

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. März 2009 (26.03.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/036854 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 30/68 (2006.01) **G01N 27/62** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/006781
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. August 2008 (18.08.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
07018014.6 13. September 2007 (13.09.2007) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT HAMBURG-HARBURG** [DE/DE]; Schwarzenbergstrasse 95, 21073 Hamburg (DE). **TUTECH INNOVATION GMBH**

[DE/DE]; Harburger Schlossstrasse 6-12, 21079 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

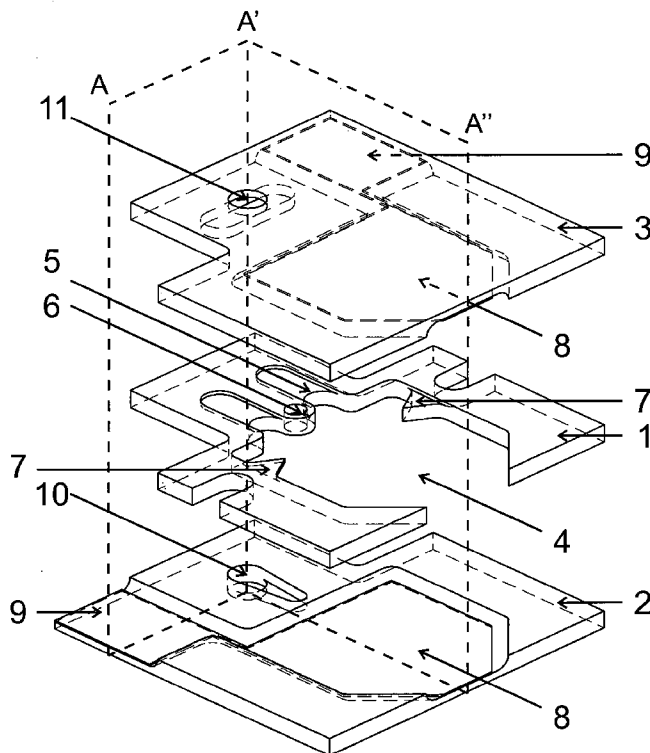
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÜLLER, Jörg** [DE/DE]; Meilsener Heide 9, 21244 Buchholz (DE). **KUIPERS, Winfred** [NL/DE]; Erdmannstrasse 2c, 22765 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLAME IONIZATION DETECTOR

(54) Bezeichnung: FLAMMENIONISATIONSDETEKTOR



Figur 1.

Mikrosystemtechnik bearbeitet sind, wobei ein mittleres Substrat (1) Düsen (5, 6) für die Gase und die Zündeinrichtung (7) und eine Ausnehmung

(57) Abstract: The flame ionization detector, which has a feed and an ignition device (7) for the fuel gas, a feed for the sample gas, a combustion chamber (4) in which the sample gas is ionized by the flame, and electrodes (8, 1) to which a voltage is applied in order to generate and measure the ion current, is distinguished by the fact that it is constructed as an integrated planar system from at least three parallel lamellar substrates (1, 2, 3) which are connected to one another and are processed using microsystem technology methods, wherein a middle substrate (1) has nozzles (5, 6) for the gases and the ignition device (7) and a recess which forms part of the combustion chamber (4) which is completed with recesses in the adjacent substrates (2, 3) and is essentially closed, together with the nozzle region, by these substrates (2, 3), and the adjacent substrates (2, 3) have feed channels (10, 11) for the gases.

(57) Zusammenfassung: Der Flammenionisationsdetektor, der eine Zuführung und eine Zündeinrichtung (7) für das Brenngas, eine Zuführung für das Probengas, eine Brennkammer (4), in der das Probengas durch die Flamme ionisiert wird, und Elektroden (8, 1) aufweist, an die zur Erzeugung und Messung des Ionenstroms eine Spannung angelegt wird, zeichnet sich dadurch aus, dass er als integriertes planares System aus mindestens drei parallelen miteinander verbundenen plättchenförmigen Substraten (1, 2, 3) aufgebaut ist, die mit Verfahren der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

aufweist, die einen Teil der Brennkammer (4) bildet, die durch Ausnehmungen in den benachbarten Substraten (2, 3) vervollständigt wird und durch diese Substrate (2, 3) im Wesentlichen zusammen mit dem Düsenbereich verschlossen ist, und die benachbarten Substrate (2, 3) Zuführkanäle (10, 11) für die Gase aufweisen.

