

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 507 226 A1 2010-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1335/2008**(22) Anmeldetag: **28.08.2008**(43) Veröffentlicht am: **15.03.2010**

(51) Int. Cl.⁸: **B01F 5/04** (2006.01),
B01F 13/00 (2006.01),
F15D 1/02 (2006.01),
G01N 21/05 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

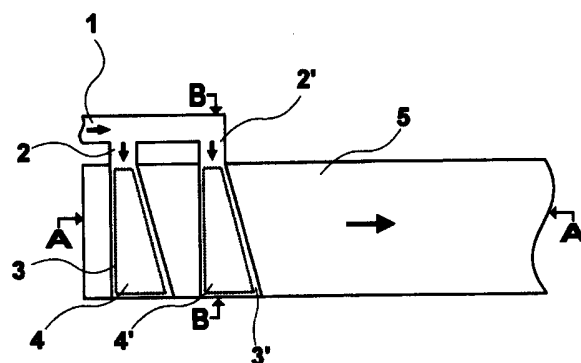
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
A-1040 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

RIGLER ANDREAS DIPL.ING.
WEYER (AT)
VELLEKOOP MICHAEL DIPL.ING. DR.
HINTERBRÜHL (AT)
LENDL BERNHARD DIPL.ING. DR.
WIEN (AT)

(54) MIKROFLUIDIKVORRICHTUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Mikrofluidikvorrichtung zur Abgabe eines Fluids oder Fluid-gemischs, umfassend einen Ausgabekanal (5), zumindest einen im Wesentlichen in der Ebene des Ausgabekanal (5) liegenden und seitlich zu diesem hinführenden Fluid-Hauptzufuhrkanal (1, 10), der jeweils in zumindest einen Nebenzufuhrkanal (2, 2', 20, 20') übergeht, der seinerseits in einen ober- oder unterhalb des Ausgabekanal (5) liegenden Einlasskanal (3, 3', 30, 30') übergeht, der über zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') von oben oder unten in den Ausgabekanal (5) mündet, mit dem Kennzeichen, dass der zumindest eine Einlasskanal (3, 3', 30, 30') eine sich in seiner Längsrichtung verändernde Querschnittsform aufweist und/oder die zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') eine sich in Querrichtung des Ausgabekanal (5) ändernde öffnungsweite aufweist.

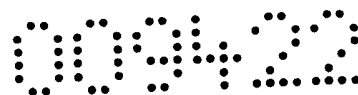


AT 507 226 A1 2010-03-15

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Mikrofluidikvorrichtung zur Abgabe eines Fluids oder Fluidgemischs, umfassend einen Ausgabekanal (5), zumindest einen im Wesentlichen in der Ebene des Ausgabekanals (5) liegenden und seitlich zu diesem hinführenden Fluid-Hauptzufuhrkanal (1, 10), der jeweils in zumindest einen Nebenzufuhrkanal (2, 2', 20, 20') übergeht, der seinerseits in einen ober- oder unterhalb des Ausgabekanals (5) liegenden Einlasskanal (3, 3', 30, 30') übergeht, der über zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') von oben oder unten in den Ausgabekanal (5) mündet, mit dem Kennzeichen, dass der zumindest eine Einlasskanal (3, 3', 30, 30') eine sich in seiner Längsrichtung verändernde Querschnittsform aufweist und/oder die zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') eine sich in Querrichtung des Ausgabekanals (5) ändernde Öffnungsweite aufweist.

(Fig. 2)



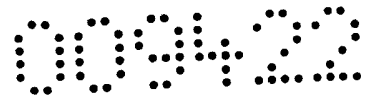
Die vorliegende Erfindung betrifft Mikrofluidikvorrichtungen zur Abgabe von Fluids oder Fluidgemischen.

Gut durchmischte Fluidgemische sind bei mit laminaren Strömungen arbeitenden Systemen, wie z.B. in Mikrofluidiksystemen, schwer herzustellen, da es – vor allem aufgrund fehlender Turbulenzen, aber auch aufgrund kurzer Weglängen – zu keiner ausreichenden Vermischung der zugeführten Fluids, insbesondere im Falle von Flüssigkeiten, kommen kann. Die Durchmischung zwischen verschiedenen in einem Kanal fließenden Fluidströmen ist somit nahezu ausschließlich auf Diffusionsvorgänge beschränkt. Darüber hinaus ist in Mikrofluidik-Anwendungen aufgrund der schwer nutzbaren dritten Dimension die Leitungsführung problematisch.

Ein Ansatz zur Lösung dieser Probleme wird beispielsweise in DE 19604289 C2 offenbart, wo in einem so genannten Mikromischer zwei Fluidströme beiderseits einer Trennwand in eine Mischkammer eingeleitet und erst danach zusammengeführt werden, um dazwischen eine Grenzfläche auszubilden, an der Diffusion erfolgen kann.

Die Problematik der Leitungsführung sowie des Druckverlusts in den Zuleitungen und an der Einmündungsstelle derselben in den Mischkanal werden in diesem Dokument nicht angesprochen.

In Bezug auf den Ausgleich von Druckverlusten offenbart EP 1.187.671 B1 das Einleiten mehrerer Fluids über Einlasskanäle mit sich entsprechend unterschiedlich verjüngenden Querschnitten in eine Mischkammer eines "Mikrovermischers". Die Verjüngung der Kanäle verläuft in Längsrichtung, d.h. zur Mischkammer hin, und die Fläche der Einlassöffnungen steht normal auf die Längsachse derselben. Die Kanäle kreuzen einander berührungslos und bilden an der Mischkammer einen gemeinsamen Austrittsquerschnitt. Dabei werden Druckverluste in den Zuleitungen ausgeglichen. Das Problem, dass bei seitlicher Zuleitung von Fluids aufgrund von Druckverlusten in Querrichtung eines Mischkanals unterschiedliche Fluidmengen in diesen eingeleitet werden, tritt bei dieser Ausführungsform einer Mikrofluidikvorrichtung gar nicht auf und bleibt daher unerwähnt.

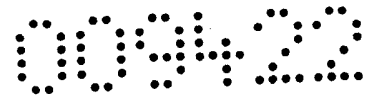


Ein von E. Kauffmann, N.C. Darnton, R.H. Austin, C. Blatt und K. Gerwert in "Lifetimes of intermediates in the β -sheet to α -helix transition of β -lactoglobulin by using a diffusional IR mixer", PNAS 98, 6646-6649 (2001), vorgestellter Mikromixer ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Mehrere Fluidströme werden über Zufuhrkanäle in einen (in der Figur: waagrechten) Mischkanal eingeführt. Die Zufuhrkanäle führen von einer Seite des Mischkanals zu diesem hin und münden an der Unterseite hintereinander in diesen ein, wobei der Querschnitt der Einlässe an den Mündungsstellen rechteckig, d.h. schlitzförmig ist. Auf diese Weise werden im Mischkanal mehrere laminar übereinander fließende Fluidströme, und zwar je ein Strom pro Zufuhrkanal, erzeugt, zwischen denen es im weiteren Verlauf des Mischkanals zu Diffusion kommt. Druckverluste werden in dieser Ausführungsform eines Mikromischers nicht ausgeglichen, so dass die zugeführte Fluidmenge in Querrichtung des Mischkanals variiert. Das heißt, am von der Zuleitung weiter entfernten (in der Figur: oberen) Ende der Einlassöffnung tritt zwangsläufig weniger Fluid in den Mischkanal ein als am näher gelegenen (unteren) Ende. Da dies für jedes der zugeführten Fluids der Fall ist, ist die Qualität der Durchmischung mangelhaft.

