



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 736 740 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52

(51) Int Cl.:
G01F 1/56^(2006.01) G01F 1/64^(2006.01)
G01N 27/414^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06090103.0**

(22) Anmeldetag: **09.06.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Sutanto, Pagra Truman**
01309 Dresden (DE)
• **Uhlmann, Petra**
01326 Dresden (DE)
• **Stamm, Manfred**
01705 Freital (DE)

(30) Priorität: **24.06.2005 DE 102005030200**

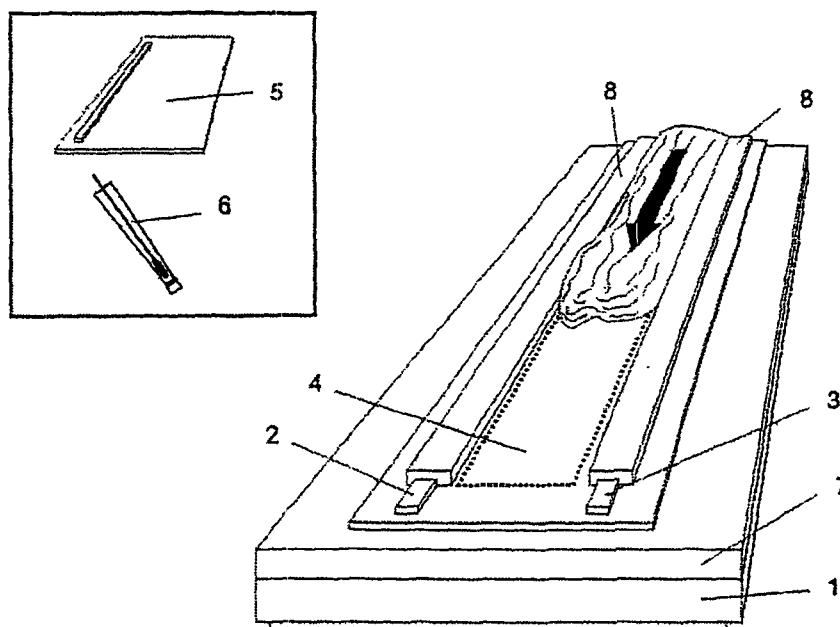
(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner GbR**
Patent- und Rechtsanwälte
Gostritzer Strasse 61-63
01217 Dresden (DE)

(71) Anmelder: **Leibniz-Institut für Polymerforschung
Dresden e.V.**
01069 Dresden (DE)

(54) **Sensor für die Bestimmung der Fließbewegung von und/oder in Flüssigkeiten sowie seine Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft Sensoren für die Bestimmung der Fließbewegungen von und/oder in Flüssigkeiten sowie deren Verwendung. Dabei ist es Aufgabe der Erfindung solche Fließbewegungen mit geringem Volumen und geringer Flüssigkeitsfilmdicke detektieren zu können. Erfindungsgemäß ist mindestens ein Flusskanal mit jeweils zwei gegenüber der zu detektierenden Flüssigkeit

elektrisch isolierten und in einem Abstand zueinander angeordneten Elektroden vorhanden. Der Boden des Flusskanals ist mit einer Schicht eines halbleitenden Werkstoffs gebildet. Die Detektion einer Fließbewegung kann mit dem sich ändernden elektrischen Strom zwischen den beiden Elektroden und/oder der Schicht bei konstant gehaltener elektrischer Spannung realisiert werden.



Figur 1

EP 1 736 740 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Sensor für die Bestimmung der Fließbewegungen von und/oder in Flüssigkeiten sowie vorteilhafte Verwendungen. Er kann in unterschiedlichsten Fluidiksystemen, in denen eine Bewegung von Flüssigkeiten und/oder die Bewegung von Objekten in Flüssigkeiten bestimmt werden sollen, eingesetzt werden. Dabei kann mit geringen Flüssigkeitsvolumen, also im Bereich der Nano- oder Mikrofluidik gearbeitet werden. Es ist auch ein Einsatz in so genannten Lab-on-Chip-Systemen möglich, wobei ein oder mehrere erfindungsgemäße Sensoren, quasi ein Flusssensorklabor auf einer Chipkarte bilden kann/können bzw. allgemein in Lab-on-Chip Systemen ein Monitoring der Flüssigkeitskanäle ermöglichen. Die elektrischen Messsignale können einfach verarbeitet und ausgewertet werden.

