

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Juni 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/077433 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
G01L 9/00 (2006.01) G01L 19/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/067369
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Dezember 2008 (12.12.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 061 184.8  
17. Dezember 2007 (17.12.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ENDRESS+HAUSER GMBH+CO.KG [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DANNHAUER, Wolfgang [DE/DE]; Heinersdorfer Weg 38A, 14513 Teltow (DE). PHILIPPS, Michael [DE/DE]; Frohnbergstrasse 1A, 79539 Lörrach (DE). SCHWABE, Friedrich [DE/DE]; Zehlendorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow (DE). STOLZE, Dieter [DE/DE]; Wildapfelweg 8, 14469 Potsdam (DE). THAM, Anh Tuan [DE/DE]; Rüdersdorfer Strasse 45, 10243 Berlin (DE).
- (74) Anwalt: ANDRES, Angelika; c/o Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil Am Rhein (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIFFERENTIAL PRESSURE MEASURING CELL

(54) Bezeichnung: DIFFERENZDRUCKMESSZELLE

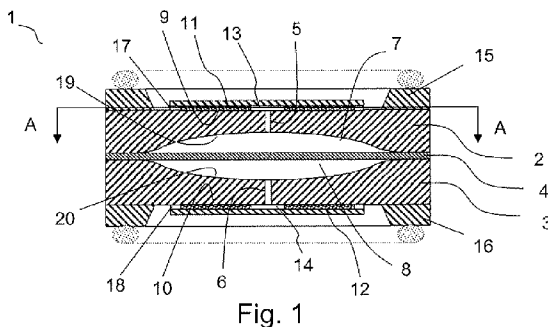


Fig. 1

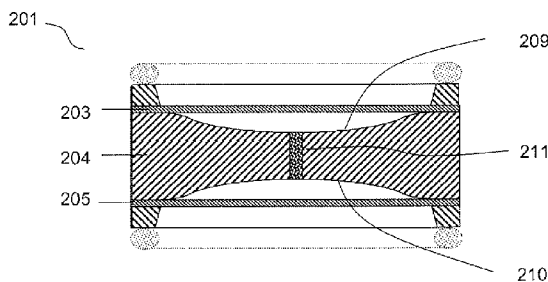


Fig. 4

(57) Abstract: A differential pressure measuring cell (1) for detecting the pressure differential between a first pressure and a second pressure comprises: an elastic measuring arrangement having at least one measuring diaphragm (4, 203, 205), which has silicon; at least one carrier body (2, 5, 204), which is connected pressure-tight to the elastic measuring arrangement; a first hydraulic path, in order to transmit a first pressure to a first surface section of the elastic measuring arrangement; a second hydraulic path, in order to transmit a second pressure to a second surface section of the elastic measuring arrangement, wherein said first pressure counteracts said second pressure, and the elastic deflection of the measuring arrangement is a measure of the differential between the first pressure and the second pressure, wherein said differential pressure measuring cell also has at least one hydraulic throttle (9, 10, 211), characterized in that the at least one hydraulic throttle comprises porous silicon.

(57) Zusammenfassung: Eine Differenzdruckmesszelle (1) zum Erfassen der Druckdifferenz zwischen einem ersten Druck und einem zweiten Druck, umfasst: eine elastische Messanordnung mit mindestens einer Messmembran (4, 203, 205), die Silizium aufweist; mindestens einem Trägerkörper (2, 5, 204), der mit der elastischen Messanordnung druckdicht verbunden ist; einen ersten hydraulischen Pfad, um einen ersten Druck auf einen ersten Oberflächenabschnitt der elastischen Messanordnung zu übertragen; einen zweiten hydraulischen Pfad, um einen zweiten Druck auf einen zweiten Oberflächenabschnitt der elastischen Messanordnung zu übertragen, wobei der erste Druck dem zweiten Druck entgegenwirkt, und die elastische Auslenkung der

Messanordnung ein Maß für die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Druck ist, wobei die Differenzdruckmesszelle

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/077433 A1



AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, 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.

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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(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,

### Differenzdruckmesszelle

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Differenzdruckmesszelle zum Erfassen der Druckdifferenz zwischen einem ersten Druck und einem zweiten Druck, umfasst: eine elastische Messanordnung mit  
5 mindestens einer Messmembran, die Silizium aufweist;  
mindestens einem Trägerkörper, der mit der elastischen Messanordnung druckdicht verbunden ist; einen ersten hydraulischen Pfad, um einen ersten Druck auf einen ersten Oberflächenabschnitt der  
10 elastischen Messanordnung zu übertragen;  
einen zweiten hydraulischen Pfad, um einen zweiten Druck auf einen zweiten Oberflächenabschnitt der elastischen Messanordnung zu übertragen, wobei der erste Druck dem zweiten Druck entgegenwirkt, und die elastische Auslenkung der Messanordnung ein Maß für die  
15 Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Druck ist, wobei die Differenzdruckmesszelle ferner mindestens eine hydraulische Drossel aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine hydraulische Drossel poröses Silizium umfasst.