Vor diesem Hintergrund bestand die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Mikrofluidikvorrichtung bereitzustellen, mit der die obigen Probleme hinsichtlich Druckverlust und Zuleitungsführung gelöst werden können.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst, indem eine Mikrofluidikvorrichtung zur Abgabe eines Fluids oder Fluidgemischs bereitgestellt wird, die Folgendes umfasst: einen Ausgabekanal, zumindest einen Fluid-Hauptzufuhrkanal, der jeweils in zumindest einen im Wesentlichen in der Ebene des Ausgabekanals liegenden und seitlich zu diesem hinführenden Nebenzufuhrkanal übergeht, der seinerseits in einen ober- oder unterhalb des Ausgabekanals liegenden Einlasskanal übergeht, der über zumindest eine Einlassöffnung von oben oder unten in den Ausgabekanal mündet, mit dem Kennzeichen, dass der zumindest eine Einlasskanal eine sich in seiner Längsrichtung verändernde Querschnittsform aufweist und/oder die zumindest eine Einlassöff-



nung eine sich in Querrichtung des Ausgabekanals ändernde Öffnungsweite aufweist.

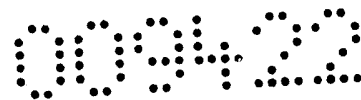
Aufgrund dieser sich in seiner Längsrichtung ändernden Querschnittsform des Einlasskanals und/oder sich ändernden Breite der Einlassöffnung(en) in Querrichtung des Ausgabekanals können an unterschiedlichen Stellen des Einlasskanals variierende Fluidmengen von diesem in den Ausgabekanal eingeleitet werden. Es werden in Abhängigkeit von der Form lokal veränderliche Druckverhältnisse geschaffen und somit die Durchflussrate und folglich die Menge an Fluid über die Breite des Ausgabekanals festgelegt. So kann beispielsweise die aufgrund des Druckunterschieds zwischen den beiden Enden des Einlasskanals bzw. der Einlassöffnung(en) ungleiche Menge an in den Ausgabekanal zugeführtem Fluid ausgeglichen werden, indem der Einlasskanal sich zum weiter entfernten Ende hin verbreiternd ausgeführt wird, so dass eine größere Grenzfläche zwischen Einlass- und Ausgabekanal für den Fluidübertritt zur Verfügung steht. Dadurch kann eine über die Breite des Ausgabekanals einheitlich dicke Fluidschicht in diesen eingeleitet werden. Je nach Anwendung der Vorrichtung in Leitungssystemen können an unterschiedlichen Stellen der Breite des Ausgabekanals aber auch gezielt kleinere oder größere Fluidmengen, z.B. ein Fluidgradient, in diesen eingeleitet werden, was nicht nur zu Mischzwecken, sondern beispielsweise auch für chemische Reaktionen in diesem Kanal von Nutzen sein kann.

Was die obigen Bezeichnungen "oben" und "unten" sowie "oberhalb" bzw. "unterhalb der Ebene des Ausgabekanals" anbelangt, so sei festgestellt, dass diese aufgrund der – selbst nach Inbetriebnahme der Mikrofluidikvorrichtung – variablen räumlichen Lage des Ausgabekanals austauschbar sind und vor allem zur näheren Erläuterung der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen dienen.

Das oder die Fluid(s) ist/sind nicht speziell eingeschränkt. Es kann sich dabei um beliebige fließfähige Materialien bzw. Gemische davon handeln. Vorzugsweise wird die Erfindung im Zusammenhang mit Flüssigkeiten oder Flüssigkeit/Gas-Gemischen eingesetzt, da hier die Vorteile der Erfindung besonders gut zur Geltung kommen.

Gemäß vorliegender Erfindung können für jeden Einlasskanal eine oder mehrere Einlassöffnungen in den Ausgabekanal vorgesehen sein. In ersterem Fall kann die einzige Einlassöffnung von den Oberkanten des nach oben zum Ausgabekanal hin zur Gänze offenen Einlasskanals gebildet werden und somit die gesamte Grenzfläche zwischen Einlasskanal und Ausgabekanal einnehmen. Dies vereinfacht die Fertigung solcher Mikrofluidikvorrichtungen, wie dies später noch näher beschrieben wird. Die Formen der Einlasskanäle und der jeweiligen Einlassöffnungen können in allen Ausführungsformen der Erfindung dieselbe sein oder sich voneinander unterscheiden, was eine gezielte Einstellung der über die Breite des Ausgabekanals in diesen eintretenden Menge an Fluid an jeder Stelle ermöglicht. Beispielsweise kann sich der Einlasskanal im Bereich der Einmündung, beispielsweise keilförmig, verjüngen oder aber verbreitern, während die Einlassöffnung z.B. regelmäßige Rechteckform aufweist. Alternativ oder ergänzend dazu können auch mehrere, beispielsweise schlitz- oder kreisförmige oder auch ovale, Öffnungen pro Einlasskanal (der mitunter einen sich ändernden Querschnitt aufweist) vorgesehen sein, etc.

Die Art und Weise, wie sich die Querschnittsform des zumindest einen Einlasskanals bzw. die Form der zumindest einen Einlassöffnung ändert, ist nicht speziell eingeschränkt und kann an die jeweiligen Anwendungen der Vorrichtung angepasst werden. Vorzugsweise ändert sich die Querschnittsform linear, da so der Druckverlust über die Länge des Kanals gut ausgeglichen werden kann und eine gleichmäßige Verteilung der Fluids oder Fluidgemische in Querrichtung des Ausgabekanals gewährleistet ist. Das daraus resultierende Fluidströmungsverhalten kann mittels Computerprogrammen gut simuliert und optimiert werden. Da der Druckabfall in den Kanälen exponentiell erfolgt, wäre aus rein physikalischen Erwägungen eine entsprechende exponentielle Querschnittsänderung eine möglicherweise noch bessere Lösung dieses Problems. Derartige Verläufe sind in der Praxis – zumindest bei den derzeitigen Fertigungstechniken – jedoch nur unter deutlich höherem Aufwand realisierbar und daher zurzeit nicht bevorzugt. Bei den zu erwartenden Fortschritten der Fertigungsverfahren in den kommenden Jahren können derartige Querschnittsformen jedoch möglicherweise schon bald mit vertretbarem Aufwand herstellbar sein.



Vorzugsweise nimmt die Breite des zumindest einen Einlasskanals in Querrichtung des Ausgabekanals zu, d.h. am Ende steht eine größere Fläche für den Fluidübergang vom jeweiligen Einlass- in den Ausgabekanal zur Verfügung, um so den Druckabfall auszugleichen. Die Breite des Einlasskanals kann dabei sowohl an dessen Ober- und Unterkante als auch nur an einer davon zunehmen. Das heißt, dass der Einlasskanal nicht notwendigerweise auf die Ebene des Ausgabekanals normal stehende Seitenwände aufzuweisen braucht, wie dies später noch näher ausgeführt wird. Auch eine veränderliche Tiefe der Kanäle beeinflusst die Einspeisung in den Ausgabekanal, wobei jedoch eine Vertiefung der Einlasskanäle zu deren Ende hin aufgrund der größeren Querschnittsfläche tendenziell eher eine Verstärkung des Druckabfalls bewirkt, während mittels abnehmender Tiefe (und damit einhergehender geringerer Querschnittsfläche) erneut der Druckabfall ausgeglichen werden kann.

Durch die Form und Beschaffenheit des Querschnitts der Kanäle, beispielsweise in runder oder eckiger Form, mit rauer oder glatter Oberfläche, durch die Länge der Kanäle sowie durch die Formgebung der Kanäle – z.B. unter Ausformung von runden oder eckigen Abzweigungen – kann die Fließgeschwindigkeit des Fluids zu den Einlassöffnungen bestimmt werden. Diese Mittel können erfindungsgemäß sowohl anstelle von als auch in Kombination mit anderen beispielsweise mechanischen Steuermitteln, wie z.B. Mikropumpen, -ventilen etc., eingesetzt werden.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind alle Einlassöffnungen an derselben Seite des Ausgabekanals, d.h. ober- oder unterhalb desselben, angeordnet, wie dies auch in den später näher besprochenen Fig. 3 und 5 schematisch dargestellt ist, wo alle Einlasskanäle von unterhalb des Ausgabekanals in diesen einmündend gezeigt sind. Diese Anordnung ist bei der Fertigung von Mikrofluidikvorrichtungen einfacher herstellbar.