[0002] Für die Bestimmung von Fluss- oder Strömungsbewegungen von Flüssigkeiten werden bisher üblicherweise mechanische oder auch thermische Messverfahren eingesetzt. Dabei wird durch das Fließen der Flüssigkeit eine mechanische Kraft auf ein Bauteil ausgeübt, dass entsprechend verformt oder in Bewegung versetzt wird, so dass diese Verformung oder Bewegung bestimmt werden kann.

[0003] Zum Anderen wird bei einer thermischen Detektion eine lokale Erhitzung der Flüssigkeit durchgeführt und eine entsprechend resultierende Temperaturverteilung mit geeigneten Temperatursensoren erfasst bzw. die Kühlung eines Heizelements auf Grund der Umströmung mit Flüssigkeit detektiert.

[0004] Mechanische Messsysteme sind bekanntermaßen verschleißanfällig und können nur in bestimmten Grenzen miniaturisiert zur Verfügung gestellt werden. Außerdem ist keine empfindliche Beeinflussung der Sensitivität möglich.

[0005] Thermische Verfahren beeinflussen die jeweilige Flüssigkeit erheblich, was zu Veränderungen vieler Eigenschaften der jeweiligen Flüssigkeit führt. Außerdem haben unterschiedliche Temperaturen hohe Einflüsse auf physikalische Eigenschaften, wie beispielsweise die Viskosität und das Benetzungsverhalten. Außerdem werden Reaktionsabläufe von in Flüssigkeiten enthaltenen Komponenten, beispielsweise Biomolekülen erheblich beeinflusst.

[0006] Bisher eingesetzte auf elektrischen Prinzipien beruhende, Detektionsverfahren beeinflussen ebenfalls das Fließverhalten von Flüssigkeiten in unerwünschter Form.

[0007] In allen Fällen können nicht ohne weiteres kleinere Flüssigkeitsvolumina bezüglich ihres Strömungsverhaltens detektiert werden.

[0008] Für unterschiedlichste Anwendungen in der Sensorik werden aber auch seit Längerem, insbesondere Feldeffekt-Transistoren eingesetzt, wie dies beispielsweise bei der in EP 0 751 392 A2 beschriebenen Lösung der Fall ist.

[0009] Es ist daher Aufgabe der Erfindung einen Sensor zur Verfügung zu stellen, mit dem Fließbewegungen von Flüssigkeiten und/oder in Flüssigkeiten mit geringem Volumen und geringer Flüssigkeitsfilmdicke detektierbar sind.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Sensor, der die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Vorteilhafte Verwendungen sind in den Ansprüchen 17 und 18 bezeichnet.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können mit den in den untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

[0012] Der erfindungsgemäße Sensor für die Bestimmung von Fließbewegungen basiert auf dem Prinzip von Feldeffekt-Transistoren. Dabei ist zumindest ein Flusskanal durch den die jeweilige Flüssigkeit ein- bzw. hindurchströmen kann vorhanden. Der Flusskanal ist mit zwei Elektroden, die in einem Abstand zueinander angeordnet sind, gebildet. Der Abstand der Elektroden sollte deutlich geringer als deren Länge sein.

[0013] Der Boden des Flusskanals, weichen die beiden Elektroden kontaktieren besteht aus einem halbleitenden Material, wobei das halbleitende Material zumindest bereichsweise mit einer isolierenden Schicht überdeckt sein kann. Dabei sollte die Dicke der halbleitenden Schicht, kleiner als das Doppelte der Dicke einer ausgebildeten Raumladungszone eines Volumensubstrates sein, wobei das Volumensubstrat aus einem äquivalenten halbleitenden Material besteht. Es ist auch denkbar, dass das halbleitende Material eine Oberflächenstrukturierung (z.B. eine künstliche Rauigkeit und/oder Porosität) aufweist, um die Sensitivität oder das Fließverhalten vorteilhaft zu beeinflussen.

