



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.2021 Patentblatt 2021/45

(51) Int Cl.:
F28F 9/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21020233.9**

(22) Anmeldetag: **23.04.2021**

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

(71) Anmelder: **Streiff, Felix**
8457 Humlikon (CH)

(72) Erfinder: **Streiff, Felix**
8457 Humlikon (CH)

(30) Priorität: **06.05.2020 CH 5442020**

(54) **BAUGRUPPEN/EINBAUELEMENTE AUS UMLENKFLÄCHEN MIT TRENNSTEGEN FÜR DEN EINBAU IN ROHRE/KANÄLE ODER IN DEN MANTELRAUM VON ROHRBÜNDEL-WÄRMETAUSCHERN**

(57) Die Erfindung betrifft Baugruppen/Einbauelemente aus Umlenkflächen (2,2') die quer zur Strömungsrichtung verlaufen mit Fenstern (3,4,3',4') und mit Trennstegen (5,6,5',6') für den Einbau in ein Gehäuse (1) als statischer Mischer und/oder als Umlenkbleche mit Fenstern und mit Trennstegen für den Einbau in den Mantelraum von Rohrbündel-Wärmetauschern, vorzugsweise im laminaren Strömungsbereich bei hochviskosen Medien. Im Gegensatz zu den bekannten Grundstrukturen sind bei den erfindungsgemässen Einbauelementen die Umlenkflächen über die Trennstege am Eintritt hinaus in Richtung der Trennstege auf der Austrittsseite derart verlängert dass die Fensterflächen kleiner sind und die Querausbreitung der Strömung auf der Austrittsseite der Umlenkflächen ausschliesslich in Richtung der Stege auf der Austrittsseite erfolgt. Die Schichtdicken bei der Anwendung als statischer Mischer fallen dabei viel gleichmässiger aus als bei den bekannten Grundstrukturen aus.

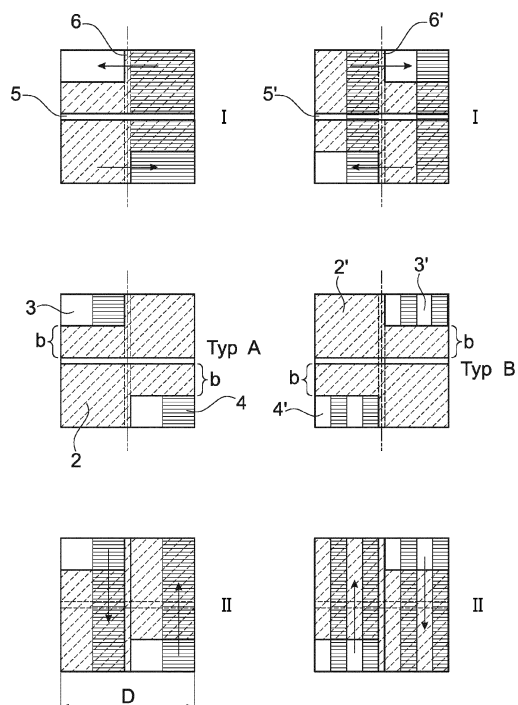


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft Baugruppen, die insbesondere als Einbauelemente ausgestaltet sein können, mit Trennstegen für den Einbau in Rohre oder Kanäle als statische Mischer und/oder als Umlenkbleche mit Trennstegen für den Einbau in den Mantelraum von Rohrbündel-Wärmetauschern, vorzugsweise im laminaren Strömungsbereich bei hochviskosen Medien. Weiter betrifft die Erfindung statische Mischer und Rohrbündel-wärmetauscher mit derartigen Baugruppen.

Stand der Technik

[0002] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt und zwei Querschnitte bisher bekannter Einbauelemente aus Umlenkflächen mit den Trennstegen als statischen Mischer eingebaut in einem Gehäuse (1). Die Einbauelemente bestehen aus jeweils einer Umlenkfläche und mindestens je 1 Trennsteg auf der in Strömungsrichtung gesehenen Eingangs- (I) und Ausgangsseite (II) der Umlenkfläche. Die Stege auf der Eingangsseite und auf der Ausgangsseite der Umlenkfläche stehen dabei vorzugsweise in einem Winkel von 90° oder nahezu 90° zueinander. Ein statischer Mischer besteht aus mindestens 1 Einbauelement Typ A und einem in Strömungsrichtung folgenden Einbauelement Typ B wobei sich die Fenster- und die geschlossenen Teilflächen der Umlenkflächen der in Strömungsrichtung folgenden Elemente Typ A und Typ B jeweils abwechseln bzw. abdecken. Die axiale Länge der Trennstege beträgt vorzugsweise 0.25 bis 0.5D. Die Trennstege auf der Eintrittsseite können dabei auch kürzer oder länger sein als diejenigen auf der Austrittsseite. Umlenkflächen und zugehörige Trennstege eines Einbauelements oder einer Baugruppe können durch Schweissen, Löten, Kleben etc. miteinander verbunden sein oder einzeln oder als Baugruppe mehrerer Einbauelemente als ein monolithisches Bauteil aus Kunststoff-Spritzguss, Präzisionsguss oder additiv als 3D-Druck hergestellt sein. Diese Grundstruktur der mischenden Innenteile aus Umlenkflächen mit Fenstern und Trennstegen und ihre Funktionsweise als statische Mischer wird bereits in der EP 0749776 oder EP 0815929 ausführlich beschrieben. In diesen Patentschriften sind auch Varianten mit mehreren Fenstern in der Umlenkfläche und mehreren Trennstegen offenbart wobei aber die Anzahl der Trennstege auf der Ein- und Austrittsseite immer gleich gross ist.

[0003] In EP 1 426 099 wird eine weitere Variante mit 3 Fenstern aber nur 1 Trennsteg auf der Eintrittsseite und 2 Trennstegen auf der Austrittsseite beschrieben. Es sind noch weitere von diesen Patenten abgeleitete Varianten mit dem gleichen Funktionsprinzip bekannt. Bei all diesen bekannten, statischen Mixern entspricht die Grösse der Fenster in der Umlenkfläche genau der durch die Trennstege abgegrenzten Teilfläche wie in Fig.

1 dargestellt. Bei z.B. 2 Fenstern beträgt deren Grösse also je ca. $\frac{1}{4}$ der ganzen Querschnittsfläche. Diese statischen Mischer können in Rohre oder auch in Gehäuse mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt eingebaut sein. In EP 3 338 882 A1 wird eine Ausführungsvariante der Umlenkflächen offenbart bei der die Fenster wesentlich kleiner sind als die maximale Öffnung die durch die Trennstege begrenzt würden und eine beliebige Form haben oder vorzugsweise Bohrungen sind. Durch diese engen Fenster sollen hohe Scherkräfte zur besseren Mischung bei unterschiedlichen Viskositäten der Komponenten erzeugt werden.

[0004] Alle beschriebenen Einbauelemente weisen bei der Verwendung als statischer Mischer den Nachteil auf, dass die Anzahl der gebildeten Schichten näherungsweise den erwarteten Modellen entspricht aber diese Schichten sehr unterschiedliche Dicken aufweisen, ungleichmässig über den Querschnitt verteilt sind und/oder dass die Schichten nicht voll ausgebildet sind. Anhand von Schnittbildern hergestellt mit rasch härtendem Polyesterharz kann gezeigt werden, dass die maximale Grösse einer Inhomogenität (Schichtdicke) schon nach wenigen Elementen gegenüber dem idealen Gesetz der Schichtenbildung um Grössenordnungen abweicht bzw. das ideale Mischverhalten nie erreicht wird.

Darstellung der Erfindung

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es die gleichmässige Ausbildung der Schichten in derartigen statischen Mixern wesentlich zu verbessern und dem Idealfall anzunähern und die Scherkräfte und die Dehnung zu erhöhen ohne den Druckverlust wesentlich zu erhöhen oder tote Zonen zu schaffen. Gleichzeitig sollen derartige Einbauelemente auch in den Mantelraum von Rohrbündel-Wärmetauschern zur Quermischung und Verbesserung des Wärmeübergangs eingebaut werden können.