In bevorzugten Ausführungsformen gehen die Hauptzufuhrkanäle in jeweils mehrere Nebenzufuhr- und zugehörige Einlasskanäle über, und ebenso bevorzugt sind auch mehrere Hauptzufuhrkanäle vorgesehen. Diese umfassen vorzugsweise einen oder mehrere erste Hauptzufuhrkanäle zur Einleitung eines ersten Fluids und einen oder

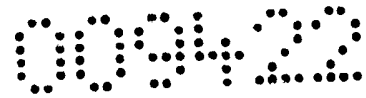
mehrere zweite Hauptzufuhrkanäle zur Einleitung eines zweiten Fluids. Dies ermöglicht, mehrere Schichten von Fluids, auch jeweils mehrere Schichten mehrerer Fluids, übereinander in den Ausgabekanal einzuleiten, was die Durchmischung zweier oder mehrerer Fluids verbessert und beschleunigt, da mehr als eine Grenzfläche zwischen den Fluids für die Diffusion zur Verfügung steht.

Wiederum speziell an die Fertigungsbedingungen von Mikrofluidikanwendungen angepasst, führen die Nebenzufuhr- und zugehörigen Einlasskanäle für mehrere Fluids vorzugsweise von gegenüberliegenden Seiten zum Ausgabekanal hin, da aufgrund der schwer nutzbaren dritten Dimension eine Überlagerung der Kanäle in Mikrofluidikvorrichtungen kaum möglich ist. Zur Einleitung mehrerer Schichten mehrerer Fluids führen vorzugsweise mehrere erste Nebenzufuhr- und Einlasskanäle und mehrere zweite Nebenzufuhr- und Einlasskanäle von gegenüberliegenden Seiten "kammförmig" (wie später näher erläutert wird) ineinander greifend zum Ausgabekanal hin bzw. münden in diesen ein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht auch das Zusammenführen von nicht mischbaren Flüssigkeiten, so dass ein gelöster Stoff aus einer Phase in die nicht mischbare andere Phase diffundieren kann. In diesem Anwendungsfall dient die Vorrichtung nicht als Mischer, sondern als Mikroextraktor.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ist eine gut kontrollierbare Vermischung durch Diffusion zweier oder mehrerer Schichten von mischbaren Fluids möglich. Dadurch wird ein reproduzierbares Zeitverhalten der Diffusionsvermischung erreicht, dessen Verhalten von den Eigenschaften der verwendeten Fluide (unter anderem dem Diffusionskoeffizienten), der Fließrate und der Schichtdicken abhängig ist. Auf diese Weise wird im Vergleich zum Stand der Technik eine höhere Mischqualität erreicht.

In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung daher die Verwendung einer eben beschriebenen Vorrichtung zum Abgeben von mehreren Fluids, die vorzugsweise in Form von Schichten abgegeben werden. Die Schichten können die gleiche oder un-



terschiedliche Schichtdicken aufweisen, da dies über den Querschnitt der Einlasskanäle und/oder der Einlassöffnungen bestimmbar ist. Vorzugsweise werden die Fluids während der Abgabe aufgrund von Diffusion an den Grenzflächen zwischen den Schichten zumindest teilweise durchmischt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben, die Folgendes zeigen:

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines eingangs beschriebenen Mikromischers nach dem Stand der Technik.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Einleitung eines Fluids über einen sich in zwei Nebenzufuhr- und Einlasskanäle verzweigenden Hauptzufuhrkanal in einen Ausgabekanal.

Fig. 3 ist eine Längsschnittansicht der Ausführungsform aus Fig. 2 entlang der Linie A-A.

Fig. 4 ist eine Querschnittansicht dreier möglicher Ausführungsformen der Vorrichtung aus Fig. 2 entlang der Linie B-B.

Fig. 5 ist eine schematische Darstellung einer Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Einleitung zweier Fluids über "kammförmig" ineinander greifende Einlasskanäle in einen Ausgabekanal.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht der Ausführungsform aus Fig. 5.

Fig. 7 ist eine schematische Detailansicht verschiedener Ausführungsformen eines Einlasskanals mit sich änderndem Querschnitt.

Fig. 8 ist eine schematische Detailansicht verschiedener Ausführungsformen von Einlassöffnungen in den Einlasskanälen.

Fig. 9 ist eine Längsschnittansicht alternativer Ausführungsformen der Vorrichtung aus Fig. 2 entlang der Linie A-A.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt wie erwähnt eine bekannte Ausführungsform einer Mikrofluidikvorrichtung nach dem Stand der Technik. Bei dieser Vorrichtung führen drei voneinander getrennte Zufuhrkanäle für Flüssigkeiten hintereinander in einen, hier waagrecht verlaufend dargestellten Mischkanal. In der zugehörigen, eingangs zitierten Publikation wird ein Strom einer flüssigen Probe zwischen jeweils einem Pufferstrom in den Kanal geleitet, um diese darin zu vermischen. Die Einspeisung der drei Ströme erfolgt von derselben Seite des Mischkanals – in Fig. 1, in Strömungsrichtung des Fluids im Mischkanal gesehen: von links – über getrennte Zufuhrkanäle, die aufgrund der Unmöglichkeit, einander überschneidende Leitungen vorzusehen, jeweils getrennt gespeist werden müssen. Eine solche Bauweise ist bei der Herstellung von Mikrofluidikvorrichtungen üblich und gleichzeitig unabdingbar, da hier die Kanäle und andere Bauteile üblicherweise in einen Träger geätzt, gebrannt, geschmolzen bzw. geschnitten werden. Aufgrund dieser Herstellungsweise werden die Fluidleitungen derartiger Mikrofluidikvorrichtungen gemeinhin als Kanäle bezeichnet, obwohl sie durch das Aufsetzen einer Deckplatte nach Abschluss der Ätz- bzw. Schneidvorgänge geschlossen werden – im Unterschied zum Begriff des "Kanals", wie er in anderen Bereichen der Technik, z.B. in der Bautechnik verwendet wird.

Das Gebiet der Mikrofluidik ist zwar in Literatur unterschiedlich definiert, für die Zwecke der vorliegenden Erfindung sind darunter Vorrichtungen mit solchen Dimensionen zu verstehen, dass die Querschnittsfläche der Kanäle in der Größenordnung von Quadratmillimetern oder darunter liegt.

Eines der durch die Erfindung gelösten Probleme solcher und ähnlicher Vorrichtungen besteht darin, dass die an den beiden Enden des jeweiligen Einlasskanals in den Mischkanal eintretende Menge an Fluid aufgrund des Druckabfalls von einem Ende zum anderen unterschiedlich ist.

In Fig. 2 wird eine einfache Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mikrofluidikvorrichtung gezeigt, die hauptsächlich zur Illustration des Prinzips der Erfindung dient. In der Praxis könnte eine solche Vorrichtung nicht als Mikromischer, sondern beispielsweise als Verbindungsstück zwischen zwei in unterschiedliche Raumrichtungen verlaufende (Mikro-) Leitungen oder als einfacher Kanal zur Fluid- (vor allem Flüssigkeits-) Abgabe, z.B. in Tintenstrahldruckern, dienen.

Jedenfalls kann in der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung ein Fluids in einen Ausgabekanal 5 geleitet werden, wie dies durch die Pfeile angedeutet ist. Das Fluid wird über einen Hauptzufuhrkanal 1, der sich in zwei Nebenzufuhrkanäle 2, 2' verzweigt, die ihrerseits in zwei Einlasskanäle 3, 3' übergehen zum Ausgabekanal 5 und durch – in den Figuren durchwegs punktiert dargestellte – Einlassöffnungen 4, 4' in diesen eingeleitet.