20 Die erfindungsgemäße Differenzdruckmesszelle zum Erfassen der Druckdifferenz zwischen einem ersten Druck und einem zweiten Druck, umfasst: eine elastische Messanordnung mit mindestens einer  
Messmembran, die Silizium aufweist;  
mindestens einem Trägerkörper, der mit der elastischen  
25 Messanordnung druckdicht verbunden ist; einen ersten hydraulischen Pfad, um einen ersten Druck auf einen ersten Oberflächenabschnitt der elastischen Messanordnung zu übertragen;  
einen zweiten hydraulischen Pfad, um einen zweiten Druck auf einen  
30 zweiten Oberflächenabschnitt der elastischen Messanordnung zu übertragen, wobei der erste Druck dem zweiten Druck entgegenwirkt, und die elastische Auslenkung der Messanordnung ein Maß für die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Druck ist, wobei die

Differenzdruckmesszelle ferner mindestens eine hydraulische Drossel aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine hydraulische Drossel poröses Silizium umfasst.

- 5 In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung weist die elastische Messanordnung eine Messmembran auf, die zwischen einem ersten Trägerkörper und einem zweiten Trägerkörper angeordnet und mit beiden Trägerkörpern jeweils entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht verbunden ist, und wobei der erste und der zweite
- 10 hydraulische Pfad jeweils mindestens einen Kanal durch einen der Trägerkörper umfassen.

- In einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung der Erfindung umfasst die mindestens eine hydraulische Drossel eine poröse Si-Schicht, welche
- 15 eine Kanalmündung an einer der Messmembran abgewandten Oberfläche eines Trägerkörpers umgibt, und eine hydraulisch dichte Deckschicht, welche die poröse Si-Schicht bis auf mindestens eine Eintrittsöffnung abdeckt, die von der Kanalmündung lateral beabstandet ist, so dass der hydraulische Pfad von der mindestens einen
- 20 Eintrittsöffnung durch die poröse Si-Schicht in der Ebene der porösen Si-Schicht zur Kanalmündung verläuft.

- Hierbei können der erste Trägerkörper und der zweite Trägerkörper jeweils auf ihren der Messmembran abgewandten Oberflächen eine
- 25 hydraulische Drossel mit einer porösen Si-Schicht und einer Deckschicht aufweisen, die jeweils eine Kanalmündung umgibt.

- In einer anderen Weiterbildung der ersten Ausgestaltung der Erfindung, kann die hydraulische Drossel realisiert werden, indem mindestens ein
- 30 Kanal durch den Trägerkörper poröses Silizium aufweist.

In einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die elastische Messanordnung eine erste Messmembran und eine zweite Messmembran, wobei die erste Messmembran an einen ersten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, die zweite Messmembran an einem zweiten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, und wobei zwischen der ersten und der zweiten Messmembran ein dritter hydraulischer Pfad verläuft, um die erste und die zweite Messmembran hydraulisch zu koppeln, wobei die hydraulische Drossel in dem dritten hydraulischen Pfad angeordnet ist.

In einer Weiterbildung der zweiten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die hydraulische Drossel eine Schicht aus porösem Silizium, wobei der dritte hydraulische Pfad durch die poröse Si-Schicht der Ebene der Si-Schicht verläuft.

Sofern die hydraulische Drossel durch eine poröse Schicht realisiert werden soll, weist die poröse Si-Schicht beispielsweise eine Stärke von nicht mehr als 20 Mikrometern, vorzugsweise nicht mehr als 10 Mikrometern aufweist. Die poröse Si-Schicht weist weiterhin eine Stärke von beispielsweise nicht weniger als 2 Mikrometern, vorzugsweise nicht weniger als 4 Mikrometern auf.

In einer derzeit bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung beträgt die Porengröße des porösen Siliziums beispielsweise nicht mehr als 100 Nanometer, vorzugsweise nicht mehr als 50 Nanometer beträgt. Andererseits ist es derzeit bevorzugt, dass die Porengröße nicht weniger als 10 Nanometer, vorzugsweise nicht weniger als 20 Nanometer beträgt.

In derzeit betrachteten Ausgestaltungen der Erfindung weist der Trägerkörper Silizium oder Glas auf.

In einer Weiterbildung der Erfindung Umfasst die

- 5 Differenzdruckmesszelle auch einen Schutz gegen einseitige statische Überlasten. Dies wird dadurch realisiert, dass eine Messmembran im Falle einer einseitigen Überlast an einem Trägerkörper zumindest abschnittsweise zur Anlage kommt und von diesem abgestützt wird.
- 10 Bei Differenzdruckmesszellen mit einer Messmembran zwischen zwei Trägerkörpern, können beide Trägerkörper so ausgestaltet sein, dass sie jeweils einen Überlastschutz gegen einseitige statische Überlasten umfassen.
- 15 Gleichermäßen können bei jener Ausgestaltung der Erfindung, bei welcher die elastische Messanordnung eine erste Messmembran und eine zweite Messmembran umfasst, wobei die erste Messmembran an einen ersten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, die zweite
- 20 Messmembran an einem zweiten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, und wobei zwischen der ersten und der zweiten Messmembran ein dritter hydraulischer Pfad verläuft, um die erste und die zweite Messmembran hydraulisch zu koppeln, wobei die
- 25 hydraulische Drossel in dem dritten hydraulischen Pfad angeordnet ist, der erste Oberflächenabschnitt und der zweite Oberflächenabschnitt so gestaltet sein dass im Falle einer einseitigen statischen Überlast, die auf die erste bzw. zweite Messmembran einwirkt, die von der Überlast betroffene Messmembran an der jeweiligen Oberfläche zumindest
- 30 abschnittsweise zur Anlage kommt und von der Oberfläche abgestützt wird.