[0014] Es ist nicht zwingend notwendig, dass die Elektroden gerade ausgebildet sind, vielfältige Formen sind dabei denkbar, wobei die Elektroden nicht in berührendem Kontakt stehen sollen damit der Schichtwiderstand der halbleitenden Schicht zwischen den Elektroden bestimmbar bleibt. Die eine Elektrode kann vorteilhaft einen Sourcekontakt (Quelle) und die andere Elektrode einen Drainkontakt (Senke) eines Feldeffekt-Transistors bilden. Das Gate des Feldeffekttransistors ist entweder eine elektrisch leitende Flüssigkeit an sich (wobei jene durch einen Isolator von der halbleitenden Schicht elektrisch isoliert ist), ein Deckelement auf dem Flusskanal (wobei an das Deckelement eine elektrische Spannung angelegt wird und die Flüssigkeit Teil des Dielektrikums ist), die Umgebung auf einem nicht näher spezifizierten Umgebungspotential (wobei wiederum die Flüssigkeit Teil des Dielektrikums ist) oder funktionelle Gruppen auf dem Boden des Flusskanals.

[0015] Im Falle von elektrisch leitfähigen Flüssigkeiten sind die Elektroden zumindest gegenüber der Flüssigkeit elektrisch isoliert, was beispielsweise mit einer elektrisch isolierenden Oberflächenbeschichtung der Elektroden erreicht werden kann.

[0016] An die Elektroden wird bei der eigentlichen De-

tektion eine konstante elektrische Spannung angelegt und als Messsignal kann der zwischen Sourcekontakt und Drainkontakt über die halbleitende Schicht fließende elektrische Strom genutzt werden.

[0017] Strömt eine Flüssigkeit in einen Flusskanal ein oder durch diesen hindurch, verändert sich der zwischen Sourcekontakt und Drainkontakt fließende elektrische Strom oder beim Hindurchströmen einer Flüssigkeit durch einen Flusskanal kann eine Veränderung des zwischen Sourcekontakt und Drainkontakt fließenden elektrischen Stromes auftreten und detektiert werden.

[0018] Außerdem können auch beim Ein- oder Hindurchströmen einer Flüssigkeit in bzw. durch einen Flusskanal auftretende Veränderungen der Flüssigkeit bzw. auch chemische bzw. biochemische Reaktionen einen detektierbaren Feldeffekt hervorrufen. Für eine zusätzliche potentielle Beeinflussung der jeweiligen Flüssigkeit kann eine Referenzelektrode, die bevorzugt als Ag/AgCl-Elektrode ausgebildet ist, in die strömende Flüssigkeit eintauchen.

[0019] Dieser Effekt kann insbesondere bei nicht-ionischen Flüssigkeiten mittels eines Deckels, der den Flusskanal überdeckt und aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, beispielsweise elektrisch leitendem Glas, erreicht werden. Dabei werden eine Referenzelektrode oder ein solches Deckelement mit einer konstanten vorgebbaren elektrischen Spannung beaufschlagt.

[0020] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensors fungiert ein aus einem elektrisch leitenden oder halbleitenden Werkstoff gebildetes Substrat, als zusätzliches Gate, dass mit einer elektrisch nicht leitenden Isolierschicht überdeckt ist und auf der die mit dem Flusskanal in Verbindung stehende halbleitende Schicht ausgebildet ist.

[0021] Durch zusätzliches Anlegen einer elektrischen Spannung an das Substrat kann die Sensitivität eines erfindungsgemäßen Sensors beeinflusst und entsprechend eingestellter Spannung optimiert werden.

[0022] Das Anlegen einer elektrischen Spannung an das Substrat kann besonders vorteilhaft so erfolgen, dass sich entlang der Längsachse des jeweiligen Flusskanals eine Spannungspotentialverteilung, bevorzugt eine lineare Spannungspotentialverteilung in bzw. entgegengesetzt zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit einstellt.

[0023] Dadurch lässt sich nicht nur die Sensitivität des Sensors verbessern, sondern es kann auch die jeweilige Strömungsrichtung der Flüssigkeit oder innerhalb der Flüssigkeit detektiert werden.

[0024] Die Spannungspotentialdifferenz muss dabei nicht zwingend über die gesamte Länge des Flusskanals vorhanden sein, was mit entsprechender Anordnung in einem Abstand von Kontaktelementen am Substrat erreichbar ist.

[0025] Vorteilhaft für die letztendliche Herstellung eines erfindungsgemäßen Sensors kann ein so genanntes Silicon-on-Insulator-Substrat (SOI) eingesetzt werden, auf den in an sich bekannter Dünnschichttechnik die für

die Detektion und die Ausbildung von Flusskanälen gewünschten Elektroden und Isolationen aufgebracht werden können.

[0026] So lassen sich die erfindungsgemäßen Sensoren kostengünstig und sehr klein herstellen.