[0006] Es hat sich überraschend gezeigt, dass die erfindungsgemässe Aufgabe dadurch gelöst werden kann indem die Fenster gegenüber der maximalen Grösse der bekannten Grundstrukturen in der erfindungsgemässen Art verkleinert werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die Umlenkflächen über die Trennstege auf der Eintrittsseite (I) hinaus in Richtung der Trennstege auf der Austrittsseite derart um die Länge b verlängert sind, dass die Querausbreitung der Strömung auf der Austrittsseite (II) der Umlenkflächen ausschliesslich in Richtung der Stege auf der Austrittsseite erfolgt und die Fensterflächen gegenüber den maximalen, durch die Trennstege begrenzten Teilflächen verkleinert sind.

[0007] Durch die erfindungsgemässe Verkleinerung der Fensterflächen wird die Dehnung der Strömung auf der Austrittsseite vergrössert und sie erfolgt ausschliesslich in der durch die Stege vorgegebenen Richtung. Die Strömung und die Schichten werden maximal auseinandergezogen und die Schichtdicke wird gleichmässiger und damit geringer als bei den bekannten Grundstrukturen. Durch die bessere Mischwirkung und die höheren

Strömungsgeschwindigkeiten wird ausserdem der Wärmeübergang verbessert.

[0008] Bei einer beliebigen Verkleinerung der Fensterflächen wie z.B. in EP 3 338 882 A1 dagegen würde sich die Strömung nach dem Durchtritt durch die Fenster auch quer zu der durch die Trennsteg auf der Austrittsseite vorgegebenen Richtung ausdehnen und dabei würde die Schichtdicke wieder zunehmen. Ausserdem entstehen dabei auf der Austrittsseite der Umlenflächen durch die Strömung quer zum Steg zusätzliche Totzonen und Gebiete mit geringer Strömung.

[0009] Die Trennsteg reichen bei den erfindungsgemässen Einbauelementen wie auch bei den bekannten Grundstrukturen von Wand zu Wand und unterteilen damit den ganzen Querschnitt in abgegrenzte Bereiche mit entgegengesetzten Querströmungsrichtungen hin zu den jeweiligen Fenstern und auf jeweils gegenüberliegende Seiten der Trennsteg auf der Austrittsseite. Unter dem Ausdruck von "Wand zu Wand" ist insbesondere gemeint, dass mindestens ein Trennsteg der Baugruppe zwischen gegenüberliegenden Wandbereichen verläuft.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Eine bisher bekannte Grundstruktur ist in Fig. 1 dargestellt. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den weiteren Zeichnungen Fig. 2 bis Fig. 11 dargestellt. Im Folgenden werden die Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 Einen statischen Mischer mit bisher bekannter Grundstruktur im Längs- und mit zwei Querschnitten

Fig. 2 zeigt eine Ansicht des Querschnittes im Eintrittsraum (I), beim Durchtritt durch die Umlenfläche und im Austrittsraum (II) bei 2 Fenstern und je 1 Steg auf der Ein- und Austrittsseite für ein Einbauelement Typ A und das folgende Einbauelement Typ B bei einer erfindungsgemässen Form mit im Vergleich zur Grundstruktur halbierten Fensterfläche und quadratischem Querschnitt. Angedeutet ist schematisch der ideale Ablauf der Verschichtung und Dehnung wenn 2 Komponenten im Verhältnis 1:1 am Eintritt aufgegeben werden. Die Pfeile zeigen die Querströmungsrichtungen.

Fig. 3 zeigt eine analoge Darstellung wie Fig. 2 für den Fall, dass 3 Fenster aber nur 1 Steg auf der Eintrittsseite und 2 Stege auf der Austrittsseite vorhanden sind für ein Einbauelement Typ A und das folgende Einbauelement Typ B nach der erfindungsgemässen Ausführungsform.

Fig. 4 zeigt ebenfalls eine analoge Darstellung wie

Fig. 2 bei 3 Fenstern und je 2 Stegen auf der Ein- und Austrittsseite für ein Einbauelement Typ A und das folgende Einbauelement Typ B nach der erfindungsgemässen Ausführungsform.

Fig. 5 zeigt die gemessene maximale Schichtdicke für einen erfindungsgemässen statischen Mischer (SQ) mit 2 Fenstern mit halbierten Fensterflächen im Vergleich zur Grundstruktur nach EP 0749776 mit ebenfalls 2 Fenstern.

Fig. 6 zeigt eine besonders günstige Ausführung einer Vielzahl von erfindungsgemässen Einbauelementen in einer ganzen Baugruppe als Mischerstange mit stützenden und verbindenden Seitenwänden zum Einbau in ein quadratisches Gehäuse. Dargestellt ist ein Längsschnitt und ein Grundriss.

Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemässes Einbauelement mit Umlenflächen mit 2 Fenstern mit keilförmiger Verdickung der Umlenfläche auf der Austrittsseite und Rundungen zur Verminderung von toten Zonen.

Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemässes Einbauelement mit Umlenflächen mit 2 Fenstern bei dem die Erweiterung der abgedeckten Flächen über Kanalbreite unterschiedlich gross ist und die Kante des Fensters schräg verläuft.

Fig. 9 zeigt eine Ausführung von erfindungsgemässen Einbauelementen mit Umlenflächen mit 2 Fenstern und je 1 Steg auf der Ein- und Austrittsseite zum Einbau in den Mantelraum eines Rohrbündelwärmetauschers mit 12 Rohren.

Fig. 10 zeigt eine Ausführung von erfindungsgemässen Einbauelementen in einer Ausführung mit 3 Fenstern und 1 Steg auf der Eintrittsseite und 2 Stegen auf der Austrittsseite zum Einbau in den Mantelraum eines Rohrbündelwärmetauschers mit 24 Rohren.

Fig. 11 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Rohrbündels mit erfindungsgemässen Einbauelementen in einer Ausführung nach Fig. 9

Ausführungsbeispiele

[0011] Fig. 2 zeigt die erfindungsgemässe Verlängerung der Umlenflächen am Beispiel mit 2 Fenstern und je 1 Trennsteg auf der Eintritts- und Austrittsseite anhand von Querschnittsbildern für einen quadratischen Querschnitt. Fig. 2 oben zeigt einen Querschnitt im Eintritts-

raum (I) mit der zugehörigen Querströmungsrichtung entlang dem Trennsteg 5 auf der Eintrittsseite, einen Querschnitt beim Durchtritt durch die Umlenkfläche in den Fenstern 3,4 in der Mitte bzw. in der Fensterebene und einen Querschnitt im Austrittsraum (II) mit der Ausdehnungsrichtung entlang dem Trennsteg 6 auf der Austrittsseite bei 2 Fenstern und je 1 Trennsteg auf der Ein- und Austrittsseite für ein Einbauelement Typ A (linke Bildhälfte) bei einem erfindungsgemässen Einbauelement. Angedeutet ist schematisch der Ablauf der Verschichtung und Dehnung wenn 2 Komponenten (grau/weiss) im Verhältnis 1:1 am Eintritt eines derartigen statischen Mischers aufgegeben werden. Die Farbe grau ist in den Bildern horizontal gestreift dargestellt. In der rechten Bildhälfte ist der weitere Vorgang der Verschichtung im folgenden Einbauelement Typ B mit versetzten Fenstern in gleicher Weise dargestellt. Nach dem idealen Modell entstehen so im ersten Element Typ A aus 2 vier Schichten und dann im folgenden Einbauelement aus 4 acht Schichten gleicher Dicke usw. Diese Anordnung ist relativ unempfindlich auf die Lage der Verschichtung am Eintritt des ersten Einbauelementes. Bei falscher Lage, parallel zum Trennsteg am Eintritt geht lediglich dieses Einbauelement für die Verschichtung verloren. Die Verschichtungsrichtung wird dabei um 90° gedreht im ersten Einbauelement und der Vorgang läuft anschliessend normal weiter. Durch die Verlängerungen der Umlenkflächen in der erfindungsgemässen Form um die Länge (b) wird die offene Fensterfläche verkleinert, die Strömung stärker komprimiert und die Scherung erhöht. Die Schichtdicken fallen viel gleichmässiger aus weil die anschliessende Dehnung auf der Austrittsseite intensiviert wird. Die Dehnung ausgehend vom engsten Fensterquerschnitt erfolgt nur in der durch die Trennstege am Austritt vorgegebenen Richtung und nicht quer dazu. Vorzugsweise wird die Verlängerung so gewählt, dass die freie Fensterfläche etwa halbiert wird. Die Länge b kann auch über die Kanalbreite variabel sein und die Begrenzungskante kann schräg oder in einer gekrümmten Linie erfolgen, vergl. Fig. 8.