1. Technische Universität Hamburg-Harburg
2. TuTech Innovation GmbH
TUTE002PWO
N/ch

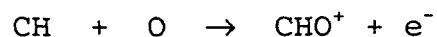
5 13.08.2008

10

Flammenionisationsdetektor

Die Erfindung betrifft einen Flammenionisationsdetektor (FID), der eine Zuführung und eine Zündeinrichtung für das Brenngas, eine Zuführung für das Probengas, eine Brennkammer, in der das Probengas durch die Flamme ionisiert wird, und Elektroden aufweist, an die zur Erzeugung und Messung des Ionenstroms eine Spannung angelegt wird.

20 Flammenionisationsdetektoren dienen dazu, flüchtige organische Verbindungen in gasförmigen Proben festzustellen und zu messen. Die Messung beruht auf der chemischen Ionisation von organischen Substanzen, die in einer Knallgasflamme pyrolysiert werden. Es findet dabei eine Ionisationsreaktion
25 der in der Substanz enthaltenen Kohlenstoffatome statt:



Legt man an ein am Rand der Flamme angeordnetes Elektrodenpaar eine Spannung an, so fließt ein Ionenstrom, der gemessen werden kann und zum Nachweis der organischen Verbindungen dienen kann. Durchläuft das Gas zunächst einen Gaschromatographen, zum Beispiel einen Kapillargaschromatographen, so treten die verschiedenen chemischen Verbindungen des Probengases, sortiert nach Molekulargewicht, nacheinander in den Flammenionisationsdetektor ein, so dass die Konzen-

tration der verschiedenen Komponenten festgestellt werden kann.

Ein Problem bei Flammenionisationsdetektoren besteht darin,
5 dass Knallgas, eine hochexplosive Mischung von Sauerstoff
und Wasserstoff zugeführt werden muss. Man ist daher be-
strebt, die Flammenionisationsdetektoren möglichst klein zu
machen, damit man nur geringe Mengen von Knallgas benötigt
und die Explosionsgefahr dadurch vermindert wird. Außerdem
10 sind solche kleinen Flammenionisationsdetektoren natürlich
von Vorteil, da sie leichter transportierbar sind und weni-
ger Platz benötigen. Weiter ist es wegen des geringeren
Verbrauchs an Knallgas möglich, dieses nicht in gespeicher-
ter Form zu verwenden, sondern vor Ort durch Elektrolyse
15 herzustellen, was die Explosionsgefahr weiter verringert.
Ein solcher Flammenionisationsdetektor, der von diesem Vor-
teil Gebrauch macht, besteht aus Komponenten, die nach den
Verfahren der Mikrosystemtechnik hergestellt sind (S. Zim-
mermann et al., „Micro flame ionization detector and mic-
20 roflame spectrometer“, Sensors and Actuators B63 (2000), S.
159-166; S. Zimmermann et al., „Miniaturized flame ioniza-
tion detector for gas chromatography“, Sensors and Actua-
tors B83 (2002), S. 285-289). Die Knallgasflamme brennt da-
bei im offenen Raum und wird nur von einem metallisierten
25 Glasrohr, das zusammen mit dem Silizium Substrat ein Elekt-
rodenpaar bildet, umgeben. Da die Flamme im offenen Raum
brennt, kann das Ergebnis durch Turbulenzen und Verunreini-
gungen beeinflusst werden. Zudem wird Wärme abgestrahlt, so
dass eine verhältnismäßig große Menge von Brenngas erfor-
30 derlich ist. Ein zusätzlicher Nachteil besteht darin, dass
das Glasrohr aufgeklebt werden muss, der Detektor also e-
benfalls nicht vollständig mit den Verfahren der Mikrosys-
temtechnik hergestellt werden kann, so dass seine Konstruk-

tion aufwendig und teuer ist und wenig für Massenherstellung geeignet ist.

Auch weitere vorbekannte Flammenionisationsdetektoren kleiner Bauart weisen den Nachteil auf, dass sie nicht oder nicht vollständig mit den Verfahren der Mikrosystemtechnik hergestellt werden können (US 5 576 626; WO 2006/000099 A1).

10 Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Flammenionisationsdetektors, der geringe Größe hat und vollständig mit den Verfahren der Mikrosystemtechnik hergestellt werden kann.

15 Erfindungsgemäß ist der Flammenionisationsdetektor dadurch gekennzeichnet, dass er als integriertes planares System aus mindestens drei parallelen miteinander verbundenen plättchenförmigen Substraten aufgebaut ist, die mit Verfahren der Mikrosystemtechnik bearbeitet sind, wobei ein mittleres Substrat Düsen für die Gase und die Zündeinrichtung
20 und eine Ausnehmung aufweist, die einen Teil der Brennkammer bildet, die durch Ausnehmungen in den benachbarten Substraten vervollständigt wird und durch diese Substrate im Wesentlichen zusammen mit dem Düsenbereich verschlossen
25 ist, und die benachbarten Substrate Zuführkanäle für die Gase aufweisen.