Die Querschnitte sowohl der Einlasskanäle 3, 3' als auch der Einlassöffnungen 4, 4' erweitern sich im Mündungsbereich linear, wodurch zwar der Druckverlust in Längsrichtung der Einlasskanäle zunimmt, dafür aber ein zunehmend größerer Querschnitt für den Fluidübergang in den Ausgabekanal 5 zur Verfügung steht, wodurch dieser Druckverlust – in Abhängigkeit vom Winkel der Erweiterung – ausgeglichen werden kann.

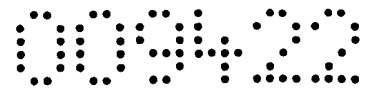
Somit ermöglicht es die vorliegende Erfindung, die bei längsgestreckten Leitungseinmündungen auftretenden Druckverluste und die damit in Verbindung stehenden unterschiedlichen abgegebenen Fluidmengen auszugleichen, wobei die Querschnittsformen der Einlasskanäle bzw. Einlassöffnungen exakt an die jeweiligen Gegebenheiten anpassbar sind.

Wesentlich sind neben der Querschnittsform der Kanäle in deren Längsrichtung auch jene in Querrichtung, wo z.B. runde, ovale oder polygonale Querschnitte zum Einsatz kommen können, so dass nicht notwendigerweise parallele senkrechte Seitenwände der Kanäle vorliegen müssen. Dies beeinflusst ebenfalls die Druckverhältnisse in den jeweiligen Abschnitten der Kanäle. Zwei beispielhafte Ausführungsformen von Einlasskanälen mit nichtparallelen Seitenwänden sind in Fig. 9 dargestellt und werden später noch näher beschrieben. Allerdings können auch die Haupt- und Nebenzufuhrkanäle derartige nichtparallele Wände aufweisen.

Gemäß vorliegender Erfindung können sich der Querschnitt des jeweiligen Einlasskanals, jener der zugehörigen Einlassöffnung(en) oder auch beide ändern. In allen Figuren ist beispielhaft eine "keilförmige", d.h. lineare Änderung der Querschnitte dargestellt, deren Verlauf zudem bei Einlasskanal und -öffnung derselbe ist, wie durch die Parallelität der Linien angedeutet wird. In der Praxis können jedoch beliebige Kombinationen unterschiedlichster Querschnittsformen eingesetzt werden, solange dadurch das Strömungsverhalten des oder der Fluids in der erfindungsgemäßen Vorrichtung in vorteilhafter Weise beeinflusst wird. Außer linearen Änderungen sind auch beliebige sonstige Formen, mit Krümmungen, Wellen, Ecken, Kanten, Verzahnungen und dergleichen, möglich, die allesamt im Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung liegen sollen.

Wie bereits erwähnt existiert in der Praxis von Mikrofluidikvorrichtungen häufig gar keine explizite "Einlassöffnung" in den Kanal 5. Vielmehr sind die Einlasskanäle im Mündungsbereich einfach zum Kanal 5 hin offen, so dass gewissermaßen eine einzige, die gesamte Oberseite des Kanals 3 im Mündungsbereich einnehmende Öffnung 4 vorliegt.

Durch geeignete Bauweise, speziell bei etwas größeren Dimensionen nahe dem Millimeterbereich, können jedoch durchaus auch mehrere Einlassöffnungen pro Einlasskanal vorgesehen sein, die wiederum beliebige Formen aufweisen können. So ist beispielsweise eine Abfolge von schlitzen- oder kreisförmigen Öffnungen – in Längs-

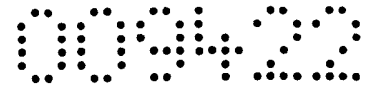


und/oder Querrichtung – denk- und machbar, durch die das im Einlasskanal zugeführte Fluid an mehreren, diskreten Stellen in den Ausgabekanal eintritt.

Möglich ist auch eine Kombination aus einem Einlasskanal mit sich linear, z.B. keilförmig oder konisch, oder auch gekrümmt verjüngenden Querschnitt und einer in Längsrichtung des Einlasskanals verlaufenden, schlitzförmigen Einlassöffnung mit regelmäßig rechteckigem Querschnitt. Durch den sich verjüngenden Querschnitt des Kanals wird dann der Druckabfall zum entfernteren Ende der Öffnung hin ausgeglichen, so dass wiederum gleiche Mengen an Fluid an beiden Enden der Öffnung in den Ausgabekanal eintreten können.

Zusätzlich zur sich ändernden Querschnittsform im Mündungsbereich kann sich auch der Querschnitt des Zufuhr- oder Einlasskanals vor der Einmündung ändern, um Druckunterschiede in den Zuleitungen zu beeinflussen. Dies kann in bekannter Weise, d.h. wie in der eingangs erwähnten EP 118.767 B1, durch sich verjüngende Ausgestaltung der Kanäle 1 und/oder 2 bzw. 2' zum Ausgabekanal 5 hin erfolgen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass bei einem sich in mehrere Nebenzufuhr- und entsprechende Einlasskanäle verzweigenden Hauptzufuhrkanal dieselbe Fluidmenge an allen Einlasskanälen abgegeben wird, was gleiche Schichtdicken des Fluids im Ausgabekanal bewirkt. Andererseits können auch gezielt unterschiedliche Mengen abgegeben und so unterschiedliche Schichtdicken von mehreren Schichten desselben Fluids erzeugt werden, wenn dies für die jeweilige Anwendung vorteilhaft ist. Wie stark der Druckabfall innerhalb der Zufuhr- oder Einlasskanäle ist, hängt freilich von deren Länge und damit auch vom Abstand der Einmündungen der Einlasskanäle in den Ausgabekanal ab. Die Querschnittsänderungen sind im jeweiligen Einzelfall entsprechend anzupassen.

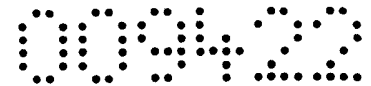
Fig. 3 zeigt eine schematische Längsschnittansicht der Ausführungsform aus Fig. 2 entlang der Linie A-A, aus der hervorgeht, dass beide Einlasskanäle 3 und 3' von derselben Seite, nämlich von unten, in den Auslasskanal 5 einmünden. Dies kommt der Fertigungstechnik von Mikrofluidikvorrichtungen entgegen. Zudem sind die Sei-



tenwände der Einlasskanäle 3 und 3' parallel ausgebildet. Alternativen dazu werden späterim Zusammenhang mit Fig. 9 beschrieben.

Fig. 4 zeigt schematisch drei mögliche Querschnittansichten der Ausführungsform aus Fig. 2 entlang der Linie B-B. Es ist zu erkennen, dass der Querschnitt des Einlasskanals 3' nicht nur – wie in Fig. 2 dargestellt – in der Ebene des Ausgabekanals 5 zunehmen kann, so dass sich dieser in Strömungsrichtung des Fluids verbreitert, sondern auch senkrecht dazu zu- oder abnehmen kann. In Fig. 4a vertieft sich der Einlasskanal 3' über die Breite des Ausgabekanals 5, und in Fig. 4b verringert sich seine Tiefe. Letzterer Fall bewirkt eine Erhöhung des Drucks zum Ende des Einlasskanals 3' hin, wodurch der Druckabfall in Längsrichtung des Einlasskanals 3' ausgeglichen werden kann – oder sogar gezielt eine in dieser Richtung zunehmend größere Menge an Fluid in den Ausgabekanal 5 eingeleitet werden kann. Bei einer Vertiefung des Einlasskanals, wie in Fig. 4a gezeigt, wird hingegen der Druckabfall durch die Vergrößerung des Kanalquerschnitts verstärkt, so dass am Ende des Einlasskanals 3' gezielt geringere Fluidmengen in den Ausgabekanal 5 eingeleitet werden können. Fig. 4c zeigt eine Ausführungsform mit gleich bleibender Tiefe des Einlasskanals 3', was aufgrund der einfacheren Fertigung eine gegenwärtig bevorzugte Ausführungsform darstellt.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der zwei Fluids von gegenüberliegenden Seiten des Ausgabekanals 5 zu diesem zugeleitet werden. Ein erstes Fluid wird analog zur Ausführungsform aus Fig. 2 über einen Hauptzufuhrkanal 1, der sich in zwei Nebenzufuhrkanäle 2 und 2' und in der Folge in zwei Einlasskanäle 3 und 3' verzweigt, eingeleitet; ein zweites Fluid über die analogen Bauteile 10, 20/20' und 30/30'. Die sich im Mündungsbereich ändernden Querschnittsformen können erneut beliebig kombiniert werden. Der Übersicht halber sind wiederum keilförmige Querschnitte eingezeichnet. Aus Gründen der Platzersparnis bei der Fertigung derartiger Mikrofluidikvorrichtungen würden in der Praxis die keilförmigen Erweiterungen der Einlasskanal-Paare 3/30 und 3'/30' zueinander weisend ausgeführt werden, d.h. die Kanäle 30 und 30' in der Zeichnung würden sich nicht nach rechts oben, sondern nach links oben erweitern.