[0027] Es können aber auch andere halbleitende Werkstoffe an Stelle von Silicium eingesetzt werden.

[0028] Bei einem erfindungsgemäßen Sensor können aber auch mehrere Flusskanäle ausgebildet sein. Dabei können in Flusskanälen unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt werden. Es besteht dadurch aber auch die Möglichkeit, wenn die Flusskanäle parallel zueinander ausgerichtet sind, den Verlauf von Flüssigkeitsfronten oder den Verlauf einer Verteilungsfront strömender Partikel, Bläschen oder anderer Objekte beim Ein- und Hindurchströmen durch solche Flusskanäle zu erfassen.

[0029] Mit dem erfindungsgemäßen Sensor können unterschiedliche Untersuchungen an der durch den Flusskanal strömenden Flüssigkeit vorgenommen werden. So kann die Strömungsgeschwindigkeit, die jeweils benetzte bzw. mit Flüssigkeit überdeckte Oberfläche innerhalb von Flusskanälen detektiert werden, wodurch wiederum Rückschlüsse auf das Benetzungsverhalten bzw. die Viskosität der Flüssigkeit erhalten werden können.

[0030] Die Oberflächen von Flusskanälen können aber ganz bzw. auch lediglich bereichsweise mit mindestens einer funktionellen Schicht versehen sein, wodurch weitergehende Untersuchungen der in den Flusskanal ein- oder durch den Flusskanal hindurchströmenden Flüssigkeit möglich werden können.

[0031] Beispiele für solche funktionellen Schichten sind Polymerbürsten, Polyelektrolytbürsten, Silanbeschichtungen, funktionelle Schichten, die mit Polymeren, Rezeptoren, Proteinen oder Biomolekülen gebildet sind.

[0032] Dadurch lassen sie sich je nach gewählter funktioneller Schicht unterschiedliche Untersuchungen an der strömenden Flüssigkeit durchführen. So können beispielsweise mit Polyelektrolytbürsten, als funktioneller Schicht, Bewegungen von Flüssigkeitsfronten, oder die mögliche Adsorption von Proteinen auf Polyelektrolytbürsten detektiert werden. Auch eine Charakterisierung der funktionellen Schicht in Flüssigkeit ist denkbar.

[0033] Bei funktionellen Schichten mit Polymeren kann beispielsweise das Benetzungsverhalten mit der jeweiligen Flüssigkeit bestimmt werden.

[0034] Im Falle von funktionellen Schichten, die mit Rezeptoren, Proteinen oder Biomolekülen gebildet sind, lassen sich biochemische Reaktionen oder Wechselwirkungen durchführen.

[0035] Für Untersuchungen mit einem erfindungsgemäßen Sensor können Flüssigkeiten eingesetzt werden, in denen bestimmte Ionen, Farbstoffe, Tenside, Gasbläschen, Flüssigkeitströpfchen und/oder Partikel enthalten sein können. Dabei können insbesondere bei in der Flüssigkeit enthaltenen Ionen, Gasbläschen, Flüssigkeitströpfchen und/oder Partikeln Veränderungen der räumlichen Verteilung der Dielektrizitätskonstanten und/oder der Ladungsdichte detektiert werden.

[0036] Um die erfindungsgemäßen Sensoren zu eichen bzw. kalibrieren, scheint der Einsatz von Eichflüssigkeiten vorteilhaft zu sein.

[0037] Insbesondere bei erfindungsgemäßen Sensoren mit mehreren Flusskanälen kann zumindest ein Flusskanal für die Detektion einer Eichflüssigkeit genutzt werden.

[0038] Nachfolgend soll die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden.

[0039] Dabei zeigen:

Figur 1 in schematischer Form ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors;

Figur 2 ein Beispiel zur Bestimmung der Fließbewegung und Flüssigkeitsbenetzung an einem Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors;

Figur 3 in schematischer Form ein weiteres Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors;

Figur 4 ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors mit einer angelegten Potentialdifferenz und

Figur 5 ein Beispiel für die Bestimmung eines Flüssigkeitsfrontverlaufes.