Der erfindungsgemäße Flammenionisationsdetektor besteht also im Wesentlichen aus drei plättchenförmigen Substraten, wobei allerdings weitere Substrate vorgesehen sein könnten.
30 Diese Substrate sind ausschließlich mit den Mitteln der Mikrosystemtechnik durch Fotoätzen und dergleichen hergestellt. Das mittlere Substrat weist dabei Düsen für die Ga-

se und die Zündeinrichtung und eine Ausnehmung auf, die einen Teil der Brennkammer bildet. Die Brennkammer wird durch Ausnehmungen in den benachbarten Substraten vervollständigt. Während das mittlere Substrat im Bereich der Brennkammer vollständig durchbrochen sein kann, weisen die benachbarten Substrate Mulden auf, die nach dem Zusammenbau die Brennkammer abschließen, so dass die Brennkammer im Wesentlichen geschlossen ist. „Im Wesentlichen geschlossen“ bedeutet dabei, dass die Brennkammer nur eine kleine Öffnung aufweisen muss, durch die die Gase nach außen entweichen können. Man könnte sogar daran denken, die Brennkammer vollständig zu schließen, wenn man eine Kühleinrichtung vorsieht, an der das ausschließliche Verbrennungsprodukt, nämlich Wasser, kondensiert. Man müsste dann nur für geeignete Maßnahmen sorgen, dass das Wasser abgeführt wird.

Die beiden benachbarten oder äußeren Substrate umschließen aber nicht nur die Brennkammer, sondern auch den Düsenbereich. Während die Düsen für das Brenngas und das Probengas im mittleren Substrat vorgesehen sind, erfolgt die Zuleitung dieser Gase durch Zuführkanäle in den benachbarten oder äußeren Substraten.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist das mittlere Substrat leitfähig und die benachbarten Substrate im Wesentlichen nicht leitend. „Im Wesentlichen nicht leitend“ bedeutet dabei, dass die Leitfähigkeit auch bei erhöhter Temperatur gering ist, aber doch so groß, dass anodisches Bonden der Substrate möglich ist, was ja eine gewisse Leitfähigkeit der Komponenten voraussetzt. Diese Leitfähigkeit sollte aber nicht zu hoch sein, da dadurch nicht nur Ionenströme, die gemessen werden sollen, sondern auch Leckströme

durch das Substrat stattfinden, die das Messergebnis verfälschen können.

Vorteilhafterweise bestehen das mittlere Substrat aus Silizium und die benachbarten Substrate aus Glas, wobei als
5 Glas insbesondere Borosilikatglas sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist je eine Elektrode im Bereich der Brennkammer in den benachbarten Substraten angeordnet. Es befinden sich also Elektroden auf beiden Seiten der Brennkammer. Der Nachteil besteht dabei, dass dann, wenn eine Spannung an die beiden Elektroden angelegt wird, nicht nur der Ionenstrom gemessen wird, sondern auch der Strom, der von einer Elektrode zur anderen
10 aufgrund der von Null verschiedenen Leitfähigkeit der äußeren Substrate und von Wasser fließt, das sich abgesetzt hat.

Dieser Nachteil kann durch eine erfindungsgemäße Schutz-
elektrode vermieden werden, durch die diese Ströme aufgenommen werden. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform wird dabei zum einen eine Elektrode durch das mittlere Substrat gebildet und zum anderen befindet die Schutzelektrode sich
20 neben der zweiten Elektrode auf einem der beiden benachbarten Substrate, zwischen den beiden Elektroden. Ströme, die vom einen benachbarten Substrat zum anderen benachbarten Substrat fließen, werden in diesem Fall von der Schutz-
elektrode aufgenommen und nicht mitgemessen.

30

Aufgrund der hohen Temperatur der Flamme (bis 2700°C) wird der Flammenionisationsdetektor stark erwärmt. Um Spannungs-

risse zu vermeiden, haben zweckmäßigerweise alle Teile abgerundete Konturen.

Wenn die Elektroden an den benachbarten Substraten verspiegelt sind, wird Wärme von der Flamme in die Brennkammer zurückreflektiert. Es wird einerseits weniger Brenngas benötigt. Andererseits wird der Detektor weniger erwärmt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform sind die Düsen für die Gase als vergrabene Struktur ausgebildet und durch mindestens ein weiteres Substrat abgedeckt. Auf diese Weise kann man symmetrische Anordnung der Düsen erreichen.