Die Erfindung wird nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

- 5 Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors;
- Fig. 2: eine Aufsicht auf das Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors aus Fig. 1;
- 10 Fig. 3: einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors;
- Fig. 4: einen Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors; und
- 15 Fig. 5: eine Ansicht von porösem Silizium, wie es bei den erfindungsgemäßen Differenzdrucksensoren zum Einsatz kommt.

20

Der erfindungsgemäße Differenzdrucksensor 1 in Fign. 1 und 2 umfasst einen ersten Trägerkörper 2, einen zweiten Trägerkörper 3, und eine Messmembran 4, die zwischen den beiden Trägerkörpern angeordnet ist. Die Messmembran 2 umfasst vorzugsweise ein Halbleitermaterial, insbesondere Silizium, während der erste und der zweite Trägerkörper

25 Glas oder ein Halbleitermaterial aufweisen können, wobei ein Halbleitermaterial, insbesondere Silizium derzeit bevorzugt ist.

30

Die Messmembran 4 ist auf ihrer ersten Seite durch eine erste Öffnung 5 durch den ersten Trägerkörper 2, die in einer ersten Druckkammer 7 mündet, die zwischen dem ersten Trägerkörper 2 und der Messmembran 4 gebildet ist, mit einem ersten Druck beaufschlagbar.

Weiterhin ist die Messmembran 4 auf ihrer zweiten Seite, die der ersten Seite gegenüberliegt, durch eine zweite Öffnung 6 durch den zweiten Trägerkörper 3, die in einer zweiten Druckkammer 8 mündet, die zwischen dem zweiten Trägerkörper 3 und der Messmembran 4 gebildet ist, mit einem zweiten Druck beaufschlagbar, so dass der zweite Druck dem ersten Druck entgegenwirkt und die resultierende Auslenkung der Messmembran 3 ein Maß für die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Druck ist.

Der erste und der zweite Druck werden vorzugsweise jeweils mittels eines hydraulischen Pfades, der eine Übertragungsflüssigkeit enthält zum Drucksensor übertragen, wozu der Drucksensor insbesondere in ein dem Fachmann geläufiges hydraulisches Messwerk eingebaut sein kann, welches Trennmembranen aufweist, welche die hydraulischen Pfade abschließen, und auf welche die zu erfassenden Drücke einwirken.

Der Drucksensor 1 umfasst weiterhin einen hier nicht näher dargestellten Wandler, der die Auslenkung der Messmembran 4 in ein elektrisches Signal wandelt. Der Wandler kann einen kapazitiver Wandler umfassen, der jeweils die Kapazität zwischen einer Trägerkörperseitigen Elektrode und einer Messmembranseitigen Elektrode auswertet, oder einen resistiven Wandler, wozu die Messmembran beispielsweise eine oder mehrere piezoresistive Brückenschaltungen oder andere Brückenschaltungen mit verformungsabhängigen Widerständen umfassen kann.

Erfindungsgemäß ist der Drucksensor 1 mit einem integrierten Überlastschutz versehen, so dass idealer Weise auf zusätzliche Überlastschutzvorrichtungen im hydraulischen Messwerk verzichtet werden kann. Zur Erläuterung des Aufbaus des Überlastschutzes zeigt Fig. 2 eine Aufsicht auf den Drucksensor entlang der Linie A-A in Fig. 1,



wobei die Schnittansicht aus Fig. 1 entlang der Linie B-B in Fig. 2 verläuft.

Zum Dämpfen von pulsartigen Überlasten umfasst der  
5 erfindungsgemäße Drucksensor 1 eine erste Drosselvorrichtung,  
welche eine erste Dämpferschicht 9, die poröses Silizium aufweist, und  
mit einer ersten Abdeckplatte 11 umfasst, wobei die erste  
Dämpferschicht die erste Öffnung 5 zur ersten Druckkammer  
umschließt. Weiterhin umfasst der erfindungsgemäße Drucksensor 1  
10 eine zweite Drosselvorrichtung, welche eine zweite Dämpferschicht 10,  
die poröses Silizium aufweist, und mit einer zweiten Abdeckplatte 12  
umfasst, wobei die zweite Dämpferschicht die zweite Öffnung 6 zur  
zweiten Druckkammer umschließt. Bei dieser Anordnung verlaufen die  
hydraulischen Pfade zu den Druckkammern durch die jeweilige  
15 Dämpferschicht, wobei pulsartige Druckspitzen durch Streuung in dem  
porösen Material, insbesondere Silizium, hinreichend bedämpft werden.

