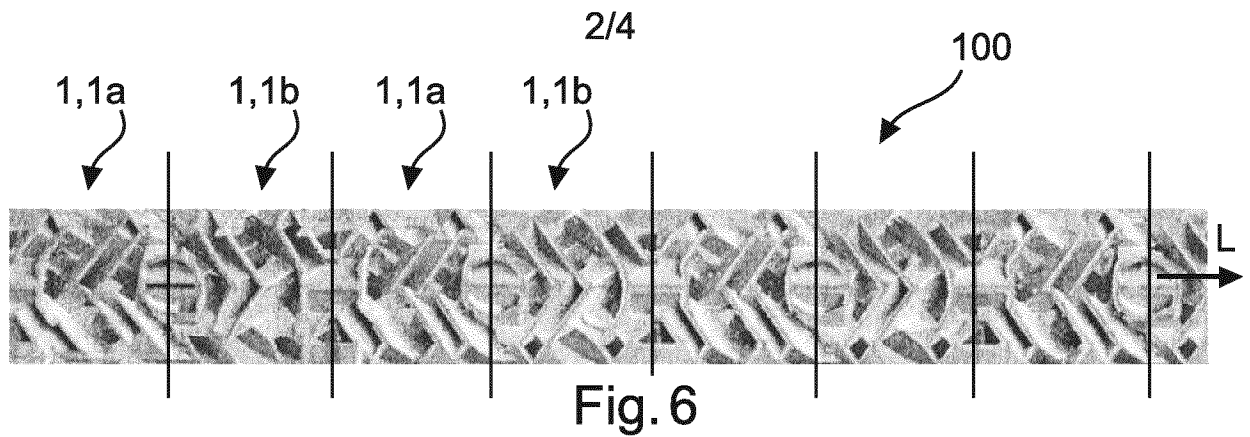


Fig. 5



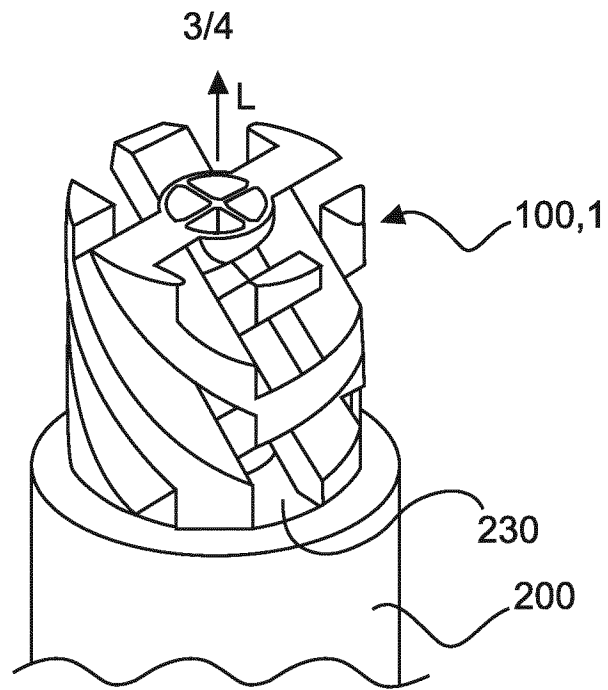


Fig. 12

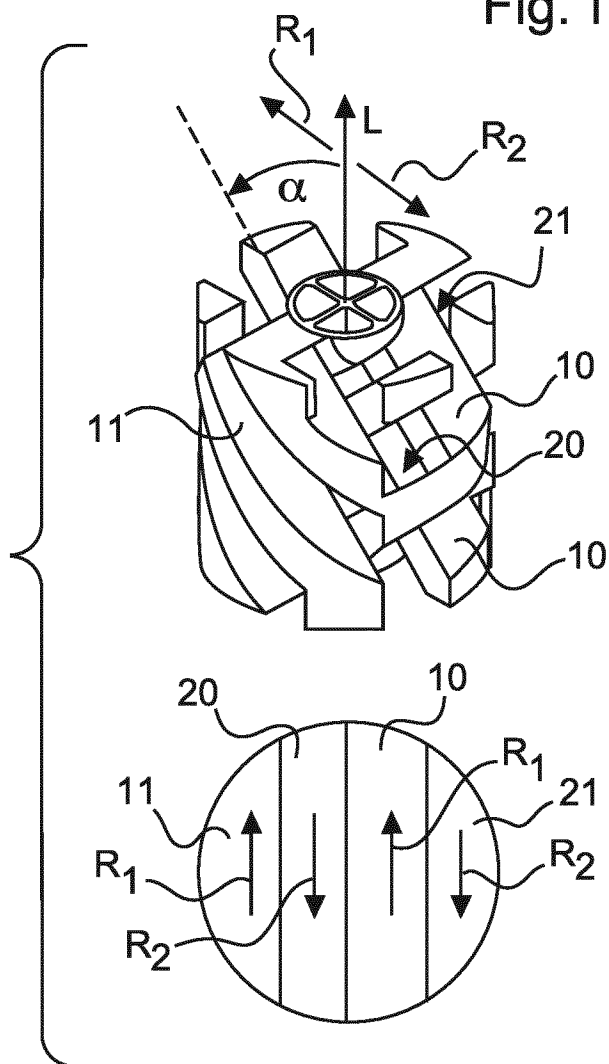


Fig. 13

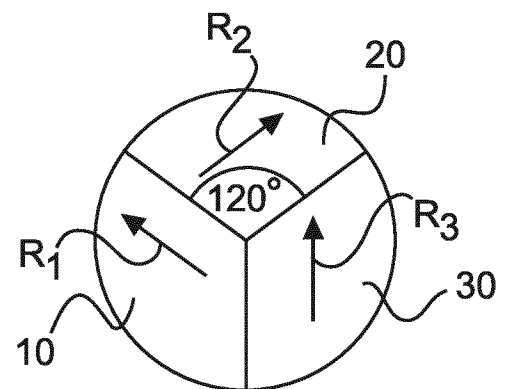


Fig. 14

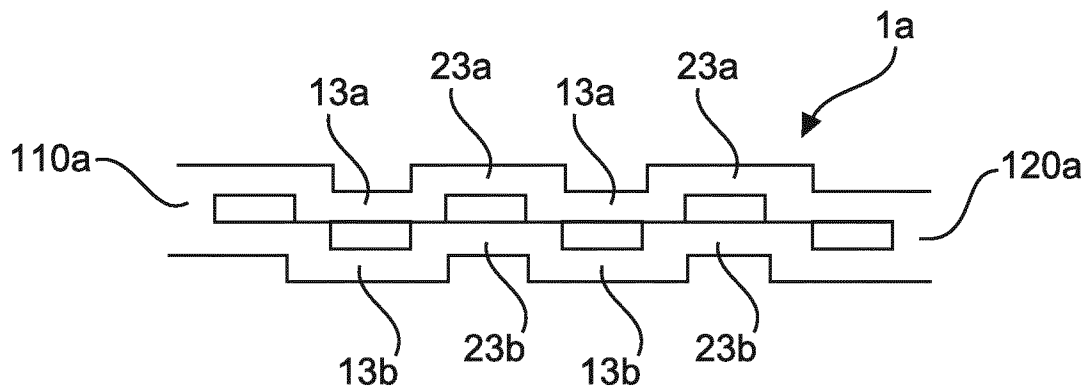


Fig. 15

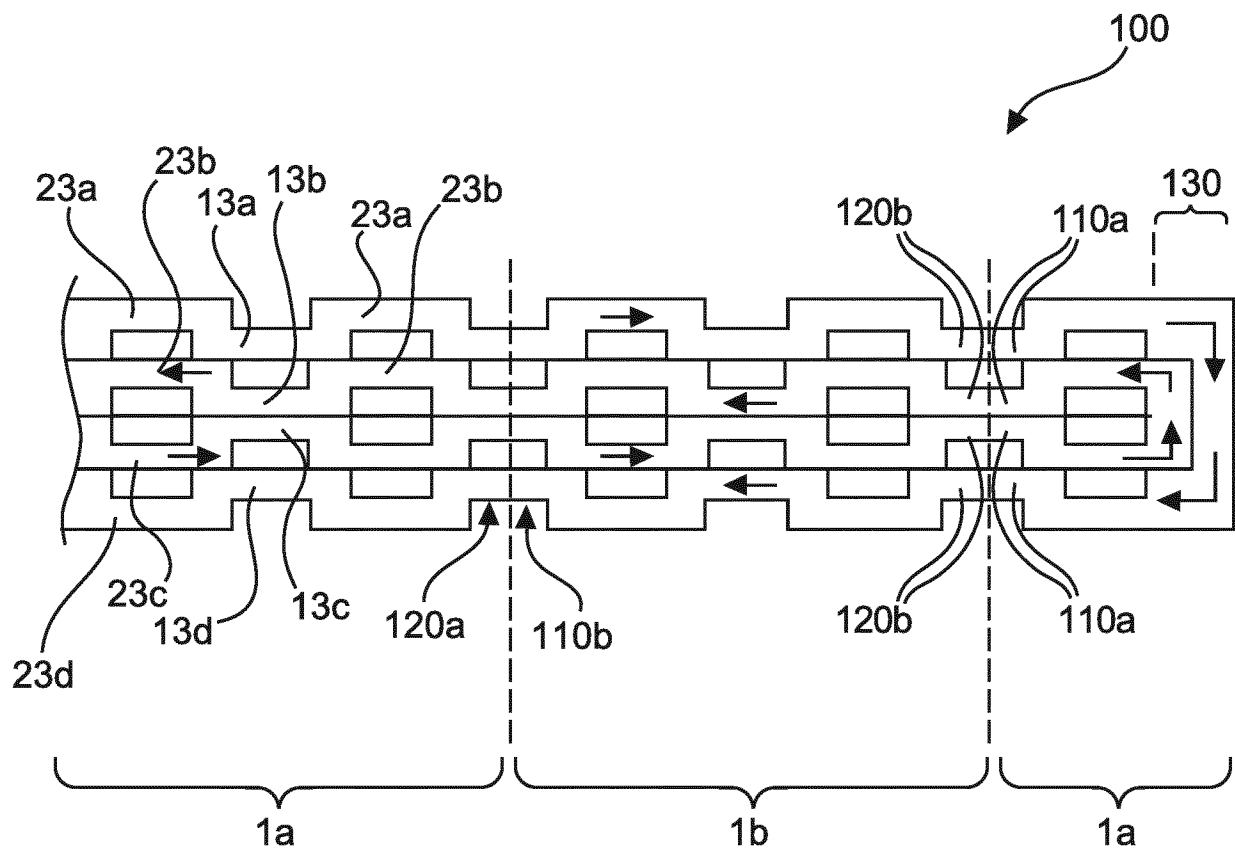


Fig. 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/051811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01F5/06 B01F15/06 F28D7/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01F F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 2 851 118 A1 (PROMIX SOLUTIONS AG [CH]) 25 March 2015 (2015-03-25) paragraph [0001] paragraphs [0019] - [0021] paragraph [0035] paragraphs [0036] - [0039] paragraphs [0049] - [0052] figures 1,2 -----	1,2,6,9, 11-16 3-5,7,8, 10
X	EP 1 123 730 A2 (BAYER AG [DE]) 16 August 2001 (2001-08-16) paragraph [0001] paragraphs [0008] - [0012] paragraph [0019] paragraph [0029] figures 1, 8 -----	1,2,6,9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 April 2017