Vorteilhafterweise weist das mittlere Substrat eine Elektroden spitze unmittelbar hinter den Düsen auf. Über diese Elektroden spitze und eine Elektrode auf einer der beiden benachbarten Substrate ist ein Hochspannungspuls zum Zünden der Flamme anlegbar. Ein solcher Hochspannungsimpuls könnte zum Beispiel durch einen Piezo-Kristall erzeugt werden. Der Flammenionisationsdetektor kann auch zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden, indem er mit zwei Magneten hoher Induktion versehen ist und dadurch einen magneto-hydrodynamischen Generator bildet.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von vorteilhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in Explosionsansicht eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Flammenionisationsdetektors;

- Fig. 2 eine Schnittansicht entlang der gewinkelten Linie A-A'-A'' von Fig. 1;
- Fig. 3 im Schnitt in entsprechender Darstellung wie Fig. 2 eine Messanordnung;
- Fig. 4 im Schnitt in entsprechender Darstellung wie Fig. 2 eine zweite besonders vorteilhafte Ausführungsform der Messanordnung;
- Fig. 5 die Abhängigkeit des Ionenstroms von der angelegten Spannung bei einer vorteilhaften Ausführungsform; und
- Fig. 6 die Abhängigkeit des Ionenstroms von der Strömungsgeschwindigkeit des Probengases.

In Fig. 1 ist eine Explosionsansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Flammenionisationsdetektors gezeigt. Er weist drei Substrate auf, ein mittleres Substrat 1 aus Silizium und ein unteres Substrat 2 und ein oberes Substrat 3 aus Pyrexglas. In das mittlere Siliziumsubstrat 1 sind mit bekannten Methoden der Mikrosystemtechnik ein Teil der Brennkammer 4, die Probengasdüse 5 und die Probengasdüse 6 herausgearbeitet. Spitzenförmige Vorsprünge 7, die in der Nähe der Düsen 5, 6 in die Brennkammer 4 hineinragen, können mit einem Hochspannungspuls zum Zünden beaufschlagt werden.

Das untere Substrat 2 und das obere Substrat 3 sind im Bereich der Brennkammer 4 mit muldenförmigen Ausnehmungen versehen, die mit einer spiegelnden Metallisierung 8 versehen sind. Die Metallisierung 8 ist dabei mit Bondinseln 9

verbunden, über die elektrischer Anschluss stattfinden kann. Das in den Figuren untere Substrat 2 weist noch einen Brenngaseinlass 10 auf, während das obere Substrat 3 einen Probengaseinlass 11 aufweist. Diese Einlässe sind, nachdem
5 die drei Substrate durch anodisches Bonden verbunden sind, in Verbindung mit den Düsen 5, 6.

In Fig. 2 ist eine Schnittansicht entlang der gewinkelten Linie A-A'-A'' von Fig. 1 gezeigt. Das Brenngas und das
10 Probengas treten durch entsprechende Kanäle in die Brennkammer 4 ein, die mit den Metallisierungen 8 versehen ist. Diese Metallisierungen können als die Elektroden verwendet werden, an die eine Spannung angelegt wird und der Strom gemessen wird, wie dies in Fig. 3 schematisch dargestellt
15 ist. Ein Nachteil ist dabei, dass durch die Spannungsquelle U nicht nur ein Ionenstrom zwischen den beiden Elektroden 8 erzeugt wird, der bei I gemessen wird, sondern einerseits ein Strom aufgrund der begrenzten Leitfähigkeit der Substrate 1, 2 und 3 als auch ein Strom, der durch niederge-
20 schlagene Feuchtigkeit bewirkt wird.

Dieser Nachteil wird bei der Ausführungsform der Fig. 4 durch eine Schutzelektrode 12 vermieden. Nur eine der Metallisierungen 8, nämlich in Fig. 12 die untere, ist elekt-
25 risch verbunden. Die andere Metallisierung hat lediglich den Zweck, Wärme in den Brennraum 4 zurückzereflektieren, so dass weniger Brenngas benötigt wird. Als zweite Elektrode für die Messung dient das Substrat 1. Die Schutzelektrode 12 ist über die Spannungsquelle U mit dem Substrat 1
30 verbunden. Ströme, die außerhalb der Brennkammer (bevor die Gase die Brennkammer erreichen) fließen, nämlich wegen der Leitfähigkeit der Substrate und niedergeschlagenen Wassers, zwar aufgrund der Spannungsquelle U, werden aber durch den

Strommesser I nicht mitgemessen. Gemessen werden vielmehr nur die Ströme zwischen Substrat 1 und unterer Elektrode 8, das heißt nur die Ströme, die tatsächlich von der Flammenionisation herrühren.