Weiters ist zu erkennen, dass in dieser Ausführungsform keine expliziten Einlassöffnungen vorgesehen sind, da die Einlasskanäle 3/3' und 30/30' nach oben zum Ausgabekanal 5 hin offen sind, so dass jeweils die gesamte, von den Oberkanten der Einlasskanäle gebildete Grenzfläche mit dem Ausgabekanal 5 die jeweilige Einlassöffnung darstellt.

Die insgesamt vier Nebenzufuhrkanäle 2, 2', 20, 20' mit ihren Einlasskanälen 3, 3', 30', 30 greifen hier "kammförmig" ineinander, womit gemeint ist, dass sie abwechselnd von entgegengesetzten Seiten in den Ausgabekanal 5 einmünden. Auf diese Weise werden abwechselnd je zwei Schichten der beiden Fluids in den Ausgabekanal eingeleitet, wodurch insgesamt drei Grenzflächen für die Diffusion zwischen den beiden Fluids zur Verfügung stehen. Bei einer noch höheren Anzahl an Verzweigungen kann dieser Effekt noch weiter verstärkt werden. Dies beschleunigt einen Stoffaustausch zwischen den Fluids erheblich, so dass derartige Vorrichtungen ausgezeichnete Mikromischer oder – bei nicht mischbaren Flüssigkeiten – Mikroextraktoren darstellen.

Eine Anwendungsmöglichkeit ist etwa die Herstellung von Mikro-Fluidgemischen mit einer hohen Mischqualität. Für die Entwicklung von neuen Medikamenten erlangt das optischen Erfassen von chemischen Eigenschaften und Reaktionen immer größer werdende Bedeutung. Um zufrieden stellende Ergebnisse zu erhalten, ist das rasche und qualitativ hochwertige Vermischen von Fluids hier besonders wichtig.

Zur Herstellung von solchen Fluidmischungen ist es sinnvoll, mehr als zwei Schichten von Fluids einzusetzen, um auch die Diffusionswege zu minimieren. Gleichzeitig müssen etwaige, in einer anderen als in Strömungsrichtung auftretende Strömungen über den Querschnitt des Ausgabekanals möglichst homogen verteilt sein.

Um dies zu erreichen, wird für viele – insbesondere wässrige – Fluids ein Profil der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Aspektverhältnis von 1:10 für die Einlasskanäle und/oder die Einlassöffnung verwendet. Unter einem Aspektverhältnis (Breitendifferenz : Länge) von 1:10 wird hierbei eine Aufweitung des (z.B. keilförmigen)

Kanals von beispielsweise 10,0 μm am Anfang des Einlasskanals auf 20,0 μm an dessen Ende über eine Länge des Einlasskanals von 100,0 μm verstanden. Dadurch wird ein gut reproduzierbares Zeitverhalten der Vermischung durch Diffusion zweier oder mehrerer Fluids erreicht, wobei die Qualität der Vermischung auch vom Mischverhalten (Diffusionskoeffizienten) der Fluids und den Strömungsgeschwindigkeiten maßgeblich beeinflusst wird.

Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform behebt demnach wie auch die zuvor besprochene Ausführungsform der Fig. 2 bis 4 das Problem der Druckunterschiede im Einmündungsbereich in den Auslasskanal. Gleichzeitig ist aber auch die Zufuhr zweier unterschiedlicher Fluids von gegenüberliegenden Seiten eine neue und vorteilhafte Lösung für das Problem der Leitungsführung bei Mikrofluidikvorrichtungen. Aufgrund der schwer nutzbaren dritten Dimension sind einander überschneidende Leitungen nämlich kaum zu fertigen, so dass für das abwechselnde Zuführen mehrerer Ströme desselben Fluids mehrere Zufuhrkanäle – und nicht bloß Einlasskanäle – erforderlich waren, wie dies im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert wurde.

Fig. 6 zeigt eine Längsschnittansicht der Ausführungsform aus Fig. 5 entlang der Linie A-A aus Fig. 5. Aus dieser geht hervor, dass alle Einlasskanäle 3, 3', 30 und 30' von derselben Seite – wiederum von unten – in den Auslasskanal 5 einmünden. Dies kommt erneut der Fertigungstechnik von Mikrofluidikvorrichtungen entgegen, wo die Kanäle in einen bestehenden Träger geätzt, geschnitten etc. werden. Da die Linie A-A in Fig. 5 nicht bei halber Breite des Ausgabekanals 5 verläuft, ist die Dicke der Einlasskanal-Paare 3/3' und 30/30' aufgrund des unterschiedlichen Grades der Verbreiterung an dieser Stelle ebenfalls unterschiedlich. Erneut brauchen die Wände der Einlasskanäle nicht unbedingt senkrecht sein, d.h. normal auf die Ebene des Ausgabekanals stehen, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Indem die Einlasskanäle nach unten hin breiter oder schmaler werden, kann ebenfalls die aus dem jeweiligen Einlasskanal in den Ausgabekanal übertretende Fluidmenge und damit die Schichtdicke des Fluids an dieser Stelle des Ausgabekanals gesteuert werden. Auch eine solche Querschnittsänderung der Einlasskanäle liegt im Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 zeigt beispielhaft schematisch verschiedene Ausführungsformen der Querschnittsänderungen der Einlasskanäle in der Ebene des Ausgabekanals. Wie gut zu erkennen ist, sind sowohl sich über die Breite des Ausgabekanals 5 verbreiternde als auch verengende Formen sowie beliebige Kombinationen davon, so auch Kombinationen aus einer geraden und einer schrägen oder gekrümmten Längswand des Einlasskanals 3, möglich. Bevorzugt sind sich verbreiternde Formen, um die aufgrund des Druckabfalls über die Länge des Einlasskanals 3 geringere Fluidmenge, die an seinem Ende in den Ausgabekanal 5 übertritt, auszugleichen. Solche und ähnliche, aber auch beliebige andere Querschnittsänderungen sind auch für die Tiefe der Einlasskanäle möglich, wie dies zuvor bereits ausgeführt wurde. Das heißt, dass auch die Tiefe eines Einlasskanals nicht unbedingt linear zu- oder abzunehmen braucht, um für optimale, gewünschte Strömungsbedingungen für das oder die Fluids in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu sorgen.

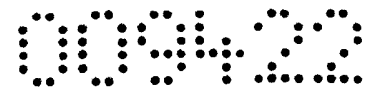
Fig. 8 zeigt verschiedene Ausführungsformen der Formen der Einlassöffnungen, wobei der Übersicht wegen die Einlasskanäle ohne sich ändernden Querschnitt eingezeichnet sind. Tatsächlich sind jedoch auch beliebige Kombinationen der in den Fig. 7 und 8 gezeigten Ausführungsformen sowie beliebige andere Ausführungsformen möglich, da die Erfindung keineswegs auf die hierin gezeigten oder besprochenen Ausführungsformen beschränkt ist.