Date of mailing of the international search report

12/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Posten, Katharina

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051811

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2851118	A1	25-03-2015	EP 2851118 A1 25-03-2015
			JP 2015058429 A 30-03-2015
			US 2015083375 A1 26-03-2015

EP 1123730	A2	16-08-2001	AT 281230 T 15-11-2004
			CA 2333839 A1 08-08-2001
			DE 10005457 A1 09-08-2001
			DE 50104336 D1 09-12-2004
			DK 1123730 T3 14-02-2005
			EP 1123730 A2 16-08-2001
			ES 2232527 T3 01-06-2005
			JP 2001246234 A 11-09-2001
			PT 1123730 E 31-03-2005
			US 2001012235 A1 09-08-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B01F5/06 B01F15/06 F28D7/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B01F F28D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	EP 2 851 118 A1 (PROMIX SOLUTIONS AG [CH]) 25. März 2015 (2015-03-25) Absatz [0001] Absätze [0019] - [0021] Absatz [0035] Absätze [0036] - [0039] Absätze [0049] - [0052] Abbildungen 1,2	1,2,6,9, 11-16 3-5,7,8, 10
X	----- EP 1 123 730 A2 (BAYER AG [DE]) 16. August 2001 (2001-08-16) Absatz [0001] Absätze [0008] - [0012] Absatz [0019] Absatz [0029] Abbildungen 1, 8 -----	1,2,6,9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. April 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Posten, Katharina

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051811

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2851118	A1	25-03-2015	EP 2851118 A1 25-03-2015
		JP 2015058429 A 30-03-2015	
		US 2015083375 A1 26-03-2015	

EP 1123730	A2	16-08-2001	AT 281230 T 15-11-2004
		CA 2333839 A1 08-08-2001	
		DE 10005457 A1 09-08-2001	
		DE 50104336 D1 09-12-2004	
		DK 1123730 T3 14-02-2005	
		EP 1123730 A2 16-08-2001	
		ES 2232527 T3 01-06-2005	
		JP 2001246234 A 11-09-2001	
		PT 1123730 E 31-03-2005	
		US 2001012235 A1 09-08-2001	