Poröses Silizium ist eine Form des chemischen Elementes Silizium,  
welches ein extremes Oberfläche/Volumen-Verhältnis besitzt (einige  
20 hundert  $\text{m}^2/\text{cm}^3$ ). Elektrochemische Ätzung (engl. ECE) mit HF-Ethanol-  
Elektrolyt wird gewöhnlich zur Herstellung von porösem Silizium  
verwendet, vorzugsweise bei geringer Stromdichte und hoher HF-  
Konzentration. Nach dem Ätzen bleibt ein feines gebundenes Netzwerk  
von Submikroporen zurück. Die Poren propagieren vorzugsweise  
25 entlang der kristallographischen  $\langle 100 \rangle$ -Richtung. Die feine Kontrolle  
des Ätzprozesses ermöglicht eine sehr gute Steuerung der  
Eigenschaften des porösen Netzwerkes mit hoher Wiederholbarkeit.  
Durch eine Änderung des elektrochemischen Stroms, die  
Zusammensetzung des Elektrolyts oder der Dotierungsart der Wafer  
30 kann man den durchschnittlichen Durchmesser der Poren von einigen  
Nanometern bis zu mehreren Mikrometern (gut steuerbare Größe: von  
2 bis 2000 nm) einstellen. Ferner kann man auch ein

Multischichtsystem aus porösem Silizium mit unterschiedlicher Porosität z.B. durch eine periodische Variierung der Stromdichte während des Ätzprozesses herstellen. Bei Bedarf ist es auch möglich, das Multischichtsystem aus dem restlichen Material durch einen pulsierenden Strom zu lösen. Exemplarische Abbildungen zu porösem Silizium sind in Fig. 5 und 6 gezeigt.

Zur Dimensionierung der Bedämpfung kann neben der Porengröße in der Dämpferschicht ggf. die Größe von Öffnungen in einer ggf. vorgesehenen Umrandung 17, 18 der Dämpferschicht 9, 10 herangezogen werden, wobei die Abdeckplatten 11, 12, jeweils dicht an die Umrandung anschließen. Weiterhin kann die Bedämpfung durch eine ggf. vorgesehene Aussparung 13, 14 im Zentrum der Dämpferschicht 13, 14 reduziert werden, wobei durch die Aussparung die effektive Länge der Bedämpfungsstrecke reduziert wird.

Bei der Gestaltung der Aussparung ist darauf zu achten, dass die Abdeckplatte in dem Bereich der Aussparung nicht als eine Membran wirken kann über die ein Druckimpuls unter Umgehung der unter Dämpferschicht in die Druckkammern eingekoppelt werden kann. Insoweit kann eine Aussparung auch andere Formen aufweisen, beispielsweise schmale Schlitzze bzw. Kanäle, die sich in die Dämpferschicht hinein erstrecken.

Zur Einfassung des Drucksensors 1 sind noch ein erster Deckkörper 15 und ein zweiter Deckkörper 16 vorgesehen, welche an gegenüberliegenden Außenfläche der beiden Trägerkörper 2 und 3 angeordnet sind, und welche das jeweilige Dämpferelement seitlich umschließen, wobei die beiden Deckkörper jeweils Anschlussflächen aufweisen, über welche die Hydraulischen Pfade eines hydraulischen Messwerks druckdicht an den Drucksensor 1 angeschlossen werden

können, wie durch punktiert dargestellte Dichtelemente angedeutet sein soll.

5 Zum Schutz gegen statische Überlasten können die ersten und zweiten Trägerkörper 2, 3, Membranbetten 19, 20, aufweisen, an denen die Messmembran jeweils im Falle einer einseitigen Überlast zumindest abschnittsweise zur Anlage kommen kann, um abgestützt zu werden.

10 Die beschriebene Konstruktion ist vorzugsweise im wesentlichen komplett aus Silizium gefertigt, wobei ebenfalls ist eine Sandwichkonstruktion Si-Glas-Si-Glas-Si möglich ist. Der Aufbau erfolgt auf Waferlevel im Batch-Prozess, beispielsweise über SFB (Silicon Fusion Bonding), oder eutektisch im Falle eines reinen Si-Aufbaus oder anodisch bei Si-Glas-Grenzflächen. Die kapillaren Kanäle der ersten  
15 und zweiten Öffnungen bzw. weiterer Öffnungen und Aussparungen auf und durch Silizium können geätzt werden, vorzugsweise trocken chemisch (DRIE). Feines, poröses Silizium wird standardmäßig über Lithographie nasschemisch hergestellt. Die Tiefe des porösen Siliziums ist schon bei wenigen  $\mu\text{m}$  bis einigen  $10\ \mu\text{m}$  ausreichend.

20 Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors 101, welcher einen ersten Trägerkörper 102, eine erste Messmembran 103, einen zweiten Trägerkörper 104, eine zweite Messmembran 105 und einen dritten Trägerkörper 106 in der  
25 genannten Reihenfolge umfasst. Die Druckbeaufschlagung der ersten Messmembran erfolgt über eine erste Öffnung im ersten Trägerkörper und die Druckbeaufschlagung der zweiten Messmembran erfolgt über eine zweite Öffnung im dritten Trägerkörper, wobei die erste und die zweite Öffnung jeweils über ein erstes Dämpferelement 107 bzw. ein  
30 zweites Dämpferelement 108 mit einem ersten bzw. zweiten hydraulischen Pfad zur Druckeinleitung kommunizieren. Hinsichtlich der Einzelheiten der Dämpferelemente, ihrer Dimensionierung und

Abdeckung gelten die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel entsprechend.