[0040] In Figur 1 ist in einer schematischen und perspektivischen Darstellung ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Sensors gezeigt. Dabei sind auf dem Silicium-Dünnschichtsubstrat eines Silicon-on-Insulator (SOI) Substrates parallel zueinander ausgerichtete elektrisch leitende Elektroden in an sich bekannter Dünnschichttechnik, beispielsweise durch CVD-Verfahren, Aufdampfen oder Sputterprozesse aufgebracht worden. Der Silicium-Dünnschichtfilm ist dabei elektrisch leitend mit den Elektroden verbunden, wobei die Elektroden Source 2 und Drain 3 kontaktieren. Mit 4 ist der Gatebereich gekennzeichnet, d.h. der Bereich der halbleitenden Schicht dessen Reaktionen auf elektrische Feldänderungen detektiert werden.

[0041] Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 sind außerdem mit einer Isolationsschicht 8, bis auf Kontaktanschlüsse 2 überdeckt.

[0042] Zwischen Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 ist mit diesen ein Flusskanal für eine zu detektierende Flüssigkeit, die in den Flusskanal ein- oder durch diesen hindurchströmt, ausgebildet. Die Flüssigkeitsströmung ist in Figur 1 schematisch angedeutet und die Strömungsrichtung durch den Pfeil gekennzeichnet.

[0043] Das Substrat 1 aus Silicium ist mit einer Isolationsschicht 7 überdeckt. Über der Isolationsschicht zwischen Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 ist der Silicium-Dünnschichtfilm ausgebildet. Dabei kann die gesamte oder ein Teil der Fläche des Flusskanals zwischen Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 einen sensitiven Bereich des Sensors bilden.

[0044] Für eine Definition von Randbedingungen kann eine Referenzelektrode 6, bevorzugt als Ag/AgCl-Elektrode in die strömende Flüssigkeit eingetaucht werden.

[0045] Anstelle einer Referenzelektrode 6 kann aber insbesondere für eine Untersuchung an nicht-ionischen Flüssigkeiten der Flusskanal mit einem elektrisch leitfähigen Deckelement 5 abgedeckt werden, z.B. von oben auf die zur Vermeidung von Ionenströmen auf Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 ausgebildeten Isolationsschichten 8 und den Flusskanal. Dabei besteht die Möglichkeit das elektrisch leitfähige Deckelement 5 mit den in dem Flusskanal ein- oder durch den Flusskanal hindurchströmenden Flüssigkeitsstrom in Kontakt zu bringen. Am elektrisch leitenden Deckelement 5 ist eine Anschlusselektrode für eine elektrische Spannung ausgebildet.

[0046] Bei Ein- oder Hindurchströmen der Flüssigkeit durch den Flusskanal verändert sich bei konstanter elektrischer Spannung der Strom zwischen Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 durch die halbleitende Schicht, über der sich der Flusskanal befindet, je nach dem wie viel Flüssigkeit in den Flusskanal eingetreten und entsprechender sensibler Bereich innerhalb des Flusskanals mit Flüssigkeit benetzt worden ist.

[0047] Dadurch kann der Fluss einer solchen Flüssigkeit im Flusskanal detektiert und ggf. auch auf bestimmte weitere Eigenschaften der Flüssigkeit geschlossen werden.

[0048] Mit Figur 2 soll das erfassbare Messsignal bei in einen Flusskanal einströmender Flüssigkeit oder einer Strömung einer Flüssigkeit durch einen Flusskanal in der zum Beispiel Partikel enthalten sind, verdeutlicht werden.

[0049] Dabei kann ein Messsignal mit nahezu konstantem linearem Anstieg detektiert werden, wobei der jeweilige Messsignalwert beispielsweise ein Maß der benetzten Oberfläche, linke untere Darstellung von Figur 2 oder ein Maß für in einer Flüssigkeit durch den Flusskanal mitströmende Partikel (rechte untere Darstellung von Figur 2) darstellen kann. Der Signalverlauf muss nicht linear sein, ein annähernd stetig monoton wachsender oder fallender Signalverlauf ist ebenfalls denkbar.

[0050] Mit den Figuren 3 und 4 sollen Möglichkeiten für die Beeinflussung der Sensitivität an erfindungsgemäßen Sensoren verdeutlicht werden.

[0051] So ist in Figur 3 an das Substrat 1 eine zusätzliche elektrische Spannung angelegt, so dass das Substrat 1 quasi ein zusätzliches Gate bilden kann. Mit der jeweiligen elektrischen Spannung kann auch die gewünschte Sensitivität angepasst, verbessert oder gar optimiert werden.

[0052] In Figur 4 ist eine Weiterbildung einer Lösung nach Figur 4 angedeutet.