5

Der erfindungsgemäße Flammenionisationsdetektor kann sehr klein gemacht werden. Typischerweise nimmt er eine Grundfläche von 10 x 10 mm ein. Die Substrate brauchen nur eine Dicke von wenigen 100 μm aufzuweisen. Die Düsenöffnungen für das Brenngas und das Messgas können auf wenige 10 bis 100 μm^2 verringert werden, um damit den Brenngasverbrauch zu minimieren beziehungsweise die Gasvermischung zu optimieren. Obwohl in den Figuren die Brennkammer 4 nach rechts hin offen gezeigt ist, wird sie normalerweise bis auf eine kleine Öffnung verschlossen, um Turbulenzen aufgrund äußerer Luftströmungen und Verunreinigungen zu vermeiden. Die Rückdiffusion aus der Umgebung kann zum Beispiel dadurch verhindert werden, dass der Brennraum 4 nur durch einen schmalen Spalt mit der Umgebung in Verbindung steht, etwa zwischen dem mittleren und einem oder beiden benachbarten Decksubstrate oder durch einen kleinen Spalt im mittleren Substrat. Die Brennkammer könnte vollständig mit Wasser verschlossen werden in dem das Verbrennungsprodukt, nämlich Wasser, an einer zusätzlichen Kühleinrichtung kondensiert.

25

Die Herstellung des Flammenionisationsdetektors kann wie erwähnt mit den üblichen Techniken der Mikrosystemtechnik und Fotolithographie erfolgen.

30 Ein typischer erfindungsgemäßer Flammenionisationsdetektor arbeitet mit verhältnismäßig niedrigen Spannungen, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist. Bereits bei einer Spannung von plus oder minus 50 V tritt Sättigung ein. Das Messergebnis ist

dann bei höheren Spannungswerten konstant. Die entsprechende Kurve wurde bei einem Fluss des Probengases von 7 ml/min aufgezeichnet. Die Abhängigkeit des Ionenstroms von der Strömungsgeschwindigkeit des Probengases bei einer Spannung
5 von 100 V ist in Fig. 7 gezeigt.