Fig. 9 zeigt, wie bereits erwähnt, alternative Ausführungsformen der Einlasskanäle 3 und 3' aus Fig. 3 mit nichtparallelen Seitenwänden, die ebenfalls mit beliebigen der zuvor beschriebenen Kanalquerschnittsänderungen und Öffnungsformverläufen kombinierbar sind. Kanal 3 ist hier exemplarisch mit ovalem Querschnitt, d.h. mit ausgebuchteten Seitenwänden, dargestellt; Kanal 3' hingegen mit einem sich nach unten hin verjüngenden Querschnitt. Wie ebenfalls bereits erwähnt wurde, können auch zusätzliche Maßnahmen an den Kanalseitenwänden getroffen werden, wie z.B. Nuten, Rillen, Rauungen, Wellungen und dergleichen, um das Strömungsverhalten der Fluids in den Kanälen zu beeinflussen und zu optimieren.

Zusammenfassend sei festgestellt, dass die vorliegende Erfindung eine wertvolle Erweiterung des Standes der Technik auf dem Gebiet der Mikrofluidik darstellt, da sie bestehende Probleme auf verhältnismäßig einfache Weise durch Bereitstellung von Vorrichtungen löst, die kostengünstig und mithilfe bekannter Verfahren herstellbar sind. An der gewerblichen Anwendbarkeit der Erfindung besteht demnach kein Zweifel.

PATENTANSPRÜCHE

1. Mikrofluidikvorrichtung zur Abgabe eines Fluids oder Fluidgemischs, umfassend einen Ausgabekanal (5), zumindest einen Fluid-Hauptzufuhrkanal (1, 10), der jeweils in zumindest einen im Wesentlichen in der Ebene des Ausgabekanals (5) liegenden und seitlich zu diesem hinführenden Nebenzufuhrkanal (2, 2', 20, 20') übergeht, der seinerseits in einen ober- oder unterhalb des Ausgabekanals (5) liegenden Einlasskanal (3, 3', 30, 30') übergeht, der über zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') von oben oder unten in den Ausgabekanal (5) mündet,
dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Einlasskanal (3, 3', 30, 30') eine sich in seiner Längsrichtung verändernde Querschnittsform aufweist und/oder die zumindest eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') eine sich in Querrichtung des Ausgabekanals (5) ändernde Öffnungsweite aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pro Einlasskanal (3, 3', 30, 30') eine Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassöffnung (4, 4', 40, 40') von den Oberkanten des nach oben zum Ausgabekanal (5) hin zur Gänze offenen Einlasskanals (3, 3', 30, 30') gebildet wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass pro Einlasskanal (3, 3', 30, 30') mehrere Einlassöffnungen (4, 4', 40, 40') vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des zumindest einen Einlasskanals (3, 3', 30, 30') zunimmt.
6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe des zumindest einen Einlasskanals (3, 3', 30, 30') zunimmt.



7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Einlassöffnungen (4, 4', 40, 40') an derselben Seite, d.h. ober- oder unterhalb, des Ausgabekanals (5) angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Hauptzufuhrkanal (1, 10) über mehrere Nebenzufuhrkanäle (2, 2', 20, 20') in mehrere Einlasskanäle (3, 3', 30, 30') übergeht.
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Hauptzufuhrkanäle (1, 10) vorgesehen sind, die zumindest einen ersten Hauptzufuhrkanal (1) zur Einleitung eines ersten Fluids und zumindest einen zweiten Hauptzufuhrkanal (10) zur Einleitung eines zweiten Fluids umfassen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine erste Hauptzufuhrkanal (1) über zumindest einen ersten Nebenzufuhrkanal (2, 2') in zumindest einen ersten Einlasskanal (3, 3') übergeht und der zumindest zweite Hauptzufuhrkanal (10) über zumindest einen ersten Nebenzufuhrkanal (20, 20') in zumindest einen zweiten Einlasskanal (30, 30') übergeht, wobei die ersten und zweiten Nebenzufuhrkanäle von gegenüberliegenden Seiten zum Ausgabekanal (5) hin führen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere erste Nebenzufuhrkanäle (2, 2') und Einlasskanäle (3, 3') und mehrere zweite Nebenzufuhrkanäle (20, 20') und Einlasskanäle (30, 30') vorgesehen sind, die von gegenüberliegenden Seiten kammförmig ineinander greifend zum Ausgabekanal (5) führen bzw. in diesen einmünden.
12. Verwendung einer Mikrofluidikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zum Abgeben von mehreren Fluids.
13. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Fluids in Form von Schichten abgegeben werden.

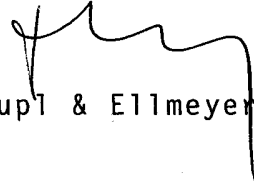
009422

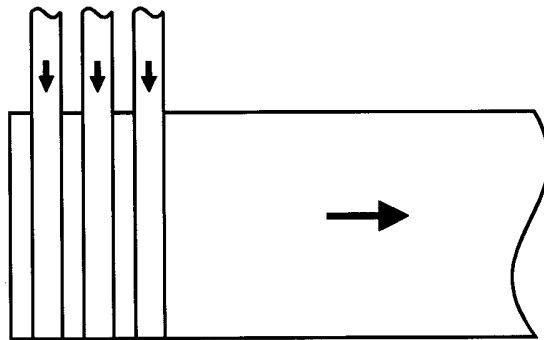
14. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten unterschiedliche Schichtdicken aufweisen.

15. Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluids während der Abgabe zumindest teilweise durchmischt werden.

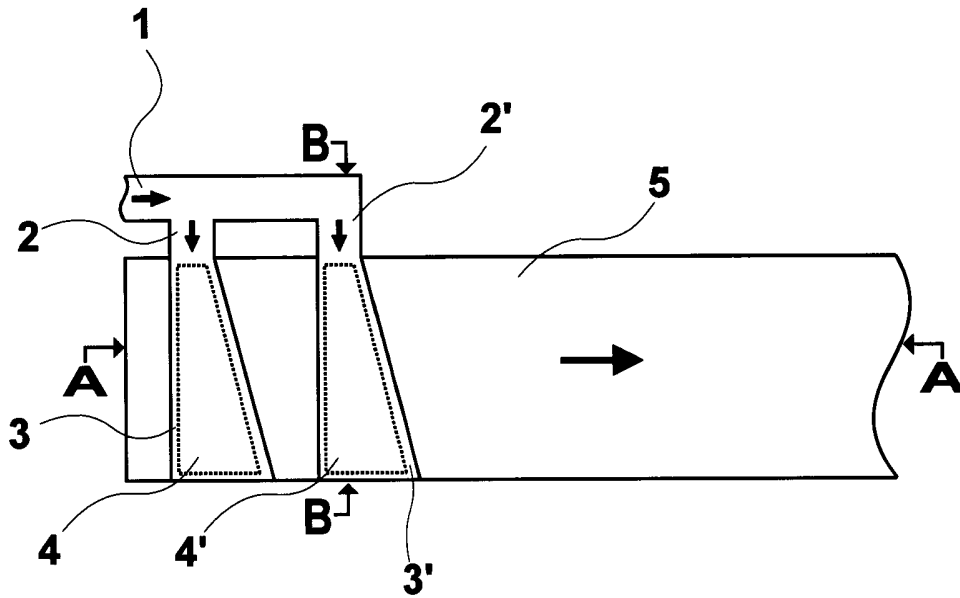
Wien, am **28. Aug. 2008**

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
durch:

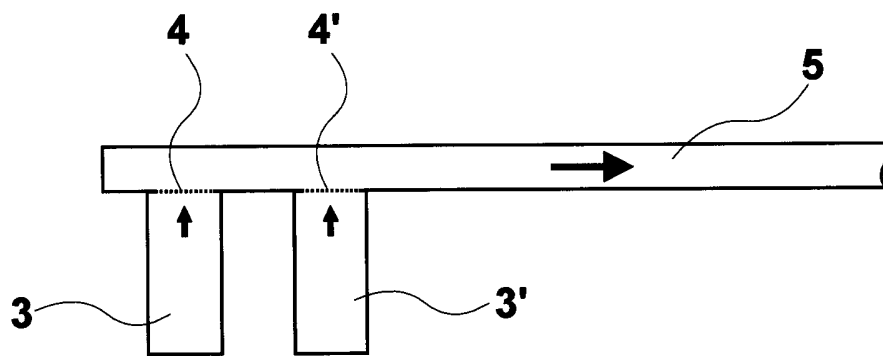

Häupl & Ellmeyer KEG



Figur 1



Figur 2



Figur 3

Fig. 4a

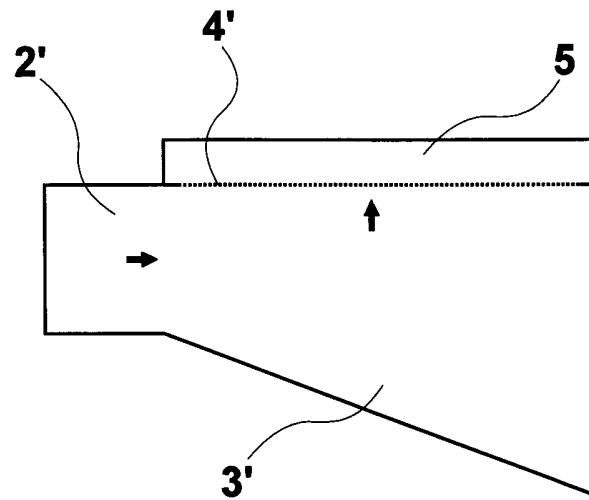


Fig. 4b

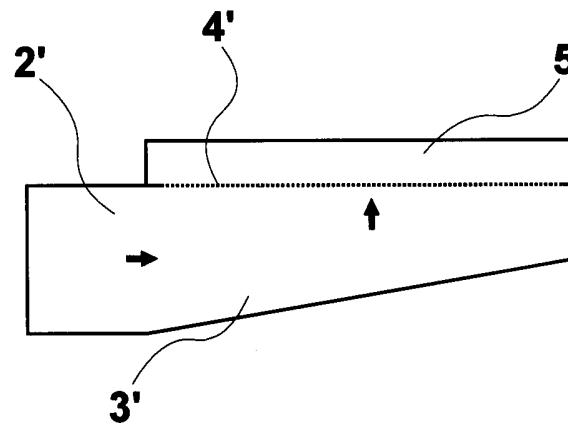
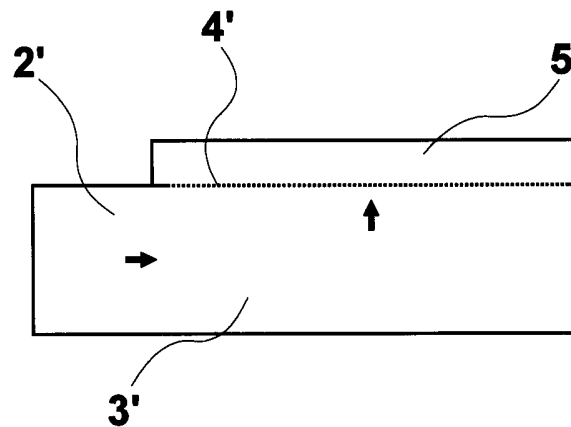
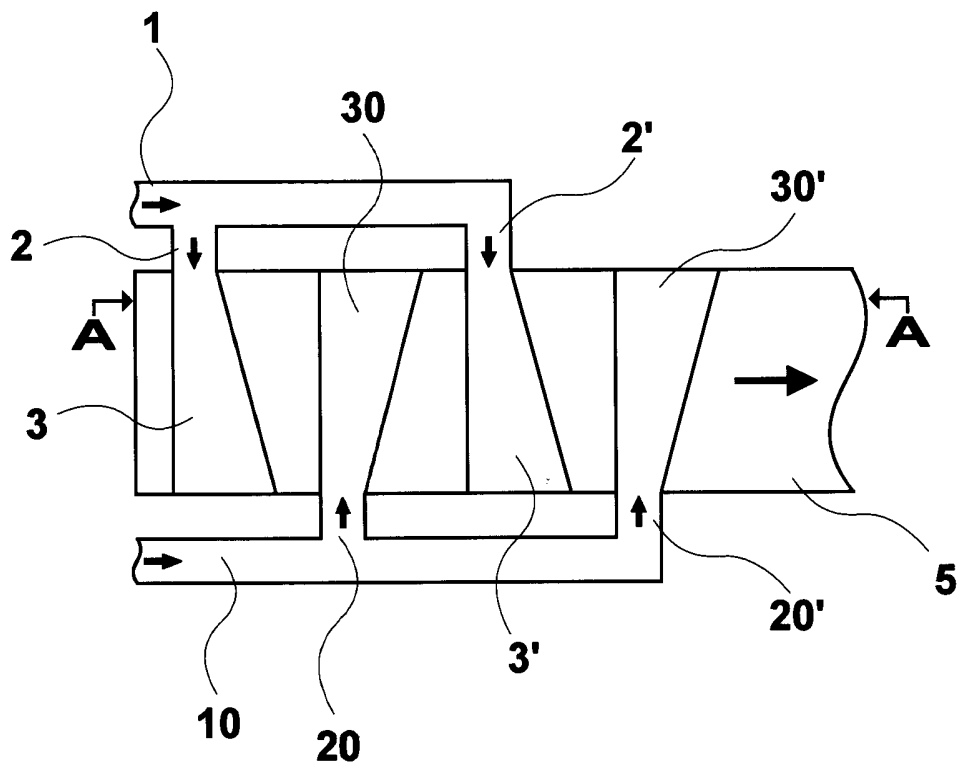