5 Im zweiten Trägerkörper 104 sind in den den beiden Messmembranen zugewandten Stirnseiten jeweils Aussparungen vorgesehen, welche zusammen eine zentrale Druckkammer mit einer ersten Teilkammer 109 und einer zweiten Teilkammer 110 bilden, wobei die Teilkammern mittels einer zentralen Öffnung 111 durch den zweiten Trägerkörper 104 hydraulisch gekoppelt sind, und wobei die beiden Teilkammern 109, 110 nach außen hin jeweils von einer Messmembran 103, 105 verschlossen sind.

15 Die Wände der Teilkammern 109, 110 können wie zuvor beim ersten Ausführungsbeispiel beschrieben zur Abstützung der Messmembranen bei statischen Überlasten dienen.

Die zentrale Druckkammer ist über einen hier nicht im einzelnen dargestellten Kanal mit einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt, um die beiden Messmembranen 103, 105 zu koppeln. Zum elektrischen Erfassen der Auslenkung der Messmembranen ist an mindestens einer Messmembran vorzugsweise jeweils an beiden Messmembranen ein Wandler vorgesehen, wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel erörtert wurde.

25 Fig. 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors 201, eine erste Messmembran 203, einen Trägerkörper 204 und eine zweite Messmembran 205 umfasst. Die Druckbeaufschlagung der ersten Messmembran erfolgt über einen ersten hydraulischen Pfad und die Druckbeaufschlagung der zweiten Messmembran erfolgt über einen zweiten hydraulischen Pfad.

30

Im Trägerkörper 204 sind in den den beiden Messmembranen zugewandten Stirnseiten jeweils Aussparungen vorgesehen, welche zusammen eine zentrale Druckkammer mit einer ersten Teilkammer 209 und einer zweiten Teilkammer 210 bilden, wobei die Teilkammern  
5 mittels einer zentralen Öffnung 211 durch den Trägerkörper 204 hydraulisch gekoppelt sind, und wobei die beiden Teilkammern 209, 210 nach außen hin jeweils von einer Messmembran 203, 205 verschlossen sind.

10 Die zentrale Öffnung 211 weist zur Bedämpfung dynamischer Überlasten poröses Silizium auf.

Die Wände der Teilkammern 209, 210 können wie zuvor beim ersten Ausführungsbeispiel beschrieben zur Abstützung der Messmembranen  
15 bei statischen Überlasten dienen.

Die zentrale Druckkammer ist über einen hier nicht im einzelnen dargestellten Kanal mit einer Hydraulikflüssigkeit gefüllt, um die beiden Messmembranen 203, 205 zu koppeln. Zum elektrischen Erfassen der  
20 Auslenkung der Messmembranen ist an mindestens einer Messmembran, vorzugsweise jeweils an beiden Messmembranen ein Wandler vorgesehen, wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel erörtert wurde.

25

### Patentansprüche

1. Differenzdruckmesszelle (1; 101; 201) zum Erfassen der  
Druckdifferenz zwischen einem ersten Druck und einem zweiten  
5 Druck, umfassend:
  - eine elastische Messanordnung mit mindestens einer  
Messmembran (4; 103; 105; 203; 205) die Silizium aufweist;
  - mindestens einem Trägerkörper (2; 5; 102; 104; 106; 204) der  
mit der elastischen Messanordnung druckdicht verbunden ist;
  - 10 - einen ersten hydraulischen Pfad, um einen ersten Druck auf  
einen ersten Oberflächenabschnitt der elastischen  
Messanordnung zu übertragen;
  - einen zweiten hydraulischen Pfad, um einen zweiten Druck auf  
einen zweiten Oberflächenabschnitt der elastischen  
15 Messanordnung zu übertragen, wobei der erste Druck dem  
zweiten Druck entgegenwirkt, und die elastische Auslenkung der  
Messanordnung ein Maß für die Differenz zwischen dem ersten  
und dem zweiten Druck ist, wobei die Differenzdruckmesszelle  
ferner mindestens eine hydraulische Drossel (9; 10; 107; 108;  
20 211) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens  
eine hydraulische Drossel poröses Silizium umfasst.
  
2. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 1, wobei die elastische  
Messanordnung eine Messmembran (4) aufweist, die zwischen  
25 einem ersten Trägerkörper (2) und einem zweiten Trägerkörper  
(3) angeordnet und mit beiden Trägerkörpern jeweils entlang  
einer umlaufenden Fügestelle druckdicht verbunden ist, und  
wobei der erste und der zweite hydraulische Pfad jeweils  
mindestens einen Kanal durch einen der Trägerkörper umfassen.
  