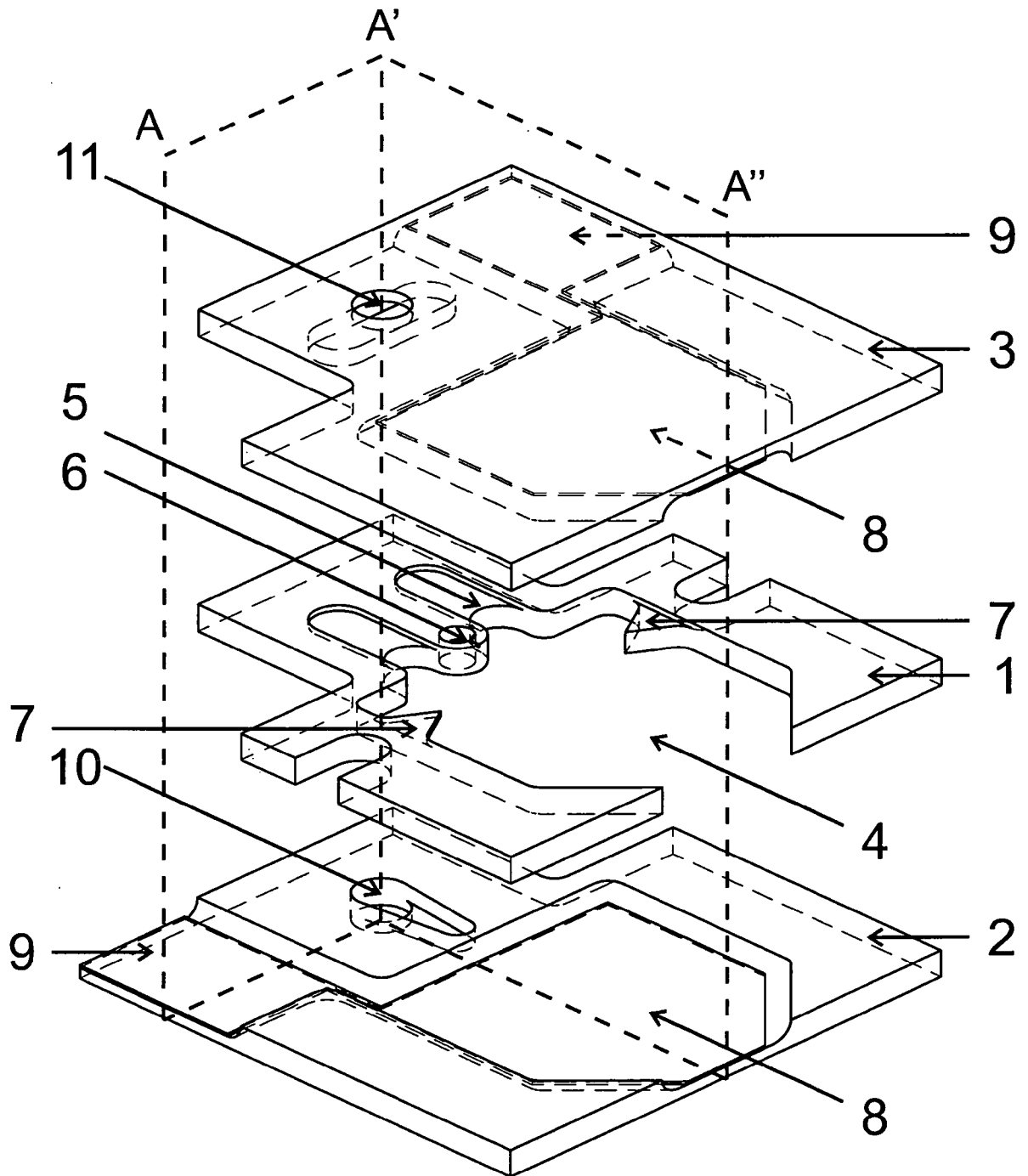
Patentansprüche

1. Flammenionisationsdetektor, der eine Zuführung und eine Zündeinrichtung (7) für das Brenngas, eine Zuführung für das Probengas, eine Brennkammer (4), in der
5 das Probengas durch die Flamme ionisiert wird, und Elektroden (8, 1) aufweist, an die zur Erzeugung und Messung des Ionenstroms eine Spannung angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass er als integriertes planares System aus mindestens drei parallelen miteinander verbundenen plättchenförmigen Substraten (1, 2, 3) aufgebaut ist, die mit Verfahren der Mikrosystemtechnik bearbeitet sind, wobei ein mittleres Substrat
10 (1) Düsen (5, 6) für die Gase und die Zündeinrichtung (7) und eine Ausnehmung aufweist, die einen Teil der Brennkammer (4) bildet, die durch Ausnehmungen in den benachbarten Substraten (2, 3) vervollständigt wird und durch diese Substrate (2, 3) im Wesentlichen zusammen mit dem Düsenbereich verschlossen ist, und die
15 benachbarten Substrate (2,3) Zuführkanäle (10, 11) für die Gase aufweisen.
20
2. Flammenionisationsdetektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mittlere Substrat (1) elektrisch leitfähig ist und die benachbarten Substrate
25 (2, 3) im Wesentlichen nichtleitend sind.
3. Flammenionisationsdetektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das mittlere Substrat (1)
30 aus Silizium und die benachbarten Substrate (2, 3) aus Glas, insbesondere Borosilikatglas bestehen.

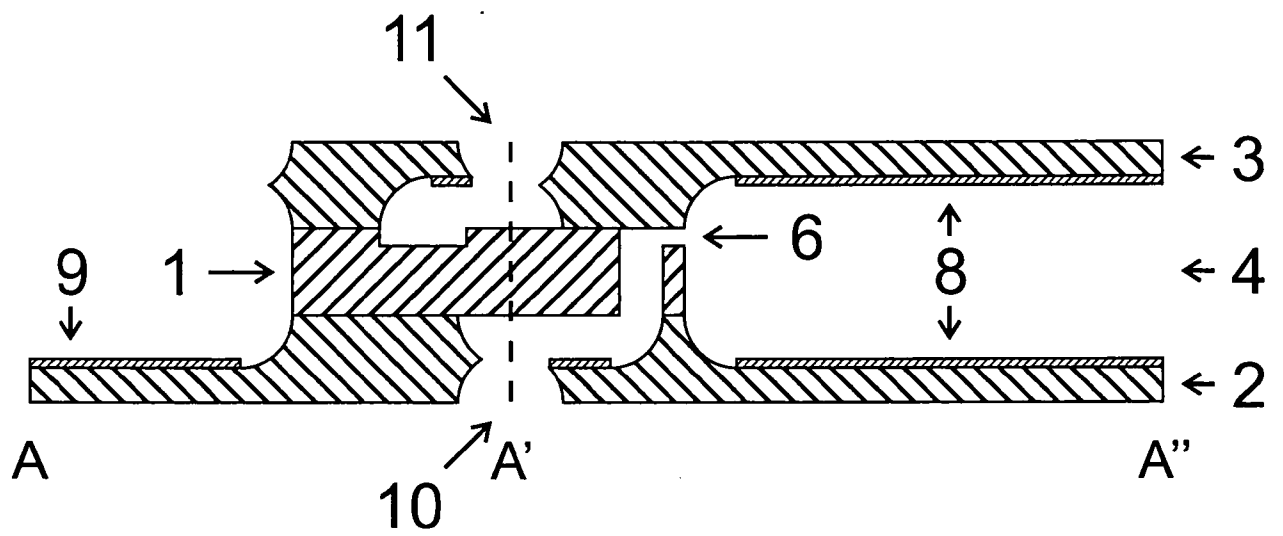
4. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass je eine Elektrode (8) im Bereich der Brennkammer (4) in den benachbarten Substraten (2, 3) angeordnet ist.
- 5
5. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Elektrode durch das mittlere Substrat (1) gebildet ist.
- 10 6. Flammenionisationsdetektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Schutzelektrode (12) aufweist.
- 15 7. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass alle Substrate (1, 2, 3) Teile abgerundete Konturen aufweisen.
- 20 8. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Substrate (1, 2, 3) durch anodisches Bonden verbunden sind.
- 25 9. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (8) an den benachbarten Substraten (1, 2) verspiegelt sind.
- 30 10. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (5, 6) für die Gase als vergrabene Struktur ausgebildet und durch mindestens ein weiteres Substrat abgedeckt sind.
11. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das mittlere Sub-

