

(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
28. Februar 2002 (28.02.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/16017 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01F 13/00**,
5/02, 5/06, B01J 19/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/09728

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. August 2001 (23.08.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 41 823.6 25. August 2000 (25.08.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, 55129 Mainz (DE). **MGT MIKROGLAS TECHNIK AG** [DE/DE]; Galileo-Galilei-Strasse 28, 55129 Mainz (DE).

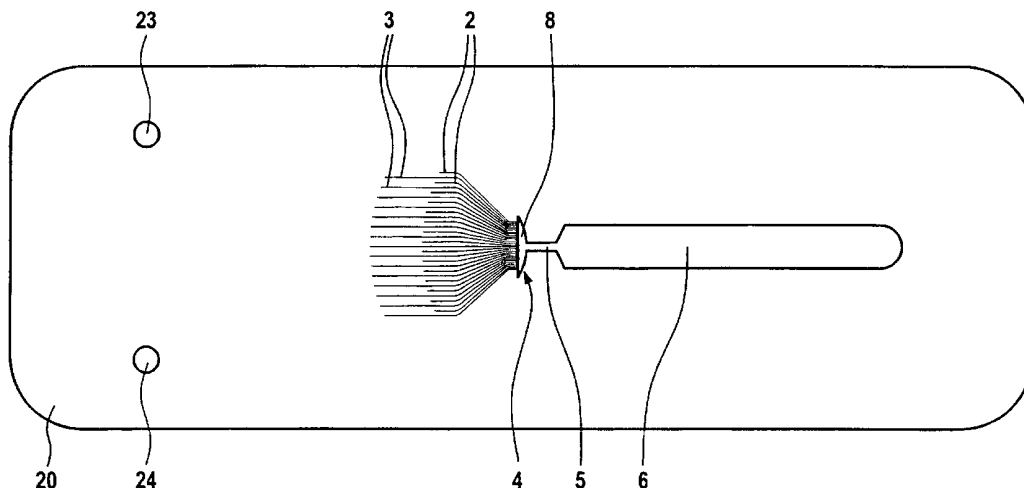
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LÖWE, Holger** [DE/DE]; Anna-Seghers-Strasse 3, 55276 Oppenheim (DE). **SCHIEWE, Jörg** [DE/DE]; Bodenheimer Strasse 20, 55129 Mainz-Hechtsheim (DE). **HESSEL, Volker** [DE/DE]; Über dem Berg 4, 65510 Hünstetten-Wallbach (DE). **DIETRICH, Thomas** [DE/DE]; Klappergasse 1,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND STATISTICAL MICROMIXER FOR MIXING AT LEAST TWO LIQUIDS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND STATISCHER MIKROVERMISCHER ZUM MISCHEN MINDESTENS ZWEIER FLUIDE



(57) Abstract: The invention relates to a method and a micromixer for mixing at least two liquids. The aim of the invention is to reduce the mixing time of the micromixer compared to known micromixers while maintaining high mixing quality and small structural dimensions. The inventive method is characterised by the following steps: a plurality of separated liquid currents of both liquids are brought together and alternately adjacent liquid lamellae of both liquids are formed; the combined liquid currents are carried away and a focussed total liquid current is formed; the focussed total liquid current is guided as a liquid jet into an expansion chamber; and the mixture formed is drawn off. The micromixer comprises a plurality of alternately adjacent liquid channels (2, 3) which open up into an inlet chamber (4). A focussing channel (5) is in liquid communication with said inlet chamber, and opens up into an expansion chamber (6). The inventive method and micromixer are especially advantageous in that they are suitable for the production of emulsions and dispersions.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie einen Mikrovermischer zum Mischen mindestens zweier Fluide. Die Aufgabe des erfindungsgemässen Verfahrens und Mikrovermischers besteht darin, die Mischzeit bei hoher Mischgüte und gleichzeitig kleiner Baugrösse des Mikrovermischers

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/16017 A3



60594 Frankfurt am Main (DE). **FREITAG, Andreas**
[—/—]; Klappergasse 1, 60495 Frankfurt am Main (DE).

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(74) **Anwälte:** **FUCHS, Jürgen, H.** usw.; Abraham-Lincoln-
Strasse 7, 65189 Wiesbaden (DE).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZW.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden*
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**
Recherchenberichts:

23. Mai 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

im Vergleich zu bekannten Mikrovermischem zu verkürzen. Das erfindungsgemässe Verfahren wird gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte: Zusammenführen einer Vielzahl getrennter Fluidströme der beiden Fluide unter Bildung abwechselnd benachbarter Fluidlamellen der beiden Fluide, Abführen der vereinigten Fluidströme unter Ausbildung eines fokussierten Gesamtfluidstroms, Einleiten des fokussierten Gesamtfluidstroms als Fluidstrahl in eine Expansionskammer, Ableiten der gebildeten Mischung. Der Mikrovermischer weist eine Vielzahl abwechselnd benachbarter Fluidkanäle (2, 3) auf, die in eine Einlasskammer (4) einmünden. Mit dieser steht ein Fokussierungskanal (5) fluidisch in Verbindung, der in eine Expansionskammer (6) einmündet. Besonders vorteilhaft eignet sich das erfindungsgemässe Verfahren und der Mikrovermischer zur Herstellen von Emulsionen und Dispersionen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/09728