[0012] Fig. 3 zeigt die gleichen Darstellungen wie bei Fig. 2 einer erfindungsgemässen Ausführungsform für den Fall, dass 3 Fenster 3,4,5 und nur 1 Trennsteg 6 auf der Eintrittsseite aber 2 Trennstege 7,8 auf der Austrittsseite vorhanden sind. Hier erfolgt die erfindungsgemässe Verlängerung (b) der geschlossenen Umlenkfläche ebenfalls in allen Fenstern und ausschliesslich in der Richtung der Trennstege auf der Austrittsseite. Dargestellt ist der Vorgang der modellmässigen Verschichtung im ersten Einbauelement Typ A (linke Bildhälfte) und im folgenden Einbauelement Typ B (rechte Bildhälfte) mit versetzten Fenstern. Es ist eine Besonderheit dieser Anordnung, dass die Richtung der Verschichtung im ersten Einbauelement um 90° gedreht wird und dass die Lage der Schichten am Eintritt parallel zum Trennsteg am Eintritt verlaufen muss. Bei falscher Dosierung erfolgt nur eine dauernde Rekombination der gleichen Schichten und folglich findet keine Vermischung statt! Fig. 4 zeigt

wiederum die gleiche Darstellung wie bei Fig. 2 oder Fig. 3 bei 3 Fenstern 3,4,5 und je 2 Trennstegen (auf der Ein-6,7 und Austrittsseite 8,9) für ein Einbauelement Typ A und rechts für das folgende Einbauelement Typ B nach der erfindungsgemässen Ausführungsform. Dabei ist die Grösse der Fenster gegenüber der Grundstruktur halbiert dargestellt. Bei Fenster 5 wird die Verlängerung um den Betrag (b/2) gleichmässig entsprechend der beidseitigen Ausbreitungsrichtung auf der Austrittsseite aufgeteilt. Angedeutet ist schematisch der Ablauf der Verschichtung und Dehnung wenn 2 Komponenten im Verhältnis 1:1 am Eintritt aufgegeben werden. Es ist ebenfalls eine Besonderheit dieser Anordnung, dass die Richtung der Verschichtung im ersten Einbauelement 90° gedreht zu den Trennstegen am Eintritt verlaufen muss. Bei falscher Dosierung erfolgt nur eine dauernde Rekombination der gleichen Schichten und folglich findet keine Vermischung statt!

[0013] Es wurden Versuche mit rasch aushärtendem, hochviskosen Polyesterharz mit erfindungsgemässen Baugruppen bzw. Einbauelementen mit quadratischem Querschnitt gemacht. Zwei verschieden eingefärbte Komponenten wurden im Verhältnis 1:1 durch den statischen Mischer mit erfindungsgemässen Einbauelementen mit Umlenkflächen mit 2 Fenstern gepresst. Die Fensterfläche betrug 50% der maximalen durch die Trennstege begrenzten Teilfläche. Nach dem Aushärten wurde der Mischer nach jedem Einbauelement quer aufgeschnitten und die Schnittbilder nach der grössten messbaren Schichtdicke l ausgewertet. Zum Vergleich wurde derselbe Versuch auch mit einem statischen Mischer nach dem Stand der Technik mit den Fensterflächen gemäss EP 0749776 mit 2 Fenstern bzw. 2 Löchern durchgeführt. Dieser statische Mischer hatte ebenfalls den gleichen, quadratischen Querschnitt und die gleiche Länge der Einbauelemente. Fig. 5 zeigt das Resultat für einen erfindungsgemässen Mischer (SQ) mit halbiertem Fensterfläche im Vergleich zum Mischer gemäss dem Stand der Technik EP 0749776 (2L). Dabei ist l₀ die Schichtdicke am Eintritt der Mischer. Es zeigt sich eine deutliche Reduktion der maximalen Schichtdicke l und somit eine Verbesserung der Schichtbildung (Mischwirkung) gegenüber dem Stand der Technik. Vergleiche der Homogenisierungslänge für einen Variationskoeffizienten COV = 1% bei einer Mischung 1:1 mit ähnlichen Viskositäten zeigen eine Reduktion von 20 - 25% für eine erfindungsgemässe Ausführung gegenüber dem Stand der Technik. Der Druckverlustbeiwert steigt dabei etwas an aber auch nur um 20 - 25% wenn die Fensterflächen im Vergleich zur Grundstruktur etwa halbiert werden. Somit ergibt sich durch die geringere Länge kein höherer Druckverlust für die Homogenisierung. Diese Verkürzung der notwendigen Mischerlänge bei gleichem Druckverlust bedeutet einen grossen Vorteil in der praktischen Anwendung, besonders bei Einwegmischern für die Applikation von aushärtenden Harzen und Klebern. Bei unterschiedlichen Viskositäten der Komponenten mit einem Verhältnis der Viskositäten von mehr

als 1:100 bilden sich mischresistente Stromfäden die eine grössere Homogenisierungslänge verursachen. Solche Stromfäden bilden sich bei der bisher bekannten Grundstruktur bevorzugt im Bereich der Umströmung der Stege und in der Mitte der Fenster in der Nähe der Gehäusewand aus. Durch die erfindungsgemässen Verlängerungen der Umlenkflächen wird die direkte Umströmung der Stege verhindert und die niederviskosen Stromfäden werden abgedrängt und stärker geschert. Dadurch wird die Mischung günstig beeinflusst. Um besonders grosse Scherkräfte bei sehr grossen Viskositätsunterschieden zu erzeugen kann die Verlängerung b in der erfindungsgemässen Richtung auch soweit gehen, dass nur noch ein kleines Fenster mit hoher Schergeschwindigkeit offen bleibt.

[0014] Zur mechanischen Verstärkung der Grundstruktur sind viele Möglichkeiten bekannt die natürlich auch auf diese Ausführungsform anwendbar sind. So werden die Einbauelemente durch axiale Stützen oder Seitenwände untereinander verbunden oder die Einbauelemente werden bei besonders hohen Anforderungen an die Druckfestigkeit in einen tragenden Ring eingebaut oder bilden ein monolithisches Teil mit diesem Ring. Eine besonders günstige Ausführung für Baugruppen als ganze Mischerstangen aus erfindungsgemässen Einbauelementen wird in Fig. 6 dargestellt. Hier erstrecken sich die Verstärkungen (Seitenwände) 7 am Rand über mehrere Einbauelement bzw. eine ganze Mischerstange. Diese Verstärkungen sind so angeordnet, dass die Mischerstange trotzdem durch ein einfaches Auf/Zu Werkzeug z.B. aus Kunststoff-Spritzguss hergestellt werden kann. Zum Einbau der Mischer in ein kreisrundes Gehäuse bzw. Rohre werden diese Verstärkungen vorteilhaft mit dem Querschnitt von Kreisabschnitten ausgebildet. Es entsteht dann ein Mischer mit nahezu rechteckigem Querschnitt. Quadratische oder leicht rechteckige Querschnitte ergeben gleichmässige Schichten als runde Querschnitte.