- 30 3. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 2, wobei die mindestens  
eine hydraulische Drossel (9; 10) eine poröse Si-Schicht

- umfasst, welche eine Kanalmündung an einer der Messmembran abgewandten Oberfläche eines Trägerkörpers umgibt, und eine hydraulisch dichte Deckschicht (11, 12), welche die poröse Si-Schicht bis auf mindestens einer Eintrittsöffnung abdeckt, die von der Kanalmündung lateral beabstandet ist, so dass der hydraulische Pfad von der mindestens einen Eintrittsöffnung durch die poröse Si-Schicht in der Ebene der porösen Si-Schicht zur Kanalmündung verläuft.
- 5
- 10 4. Differenzdruckmesszelle (1) nach Anspruch 3, wobei der erste Trägerkörper (2, 3) und der zweite Trägerkörper jeweils auf ihren der Messmembran (4) abgewandten Oberflächen eine hydraulische Drossel (9, 10) mit einer porösen Si-Schicht und einer Deckschicht (11, 12) aufweisen, die jeweils eine
- 15 Kanalmündung umgibt.
5. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 2, wobei mindestens ein Kanal durch den Trägerkörper poröses Silizium aufweist.
- 20 6. Differenzdruckmesszelle (201) nach Anspruch 1, wobei die elastische Messanordnung eine erste Messmembran (203) und eine zweite Messmembran (205) aufweist, die erste Messmembran an einen ersten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers (204) entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, die zweite Messmembran an einem
- 25 zweiten Oberflächenabschnitt des Trägerkörpers entlang einer umlaufenden Fügestelle druckdicht befestigt ist, wobei zwischen der ersten und der zweiten Messmembran ein dritter hydraulischer Pfad verläuft, um die erste und die zweite
- 30 Messmembran hydraulisch zu koppeln, wobei die hydraulische Drossel (211) in den dritten hydraulischen Pfad angeordnet ist.

7. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 6, wobei die hydraulische Drossel eine Schicht aus porösem Silizium umfasst, und der dritte hydraulische Pfad durch die poröse Si-Schicht der Ebene der Si-Schicht verläuft.
- 5
8. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 3 oder Anspruch 7 oder einem davon abhängigen Anspruch, wobei die poröse Si-Schicht eine Stärke von nicht mehr als 20 Mikrometern, vorzugsweise nicht mehr als 10 Mikrometern aufweist.
- 10
9. Differenzdruckmesszelle nach Anspruch 3 oder 7 oder einem davon abhängigen Anspruch, wobei die poröse Si-Schicht eine Stärke von nicht weniger als 2 Mikrometern, vorzugsweise nicht weniger als 4 Mikrometern aufweist.
- 15
10. Differenzdruckmesszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Porengröße des porösen Siliziums nicht mehr als 100 Nanometer, vorzugsweise nicht mehr als 50 Nanometer beträgt.
- 20
11. Differenzdruckmesszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Porengröße nicht weniger als 10 Nanometer, vorzugsweise nicht weniger als 20 Nanometer beträgt.
- 25
12. Differenzdruckmesszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Trägerkörper Silizium oder Glas aufweist.
- 30
13. Differenzdruckmesszelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche wobei zumindest eine Messmembran im Falle einer einseitigen Überlast an einem Trägerkörper zumindest



abschnittsweise zur Anlage kommt und von diesem abgestützt wird.