strat (1) mindestens eine Elektroden spitze (7) unmittelbar hinter den Düsen (5, 6) aufweist, an die ein Hochspannungsimpuls zum Zünden anlegbar ist.

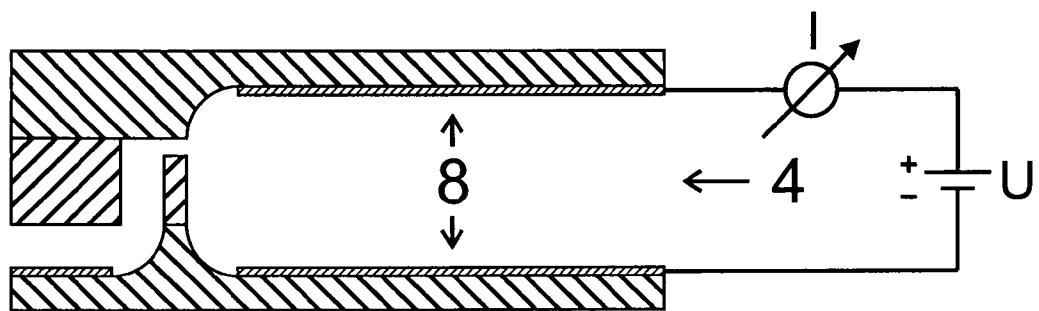
- 5 12. Flammenionisationsdetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass er mit zwei Magneten hoher Induktion zum Bilden eines magneto-hydrodynamischen Generators versehen ist.



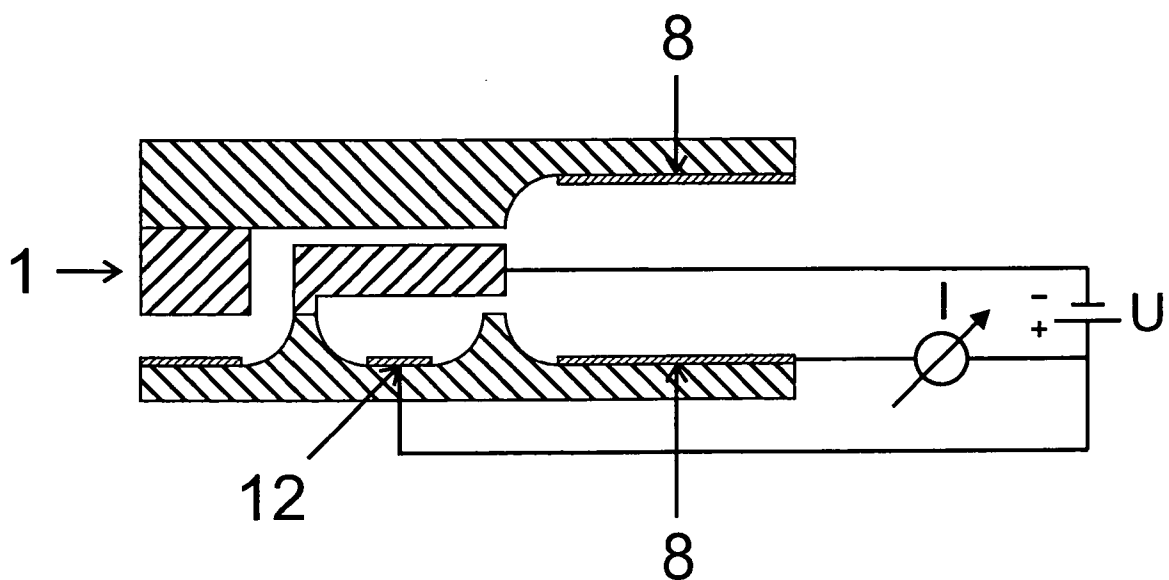
Figur 1.