[0015] Zur weiteren Verminderung von mischresistenten Stromfäden kann es günstig sein periodisch Einbauelemente mit unterschiedlicher Anzahl Fenster und Trennstegen in eine Mischerstange einzubauen. Dies wird in Fig. 6 beispielhaft dargestellt. In eine Mischerstange mit Einbauelementen nach Fig. 2 mit 2 Fenstern und 2 Trennstegen 30 wird mindestens ein Einbauelement nach Fig. 3 mit 3 Fenstern und 3 Trennstegen 31 eingebaut. Dadurch werden präferenzielle Pfade unterbrochen. Im Einbauelement 31 erfolgt zudem eine Drehung der Richtung der Verschichtung und eine Umkehr von Innen nach Aussen.

[0016] Zur Vermeidung von Totzonen können die Umlenkflächen insbesondere im Austrittsraum (II) jeweils in Richtung der Ausbreitung der Strömung keilförmig zur Wand hin verdickt sein wie Fig. 7 zeigt (8). Ausserdem können die Ecken ausgefüllt und gerundet sein. Dies ist bei Bauteilen aus Spritzguss oder nach einem additiven Verfahren leicht möglich.

[0017] Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch ein erfin-

dungsgemässes Einbauelement mit Umlenkflächen mit 2 Fenstern bei dem die Erweiterung der abgedeckten Flächen über die Kanalbreite unterschiedlich gross ist und die Kante des Fensters schräg verläuft.

[0018] Es ist auch möglich diese Baugruppen/Einbauelemente aus Umlenkblechen mit Trennstegen in den Mantelraum eines Rohrbündelwärmetauschers anstelle der üblichen Umlenkbleche einzubauen und damit das Produkt im Mantelraum beim Wärmeaustausch gleichzeitig dauernd zu mischen und den Wärmeübergang zu verbessern wenn die geschlossenen Umlenkflächen Bohrungen entsprechend der Rohrteilung des Rohrbündels aufweisen. Durch diese erfindungsgemässen Einbauelemente wird insbesondere die Ausbildung einer Maldistribution bei viskosen Produkten dank der Quermischung vermieden. Für eine gute Wärmeübertragung an die Rohre ist es erwünscht, dass die gesamte freie Fensterfläche einer Umlenkfläche nur 20 bis 30% der Querschnittsfläche beträgt. Bei der bekannten Grundstruktur beträgt die freie Fensterfläche dagegen nahezu 50%. Durch die erfindungsgemässe Verlängerung der Umlenkflächen über die Trennstege am Eintritt hinaus kann die Fensterfläche wie gewünscht verkleinert werden ohne dass schwach durchströmte Zonen entstehen oder die Verweilzeitverteilung ungünstig beeinflusst wird und die Mischwirkung wird zusätzlich verbessert.

[0019] Fig. 9 zeigt eine Ausführung mit 12 Rohren mit Umlenkflächen mit 2 Fenstern und je 1 Trennsteg auf der Ein- und Austrittsseite. Dabei ist D_M der Innendurchmesser des nicht dargestellten Mantels des Rohrbündelwärmetauschers.

[0020] Fig. 10 zeigt eine Ausführung mit 3 Fenstern und 1 Trennsteg auf der Eintrittsseite und 2 Trennstegen auf der Austrittsseite bei einem Rohrbündel mit 24 Rohren. Die Fenster und geschlossenen Flächen bei aufeinanderfolgenden Einbauelementen sind jeweils abwechselnd angeordnet so dass kein direkter, axialer Durchtritt möglich ist. Für den möglichst einfachen Einbau der Trennstege ist eine quadratische Rohrteilung des Rohrbündelwärmetauschers von Vorteil.

[0021] Fig. 11 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Rohrbündels ohne Mantelrohr mit Umlenkflächen nach Fig. 9.

Patentansprüche

1. Baugruppen, insbesondere Einbauelemente, aus Umlenkflächen (2,2') die quer zur Strömungsrichtung verlaufen mit Fenstern (3,4,3',4') und mit Trennstegen (5,6,5',6') für den Einbau in ein Gehäuse, Rohr oder Kanäle (1) als statischer Mischer und/oder als Umlenkbleche mit Trennstegen für den Einbau in den Mantelraum von Rohrbündel-Wärmetauschern, vorzugsweise im laminaren Strömungsbereich bei hochviskosen Medien, mit mindestens einem Trennsteg von Wand zu Wand der parallel zur Strömungsrichtung verläuft auf der Eintrittsseite (I)

- und mindestens einem Trennsteg von Wand zu Wand der parallel zur Strömungsrichtung verläuft auf der Austrittsseite (II) der die Trennstege auf der Eintrittsseite vorzugsweise in einem Winkel von 90° kreuzt und mindestens je einem Fenster zu jeder Seite der Trennstege durch das die Strömung von der Eintrittsseite zu einer jeweils gegenüberliegenden Seite eines Steges auf der Austrittsseite führt **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkflächen über die Trennstege am Eintritt hinaus in Richtung der Trennstege auf der Austrittsseite derart verlängert sind, dass die Querausbreitung der Strömung auf der Austrittsseite der Umlenkflächen ausschliesslich in Richtung der Stege auf der Austrittsseite erfolgt und die Fensterflächen gegenüber den maximalen, durch die Trennstege begrenzten Teilflächen verkleinert sind.
2. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher aus Baugruppen, insbesondere aus Einbauelementen, mit Umlenkflächen, Trennstegen und Fenstern nach Anspruch 1.
 3. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** geschlossene Umlenkflächen und offene Fenster aufeinanderfolgender Elemente derart versetzt sind, dass die Fenster auf in Strömungsrichtung aufeinanderfolgender Einbauelemente abgedeckt werden.
 4. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 2 oder Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fensterflächen aufeinanderfolgender Mischelemente verschieden gross sind.
 5. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 2 oder Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Fenster und/oder Trennstege mindestens eines der aufeinanderfolgender Einbauelemente verschieden gross sind.
 6. Statischer Mischer nach Anspruch 2 oder Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fensterflächen mindestens eines Einbauelementes höchstens 50% der maximalen durch die Trennstege begrenzten Teilflächen betragen.
 7. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verlängerung der Umlenkflächen bei mindestens einem Mischelement über die Breite der Fenster unterschiedlich ist und die Begrenzung der Fenster nicht parallel zu den Stegen am Eintritt verläuft und eine schräge oder eine gekrümmte Linie ist.
 8. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Einbauelemente durch seitliche Verstärkungen (7) miteinander zu einer Mischerstange verbunden sind.
 9. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbauelemente durch einen äusseren Ring verstärkt sind.
 10. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkflächen auf der Austrittsseite vom Fenster zu einer Wand hin in der Querströmungsrichtung durch keilförmige Erweiterungen (8) verstärkt sind.
 11. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlenkflächen, Trennstege und Verstärkungen ein monolithisches Bauteil aus einem oder mehreren Einbauelementen bilden und aus Feinguss, Kunststoffspritzguss oder einem additiven Verfahren hergestellt sind.
 12. Rohrbündelwärmetauscher mit Baugruppen, insbesondere aus Einbauelementen, nach Anspruch 1 im Mantelraum, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geschlossenen Umlenkflächen Bohrungen entsprechend der Rohrteilung eines Rohrbündels aufweisen und die Rohre durch diese Bohrungen geführt werden.
 13. Rohrbündelwärmetauscher nach Anspruch 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Fensterfläche eines Einbauelementes kleiner 30% der Querschnittsfläche des Mantelraums beträgt.
 14. Statischer Mischer oder Rohrbündelwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe der Trennstege auf der Eintrittsseite kleiner als auf der Austrittsseite ist.