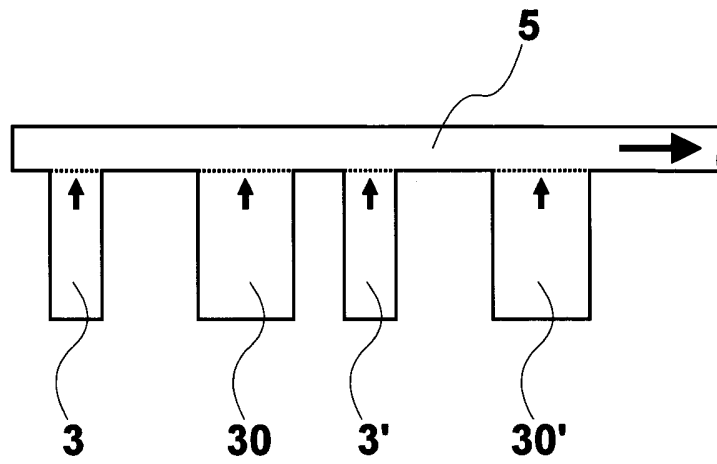
Fig. 4c



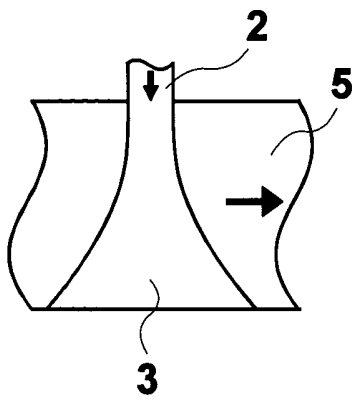
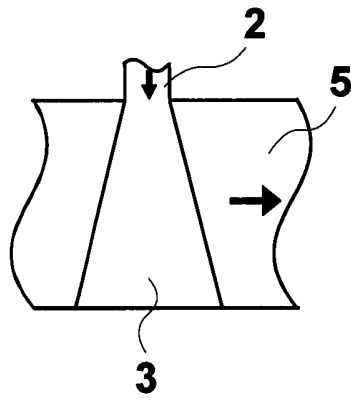
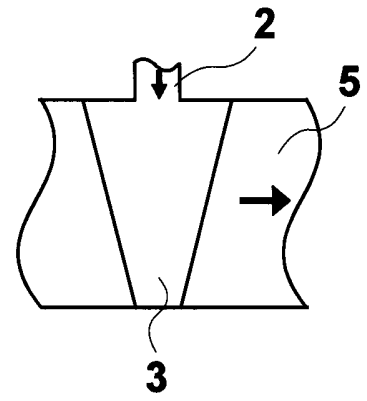
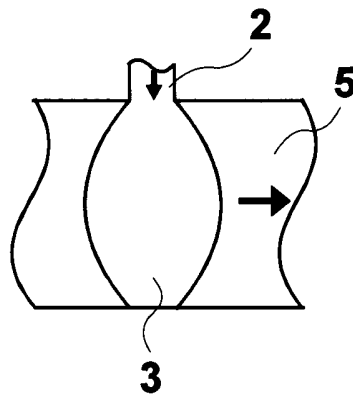
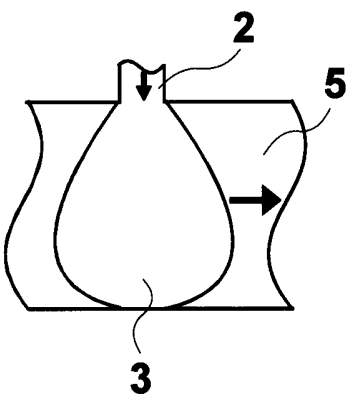
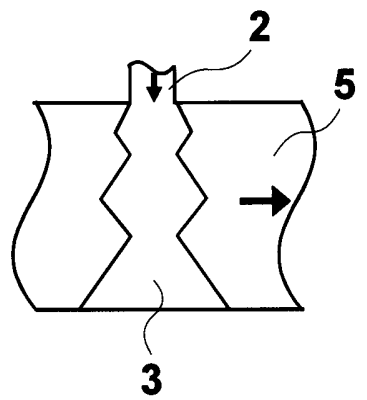
Figur 4



Figur 5



Figur 6

**Fig. 7a****Fig. 7b****Fig. 7c****Fig. 7d****Fig. 7e****Fig. 7f****Figur 7**

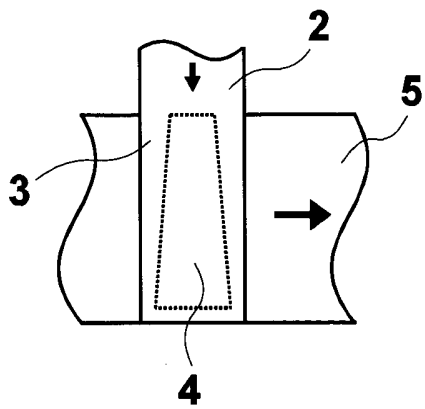


Fig. 8a

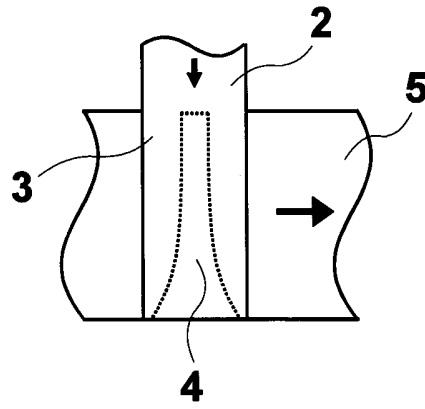


Fig. 8b

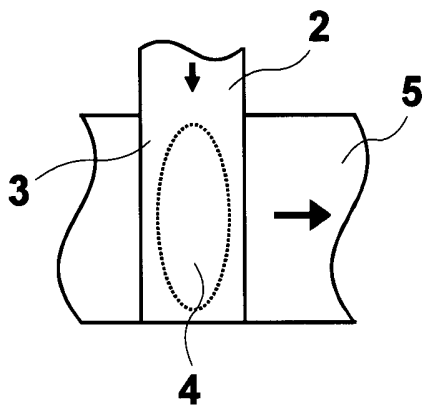


Fig. 8c

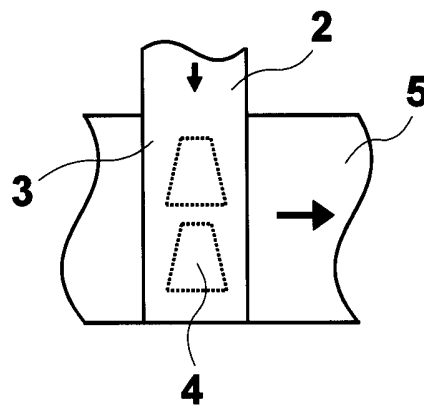


Fig. 8d

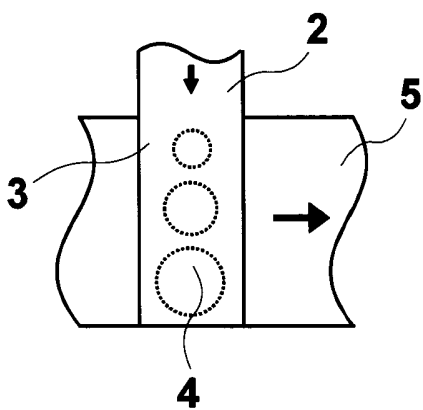


Fig. 8e

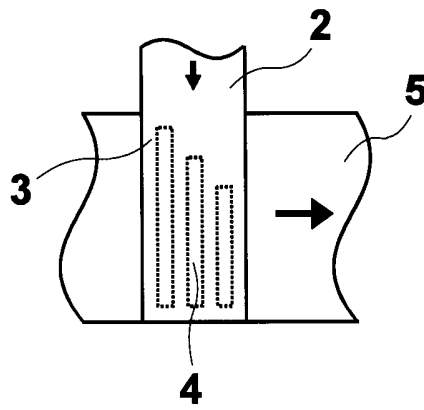
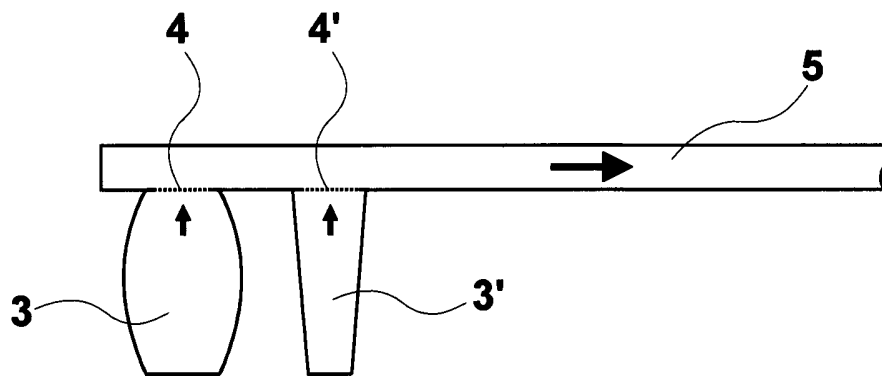


Fig. 8f

Figur 8



Figur 9

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B01F 5/04 (2006.01); B01F 13/00 (2006.01); F15D 1/02 (2006.01); G01N 21/05 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: B01F 5/04C14C , B01F 13/00M2 , F15D 1/02 , G01N 21/05
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B01F , G01N , F15D
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC , WPI , TXtNn
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28. August 2008 eingereichten Ansprüchen 1 - 15 erstellt.

Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1 894 619 A2 (TOSOH CORP) 5. März 2008 (05.03.2008) <i>Ansprüche 1 - 3, 7, Figuren 4 - 6, 13 - 15.</i> --	1, 2, 7, 8
A	WO 2001/028670 A1 (UNIVERSITY OF SHEFFIELD) 26. April 2001 (26.04.2001) <i>Figuren 1, 2a, 2b, 6; Ansprüche 1 und 2; Seite 2 (gesamt), Seite 4 (Absatz 2).</i> --	1, 2, 9
A	DE 199 09 692 C1 (FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH) 16. März 2000 (16.03.2000) <i>Gesamtes Dokument.</i> ---	1, 2, 9, 10

Datum der Beendigung der Recherche:
4. August 2009

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. SYPNIEWSKI

⁷ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.