1/3

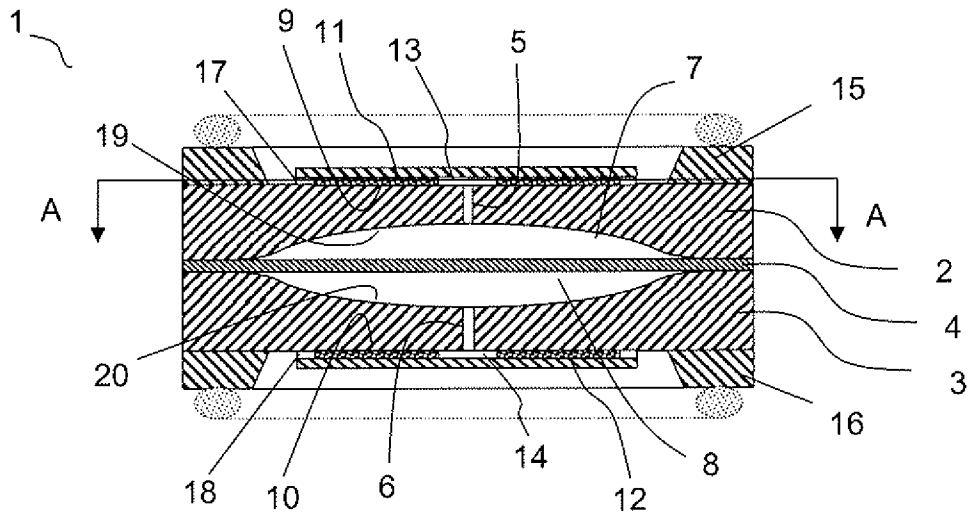


Fig. 1

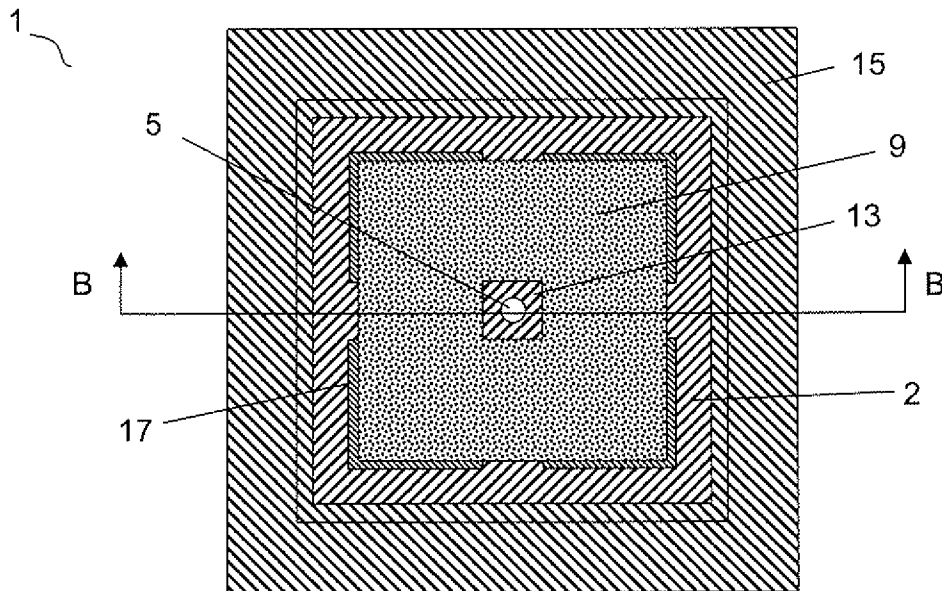


Fig. 2

2/3

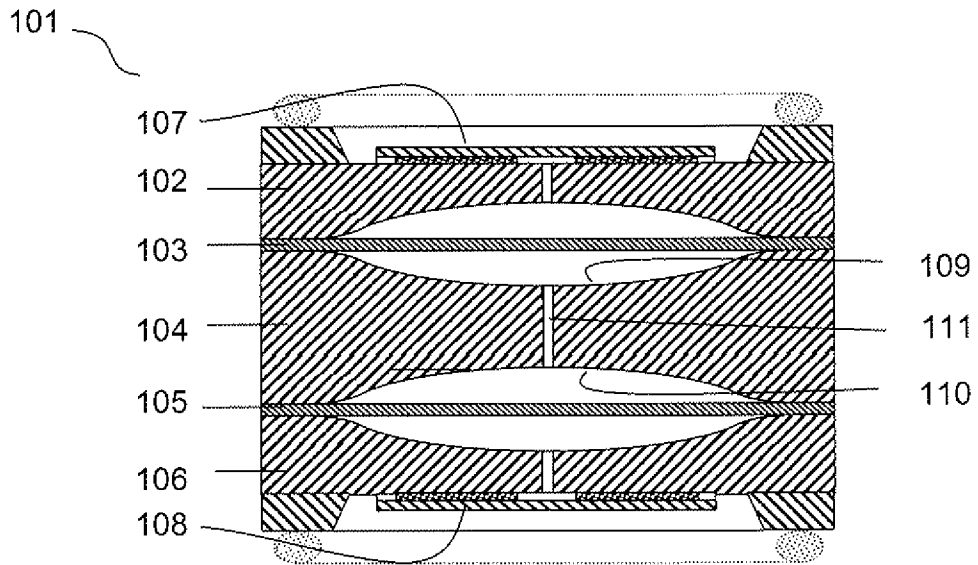


Fig. 3

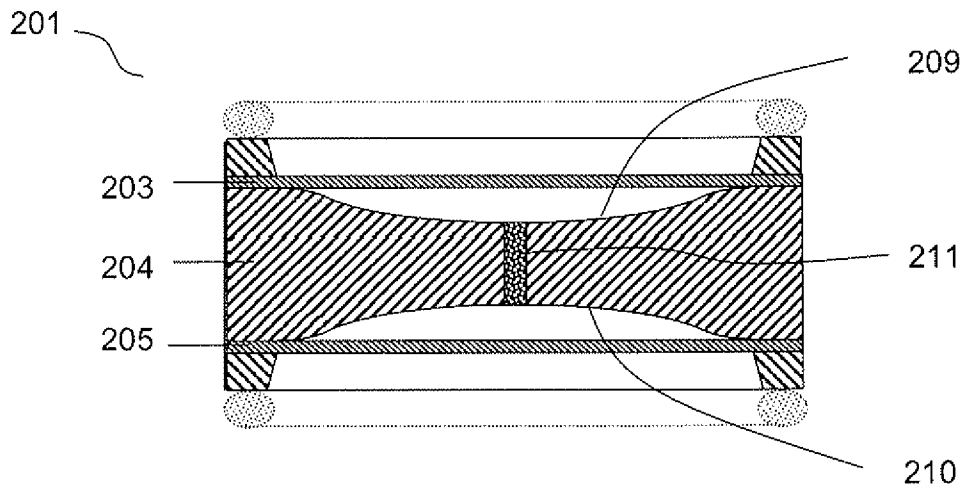


Fig. 4

3/3

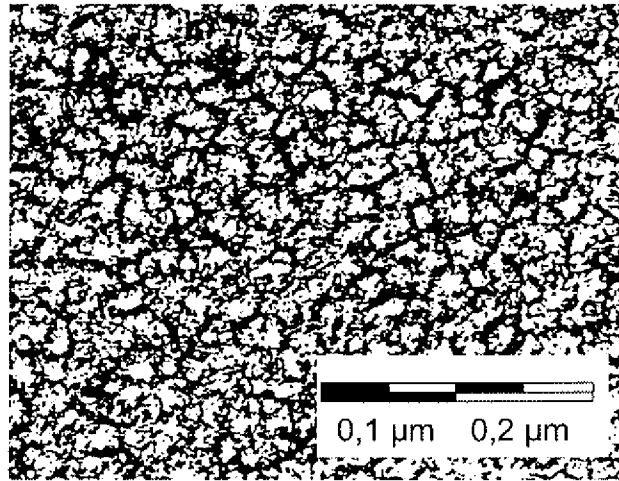


Fig. 5

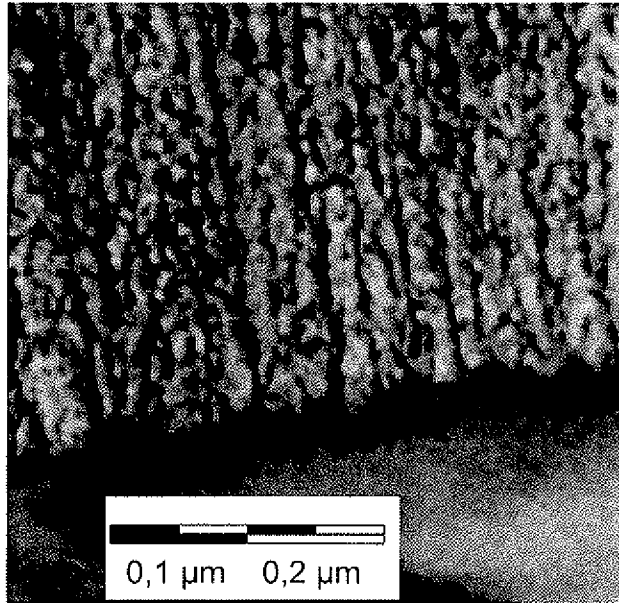


Fig. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/067369

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. G01L9/00 G01L19/06

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)

G01L

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7 188 528 B2 (KURTZ ANTHONY D [US] ET AL) 13 March 2007 (2007-03-13)	1
Y	column 5, line 20 - column 6, line 3; figure 2	2,5-13
A	US 2005/235753 A1 (KURTZ ANTHONY D [US]) 27 October 2005 (2005-10-27) claim 10	1-13
Y	US 5 992 240 A (TSURUOKA MICHHIKO [JP] ET AL) 30 November 1999 (1999-11-30) column 1, line 33 - line 41; figures 1,5 column 10, line 54 - column 12, line 51	2,5,7-13
Y	WO 85/02676 A (ROSEMOUNT INC [US]) 20 June 1985 (1985-06-20) pages 3-5; figure 1	6-13



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

23 März 2009

Date of mailing of the international search report

31/03/2009

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

Debesset, Sébastien

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/067369

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 7188528	B2	13-03-2007	US 2005235754 A1 US 2007006660 A1 US 2005235753 A1	27-10-2005 11-01-2007 27-10-2005
US 2005235753	A1	27-10-2005	US 2005235754 A1 US 2007006660 A1	27-10-2005 11-01-2007
US 5992240	A	30-11-1999	DE 19648048 A1 FR 2741441 A1	19-06-1997 23-05-1997