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B01F13/00 B01F5/02 B01F5/06 B01J19/00

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)

IPC 7 B01F B01J

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EHRFELD W, HESSEL V, LÖWE H: "Microreactors" 2000, WILEY-VCH, GERMANY XP002190806 243750 cited in the application page 44, paragraph 4 -page 46, paragraph 7 page 80, paragraph 4 -page 82, paragraph 6; figures 3.3,3.37,3.38 ----	1-23
A	EP 0 903 174 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 24 March 1999 (1999-03-24) page 5, line 32 - line 35; figure 3 ----- -/--	1-23

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2002

Date of mailing of the international search report

14/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Real Cabrera, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/09728

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 16 886 A (AVENTIS RES & TECH GMBH & CO) 21 October 1999 (1999-10-21) column 1, line 11 - line 47 column 2, line 58 - line 68 column 3, line 30 - line 41; figure 2 ---	1-23
A	EP 0 928 785 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 14 July 1999 (1999-07-14) column 1, paragraph 2 column 5, paragraph 21 -column 6, paragraph 25; figures 1-3 ---	1-23
A	DE 195 41 266 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 7 May 1997 (1997-05-07) column 1, line 57 -column 3, line 23; figures 1-4 -----	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/09728

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0903174	A	24-03-1999	DE 19741645 A1	25-03-1999
			CA 2247662 A1	22-03-1999
			EP 0903174 A1	24-03-1999
			JP 11171857 A	29-06-1999
DE 19816886	A	21-10-1999	DE 19816886 A1	21-10-1999
			AU 3413599 A	08-11-1999
			WO 9954362 A1	28-10-1999
			EP 1086143 A1	28-03-2001
EP 0928785	A	14-07-1999	DE 19800529 A1	15-07-1999
			US 6225497 B1	01-05-2001
			EP 0928785 A1	14-07-1999
DE 19541266	A	07-05-1997	DE 19541266 A1	07-05-1997
			CA 2236666 A1	15-05-1997
			WO 9717130 A1	15-05-1997
			EP 0859660 A1	26-08-1998
			JP 11514574 T	14-12-1999
			US 6264900 B1	24-07-2001
			US 6299657 B1	09-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09728

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B01F13/00 B01F5/02 B01F5/06 B01J19/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01F B01J

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EHRFELD W, HESSEL V, LÖWE H: "Microreactors" 2000, WILEY-VCH, GERMANY XP002190806 243750 in der Anmeldung erwähnt Seite 44, Absatz 4 -Seite 46, Absatz 7 Seite 80, Absatz 4 -Seite 82, Absatz 6; Abbildungen 3.3,3.37,3.38 ---	1-23
A	EP 0 903 174 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 24. März 1999 (1999-03-24) Seite 5, Zeile 32 - Zeile 35; Abbildung 3 --- -/--	1-23



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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Februar 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/03/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Real Cabrera, R

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09728

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 16 886 A (AVENTIS RES & TECH GMBH & CO) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) Spalte 1, Zeile 11 - Zeile 47 Spalte 2, Zeile 58 - Zeile 68 Spalte 3, Zeile 30 - Zeile 41; Abbildung 2 ----	1-23
A	EP 0 928 785 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 14. Juli 1999 (1999-07-14) Spalte 1, Absatz 2 Spalte 5, Absatz 21 -Spalte 6, Absatz 25; Abbildungen 1-3 ----	1-23
A	DE 195 41 266 A (BAYER AG ;KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)) 7. Mai 1997 (1997-05-07) Spalte 1, Zeile 57 -Spalte 3, Zeile 23; Abbildungen 1-4 -----	1-23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09728

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0903174	A	24-03-1999	DE	19741645 A1	25-03-1999
			CA	2247662 A1	22-03-1999
			EP	0903174 A1	24-03-1999
			JP	11171857 A	29-06-1999
DE 19816886	A	21-10-1999	DE	19816886 A1	21-10-1999
			AU	3413599 A	08-11-1999
			WO	9954362 A1	28-10-1999
			EP	1086143 A1	28-03-2001
EP 0928785	A	14-07-1999	DE	19800529 A1	15-07-1999
			US	6225497 B1	01-05-2001
			EP	0928785 A1	14-07-1999
DE 19541266	A	07-05-1997	DE	19541266 A1	07-05-1997
			CA	2236666 A1	15-05-1997
			WO	9717130 A1	15-05-1997
			EP	0859660 A1	26-08-1998
			JP	11514574 T	14-12-1999
			US	6264900 B1	24-07-2001
			US	6299657 B1	09-10-2001