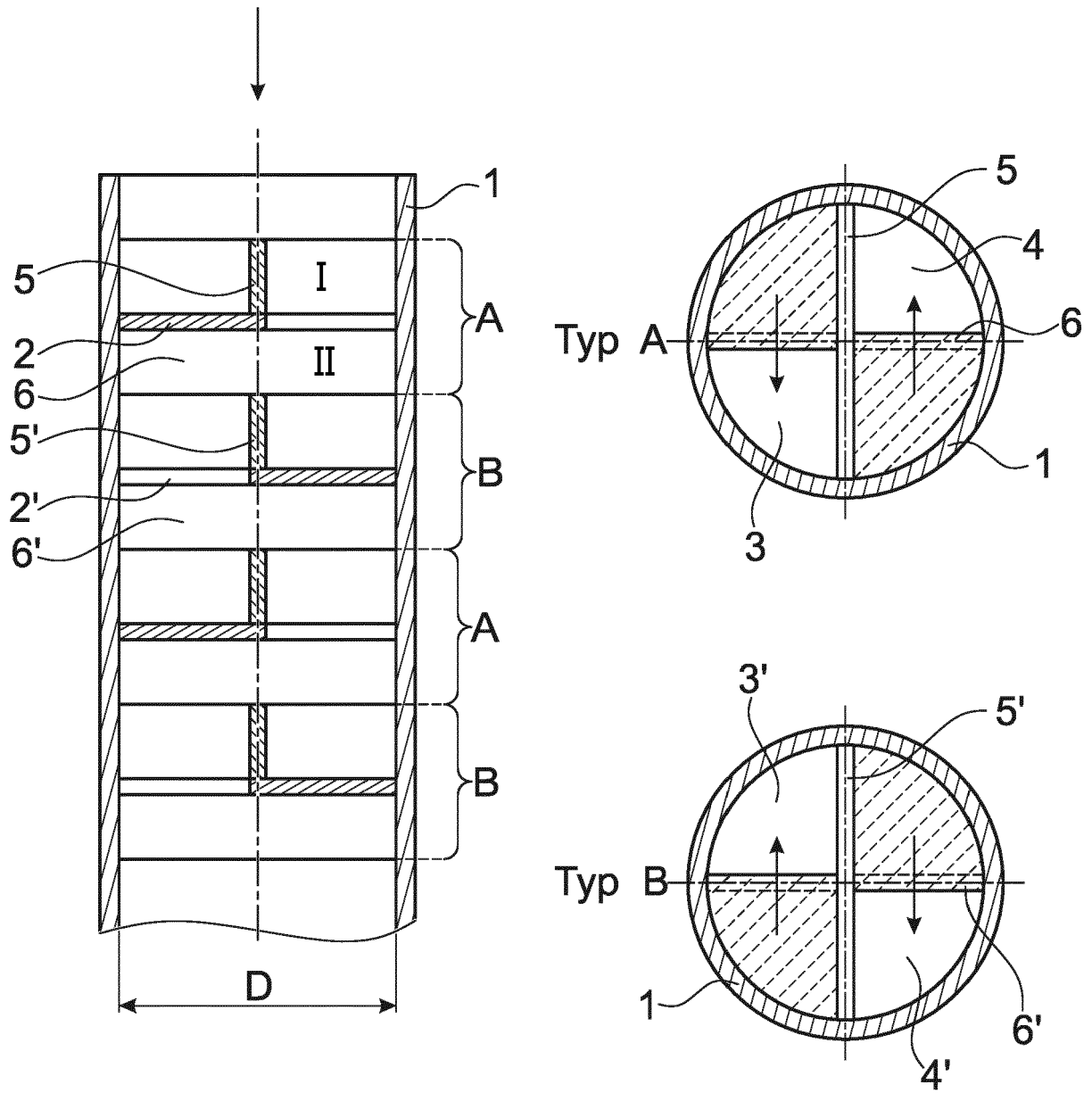


Fig. 1

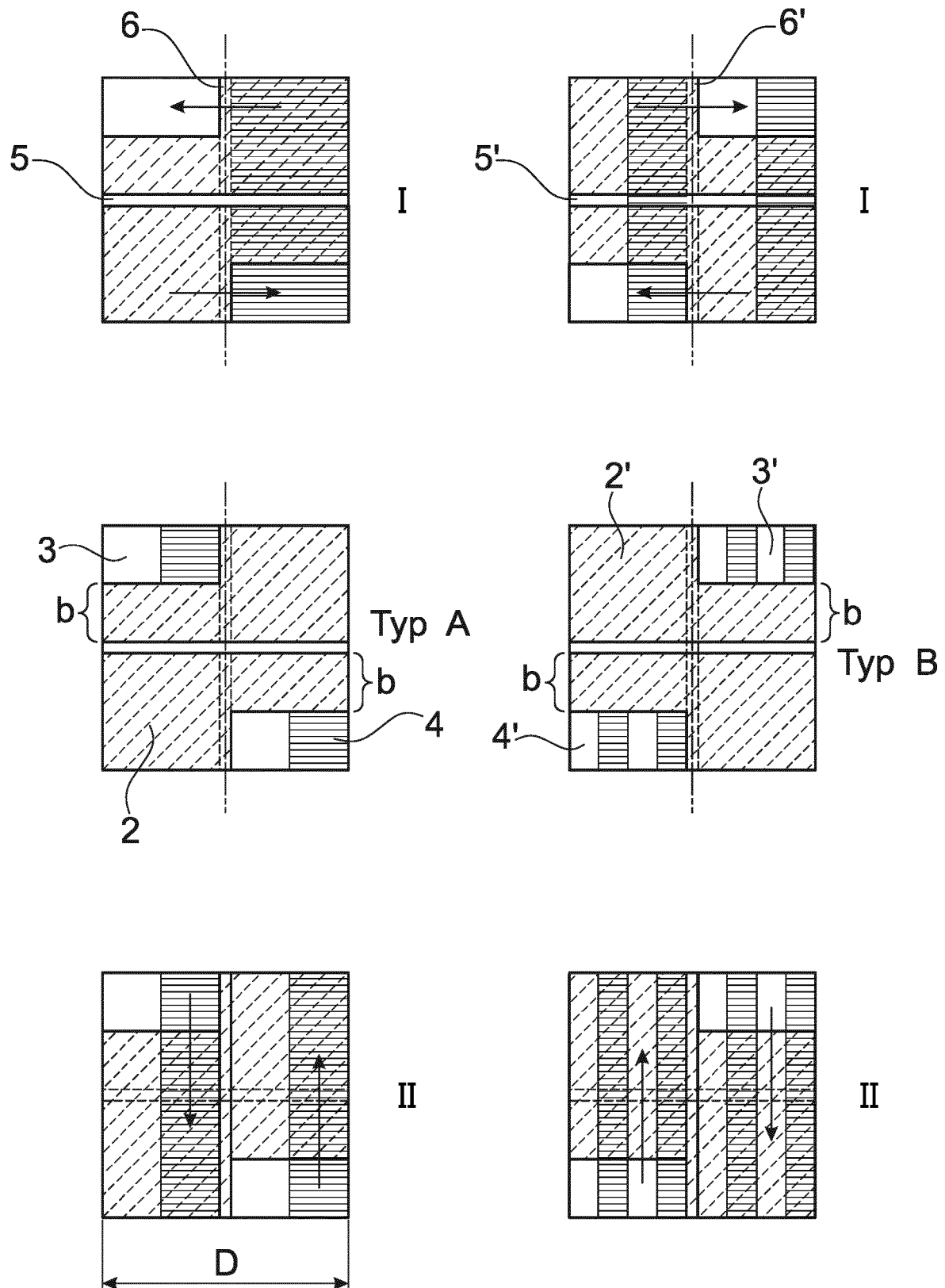


Fig. 2

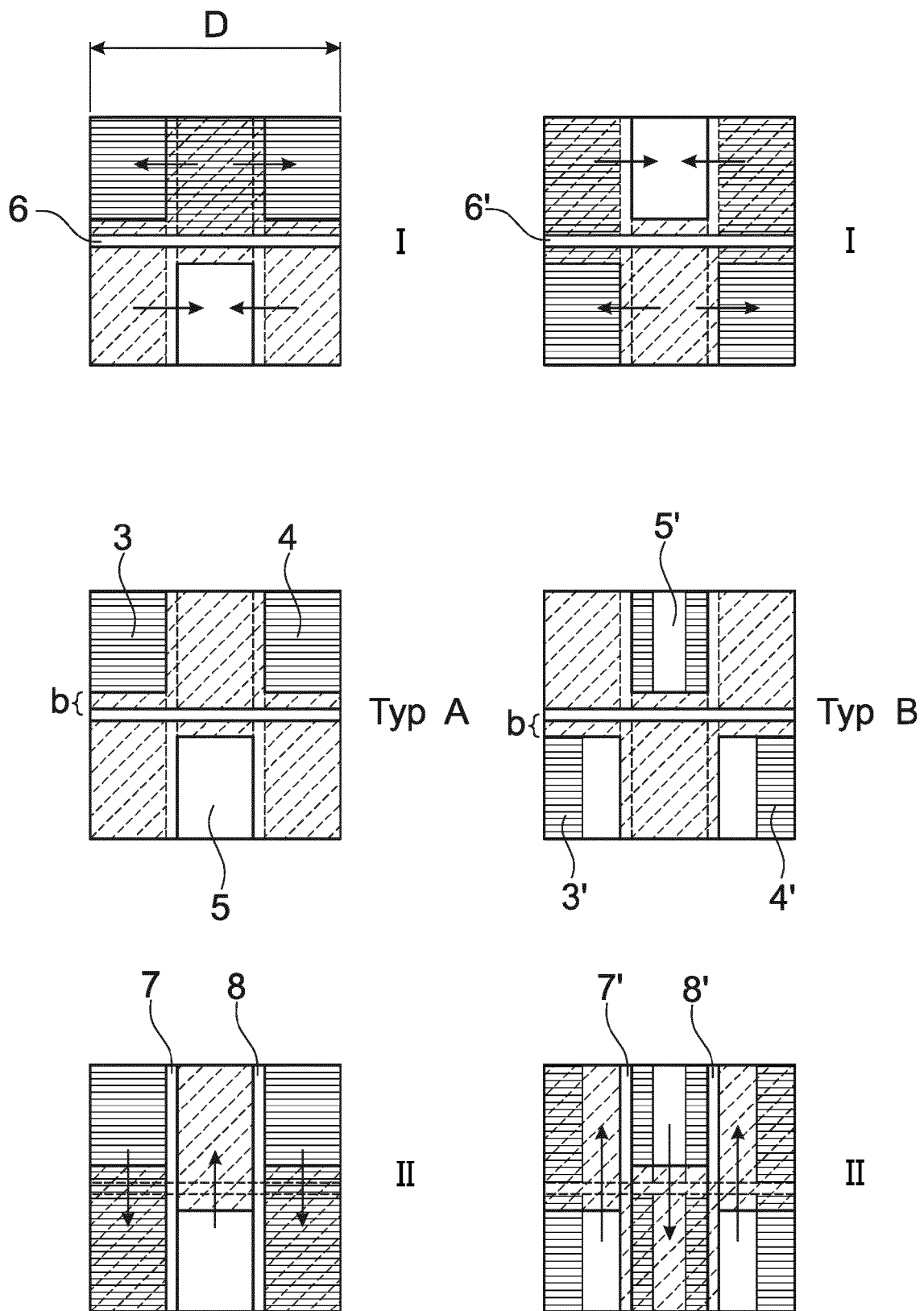


Fig. 3

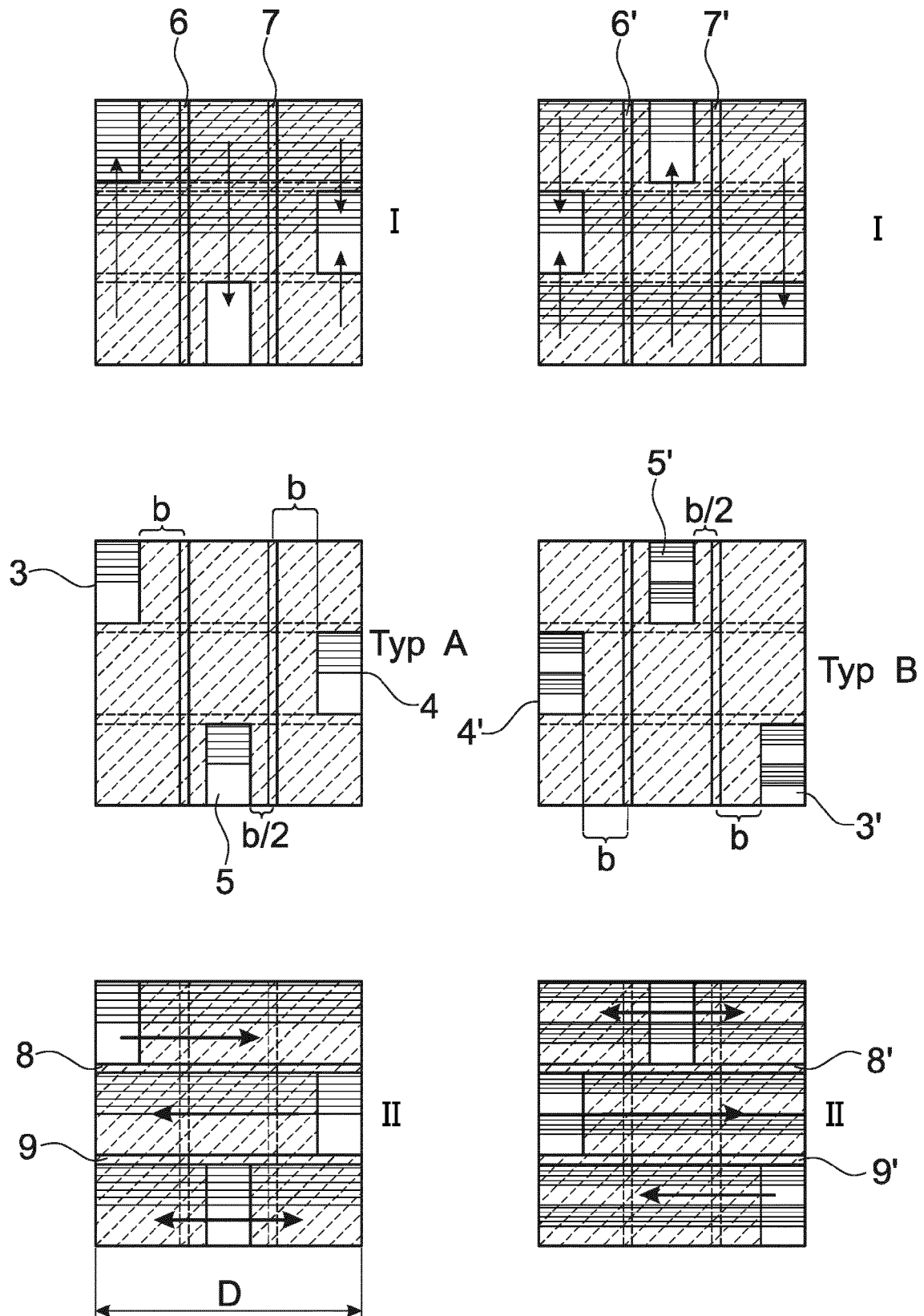


Fig. 4

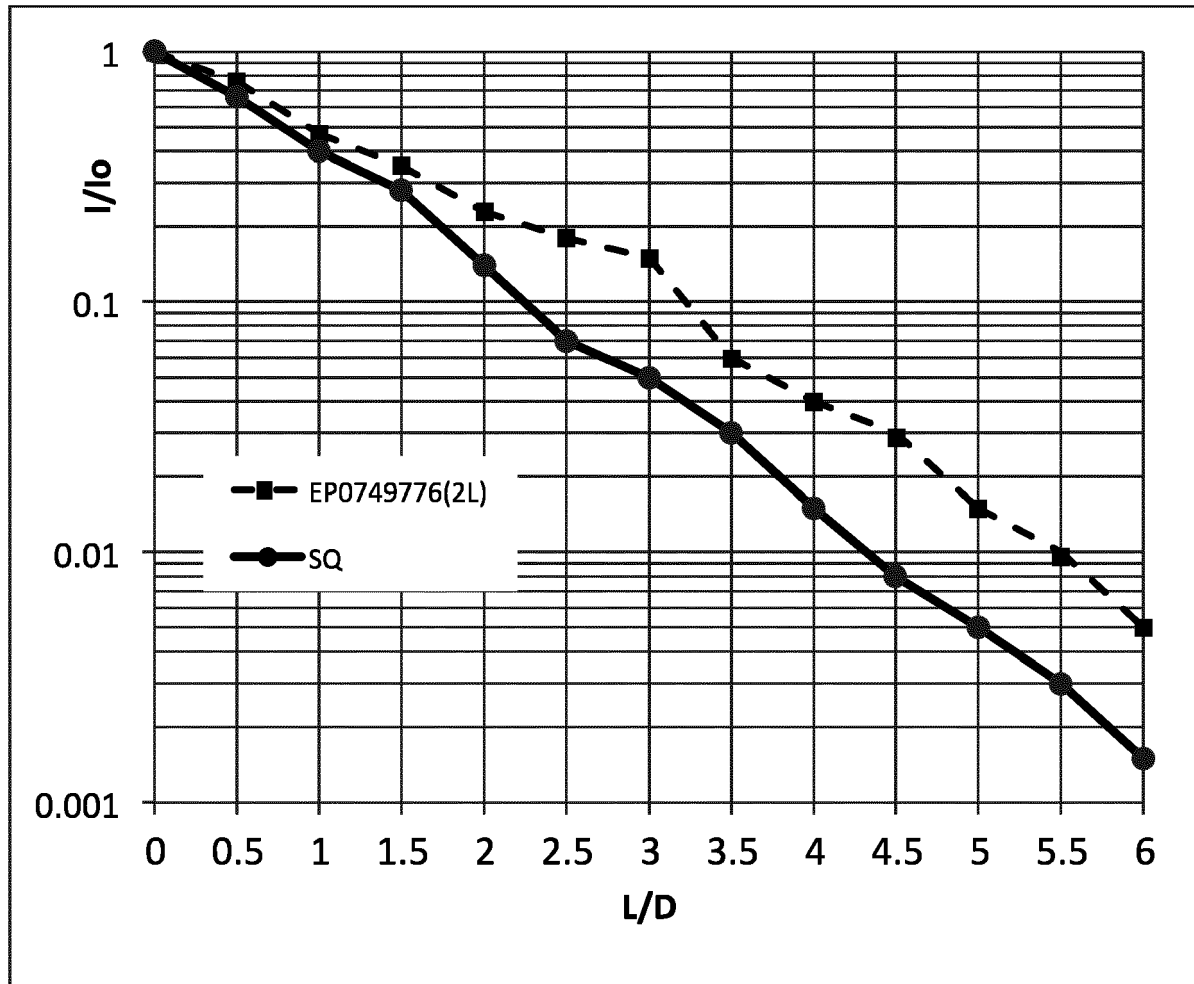


Fig. 5

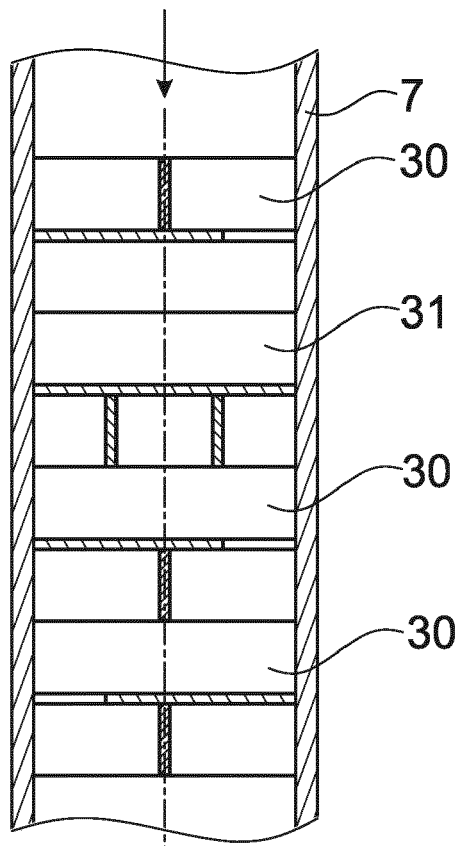


Fig. 6

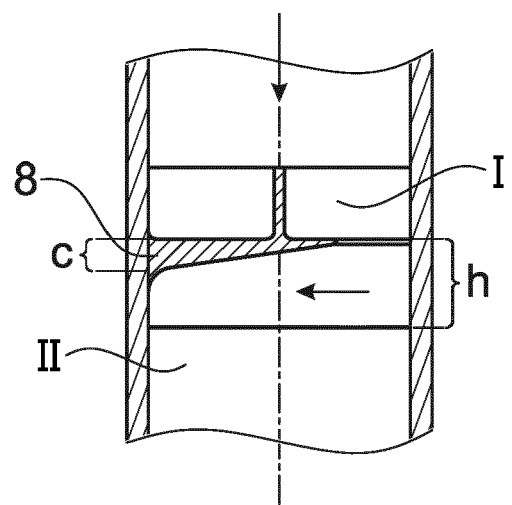


Fig. 7

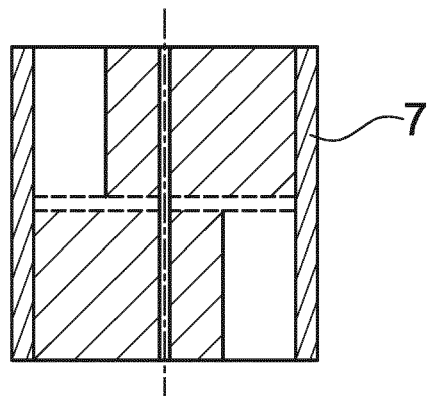


Fig. 8

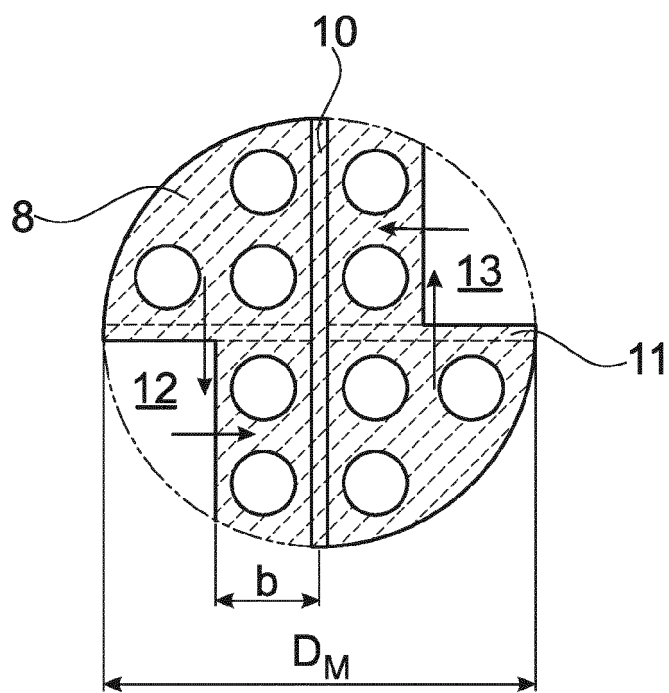


Fig. 9

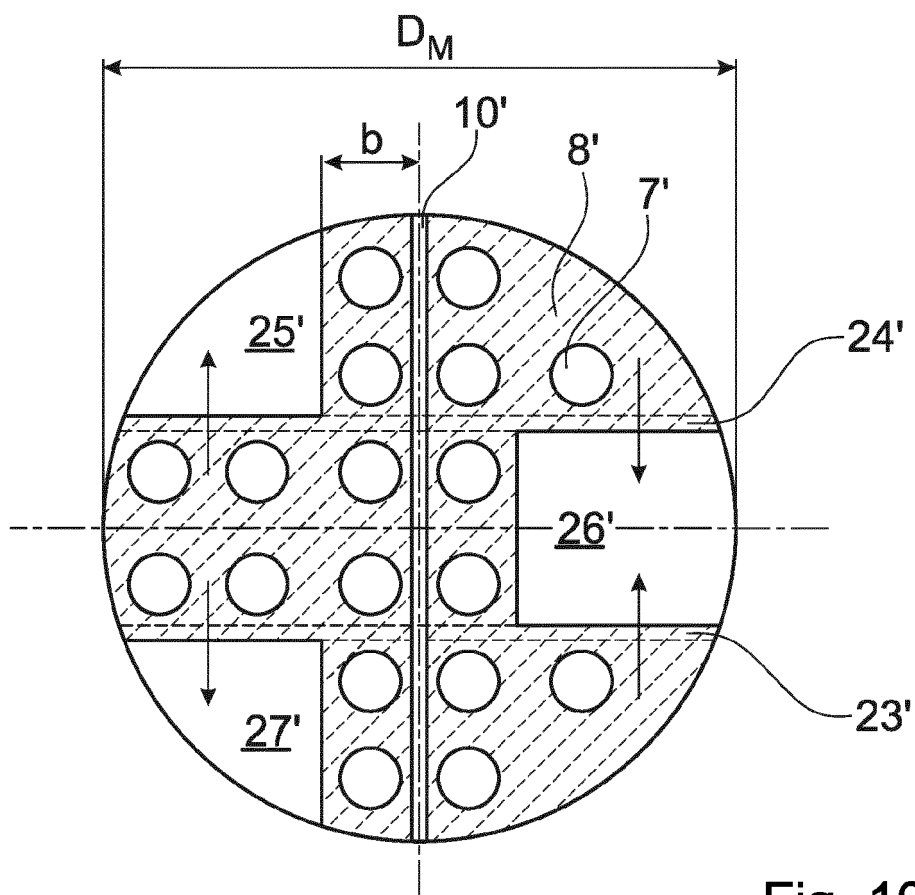


Fig. 10

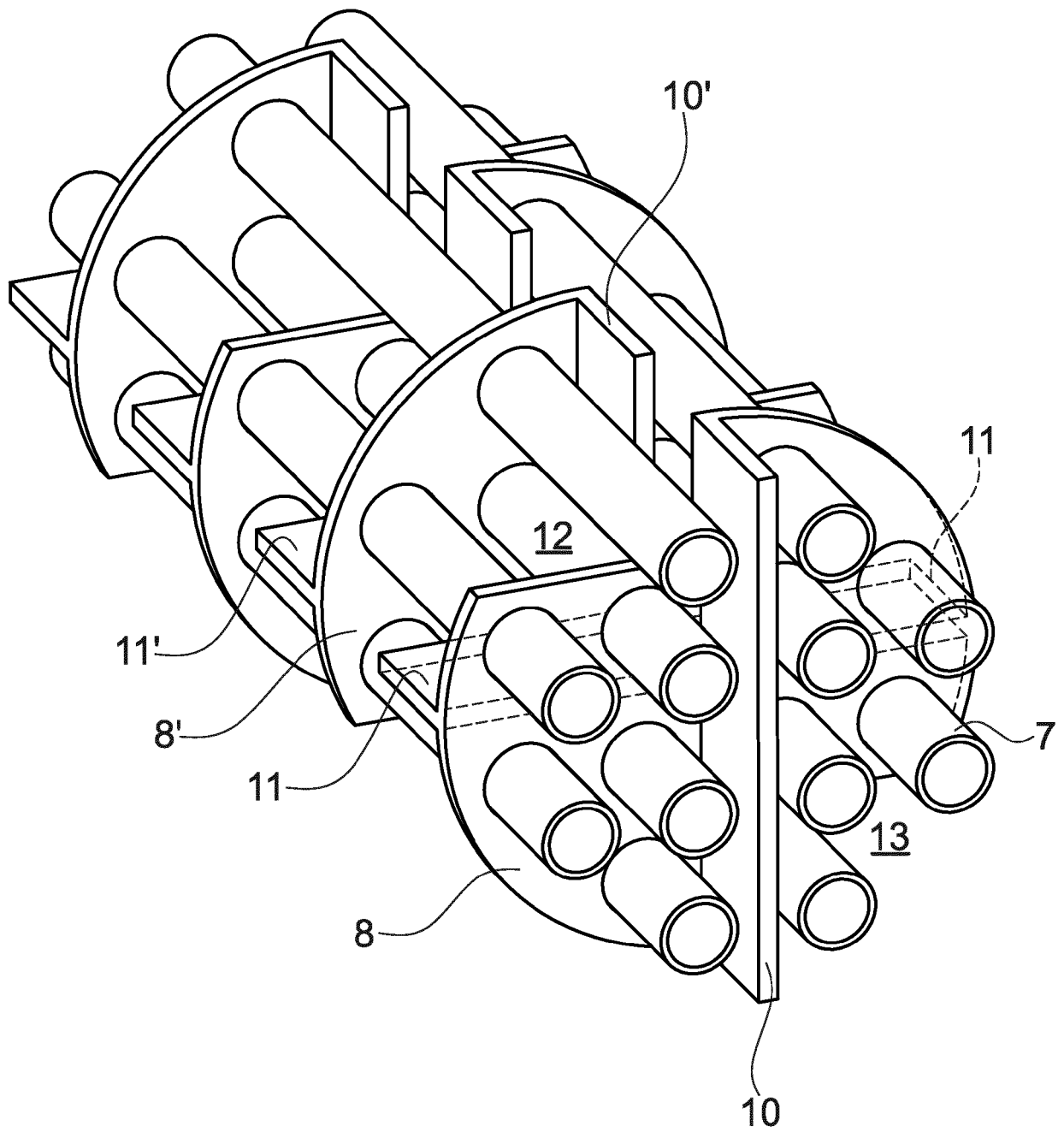