WO 8502676	A	20-06-1985	BR 8407211 A CA 1223453 A1 EP 0165302 A1 JP 61500632 T US 4572000 A	26-11-1985 30-06-1987 27-12-1985 03-04-1986 25-02-1986

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067369

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01L9/00 G01L19/06

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01L

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

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 7 188 528 B2 (KURTZ ANTHONY D [US] ET AL) 13. März 2007 (2007-03-13)	1
Y	Spalte 5, Zeile 20 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildung 2	2,5-13
A	US 2005/235753 A1 (KURTZ ANTHONY D [US]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) Anspruch 10	1-13
Y	US 5 992 240 A (TSURUOKA MICHIIHIKO [JP] ET AL) 30. November 1999 (1999-11-30) Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 41; Abbildungen 1,5 Spalte 10, Zeile 54 - Spalte 12, Zeile 51	2,5,7-13
Y	WO 85/02676 A (ROSEMOUNT INC [US]) 20. Juni 1985 (1985-06-20) Seiten 3-5; Abbildung 1	6-13

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

23. März 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2009

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

Debesset, Sébastien

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067369

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7188528	B2	13-03-2007	US 2005235754 A1	27-10-2005
			US 2007006660 A1	11-01-2007
			US 2005235753 A1	27-10-2005
US 2005235753	A1	27-10-2005	US 2005235754 A1	27-10-2005
			US 2007006660 A1	11-01-2007
US 5992240	A	30-11-1999	DE 19648048 A1	19-06-1997
			FR 2741441 A1	23-05-1997
WO 8502676	A	20-06-1985	BR 8407211 A	26-11-1985
			CA 1223453 A1	30-06-1987
			EP 0165302 A1	27-12-1985
			JP 61500632 T	03-04-1986
			US 4572000 A	25-02-1986