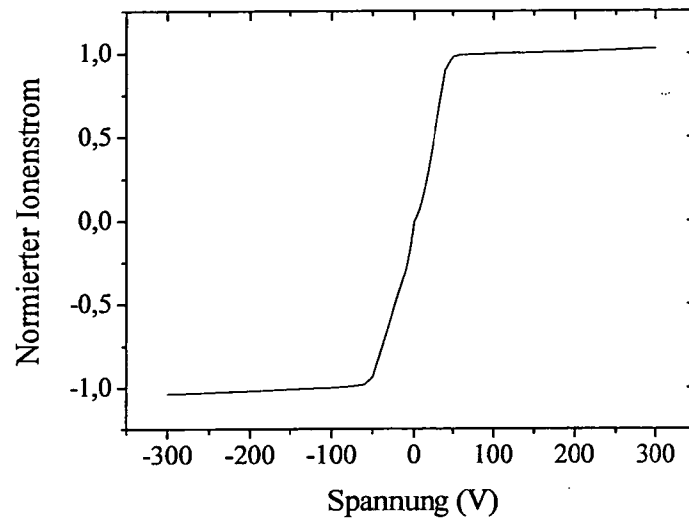
Figur 2.



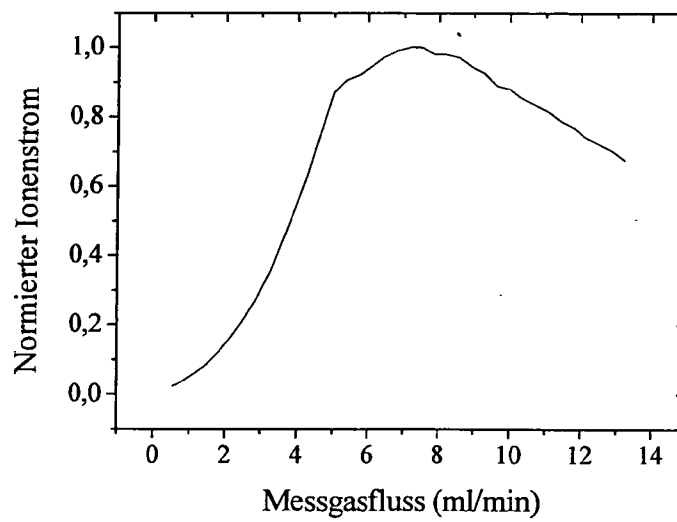
Figur 3.



Figur 4.



Figur 5.



Figur 6.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/006781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01N30/68 G01N27/62

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)

G01N

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, EMBASE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZIMMERMANN S ET AL: "Micro flame ionization detector and micro flame spectrometer" SENSORS AND ACTUATORS B, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 63, no. 3, May 2000 (2000-05), pages 159-166, XP004198335 ISSN: 0925-4005 cited in the application page 161, paragraph 3 - page 164, paragraph 5	1-12
A	US 6 193 501 B1 (MASEL RICHARD I [US] ET AL) 27 February 2001 (2001-02-27) column 2, line 55 - column 3, line 24; figures 1,2 column 6, lines 17-26 ----- -/--	1-12

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier 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.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 November 2008

Date of mailing of the international search report

21/11/2008

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Müller, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/006781

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>R. MANGINELL ET AL.: "Micro Flame-Based Detector Suite for Universal Gas Sensing" SANDIA REPORT, no. SAND2005-6236, 2005, pages 1-36, XP002471362 SANDIA NATIONAL LABORATORIES, ALBUQUERQUE, NEW MEXICO, US the whole document</p> <p>-----</p>	1-12

Information on patent family members

PCT/EP2008/006781

US 6193501 B1 27-02-2001 NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N30/68 G01N27/62

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

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, EMBASE

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ZIMMERMANN S ET AL: "Micro flame ionization detector and micro flame spectrometer" SENSORS AND ACTUATORS B, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, Bd. 63, Nr. 3, Mai 2000 (2000-05), Seiten 159-166, XP004198335 ISSN: 0925-4005 in der Anmeldung erwähnt Seite 161, Absatz 3 - Seite 164, Absatz 5 -----	1-12
A	US 6 193 501 B1 (MASEL RICHARD I [US] ET AL) 27. Februar 2001 (2001-02-27) Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 24; Abbildungen 1,2 Spalte 6, Zeilen 17-26 ----- -/--	1-12

☒ 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
 - *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. November 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2008

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Müller, Thomas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>R. MANGINELL ET AL.: "Micro Flame-Based Detector Suite for Universal Gas Sensing" SANDIA REPORT, Nr. SAND2005-6236, 2005, Seiten 1-36, XP002471362 SANDIA NATIONAL LABORATORIES, ALBUQUERQUE, NEW MEXICO, US das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/006781

Im Recherchenbericht, angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6193501	B1	27-02-2001	KEINE