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 02 0233

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 3 338 882 A1 (STREIFF FELIX [CH]) 27. Juni 2018 (2018-06-27) * Absatz [0011] - Absatz [0012]; Abbildungen 12-15 *	1-14	INV. F28F9/22
X,D	EP 0 749 776 A1 (SULZER CHEMTECH AG [CH]) 27. Dezember 1996 (1996-12-27) * Seite 3, Zeile 52 - Seite 4, Zeile 22; Abbildungen 5a-7b *	1-14	
X	WO 2017/027275 A2 (NORDSON CORP [US]) 16. Februar 2017 (2017-02-16) * Absatz [0057] - Absatz [0062]; Abbildungen 3,6-8 *	1-14	
X,P	WO 2020/239734 A1 (STAMIXCO AG [CH]) 3. Dezember 2020 (2020-12-03) * Seite 7, Zeile 6 - Zeile 10; Abbildung 5 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. September 2021	Prüfer Jessen, Flemming
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 02 0233

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-09-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3338882 A1	27-06-2018	CH 713229 A1 EP 3338882 A1	15-06-2018 27-06-2018
EP 0749776 A1	27-12-1996	AT 198839 T BR 9602858 A CA 2178065 A1 CN 1148518 A DE 29522199 U1 EP 0749776 A1 ES 2155509 T3 JP H09901 A JP 4283901 B2 KR 970000319 A TW 315314 B US 5944419 A	15-02-2001 22-04-1998 22-12-1996 30-04-1997 17-08-2000 27-12-1996 16-05-2001 07-01-1997 24-06-2009 21-01-1997 11-09-1997 31-08-1999
WO 2017027275 A2	16-02-2017	CN 107921384 A EP 3331635 A2 JP 6829719 B2 JP 2018522733 A KR 20180038487 A US 2017036179 A1 US 2019299172 A1 WO 2017027275 A2	17-04-2018 13-06-2018 10-02-2021 16-08-2018 16-04-2018 09-02-2017 03-10-2019 16-02-2017
WO 2020239734 A1	03-12-2020	CH 716236 A2 WO 2020239734 A1	30-11-2020 03-12-2020

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 0749776 A [0002] [0010] [0013]
- EP 0815929 A [0002]
- EP 1426099 A [0003]
- EP 3338882 A1 [0003] [0008]