[0053] Hierbei wird an das Substrat 1 eine elektrische Potentialdifferenz zwischen zwei Kontakten eingestellt, wobei die Anordnung der Kontaktanschlüsse parallel zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit durch den Flusskanal gewählt sein sollte, so dass zusätzlich als Information

neben der verbesserten Sensitivität auch die jeweilige Strömungsrichtung der Flüssigkeit bzw. von in der Flüssigkeit strömenden Partikeln detektiert werden kann. Außerdem können die jeweilige Position von Partikeln, also

eine zeit- und orts aufgelöste Messung erfolgen.

[0054] Durch den mit der Potentialdifferenz erreichbaren elektrischen Spannungsgradienten ist die Empfindlichkeit des Sensors am Flusskanal lokal unterschiedlich.

[0055] Beim in Figur 4 gezeigten Beispiel wurde der Spannungsgradient so eingestellt, dass die Empfindlichkeit von links nach rechts ansteigt. Bewegt sich ein oder bewegen sich mehrere Partikel in der Flüssigkeit entsprechend ebenfalls von links nach rechts kann ein ansteigendes Signal detektiert werden. Aus dem jeweiligen Signalwert kann die Position eines Partikels oder eines anderen Probenkörpers in der Flüssigkeit bestimmt werden. Wird ein Partikel oder sind in der Flüssigkeit Gasbläschen oder Flüssigkeitströpfchen enthalten, die dann in der Flüssigkeit von rechts nach links strömen wird ein abfallendes Signal detektiert.

[0056] In analoger Form lassen sich dann auch die Position einer Flüssigkeitsfront und die Strömungsrichtung der Flüssigkeit detektieren.

[0057] In Figur 5 sind Möglichkeiten für die Detektion eines Flüssigkeitsfrontverlaufes mit mehreren parallel zueinander angeordneten Flusskanälen, die wiederum jeweils mit zwei Elektroden, als Sourcekontakt 2 und Drainkontakt 3 gebildet sind, vorhanden. In der linken Darstellung von Figur 5 ist dabei der Flüssigkeitsfrontverlauf einer Flüssigkeit, die durch mehrere solcher Flusskanäle einströmt und in der rechten Darstellung die jeweiligen von den einzelnen Messkanälen erfassten Messsignale angegeben. Die Darstellung ist dabei nicht maßstabsgerecht, da ein solcher Sensor durch die erreichbare Miniaturisierung eine sehr dichte kompakte Anordnung mehrerer solcher Flusskanäle nebeneinander ermöglicht.

[0058] In nicht dargestellter Form können auf dem Boden und ggf. auch auf den Wänden des Flusskanals zumindest bereichsweise auch mindestens eine funktionelle Schicht, wie im allgemeinen Teil der Beschreibung ausgeführt, vorhanden sein mit deren Hilfe dann weitere Untersuchungen mit einem erfindungsgemäßen Sensor möglich sind.

Patentansprüche

1. Sensor für die Bestimmung der Fliessbewegungen von und/oder in Flüssigkeiten, bei dem mindestens ein Flusskanal mit jeweils zwei gegenüber der zu detektierenden Flüssigkeit elektrisch isolierten und in einem Abstand zueinander angeordneten Elektroden, ausgebildet und der Boden des Flusskanals mit einer Schicht eines halbleitenden Werkstoffes gebildet sind, wobei die Fließbewegung mittels des sich entsprechend verändernden elektrischen Stroms zwischen den Elektroden und/oder der Schicht aus

halbleitendem Werkstoff bei konstanter elektrischer Spannung bestimmbar ist.

2. Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Elektrode einen Sourcekontakt (2), die andere Elektrode einen Drainkontakt (3) bilden und oberhalb der Schicht aus halbleitendem Werkstoff das Gate (4) eines FeldeffektTransistors angeordnet ist.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die durch den Flusskanal strömende Flüssigkeit eine Referenzelektrode (6) eintaucht.
4. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flusskanal mit einem elektrisch leitenden Deckelelement (5) abdeckbar ist.
5. Sensor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Referenzelektrode (6) als Ag/AgCl-Elektrode ausgebildet ist.
6. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der halbleitenden Schicht kleiner als das Doppelte der Dicke einer ausgebildeten Raumladungszone eines Volumensubstrates ist, wobei das Volumensubstrat aus einem äquivalenten halbleitenden Material besteht.
7. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der halbleitende Werkstoff eine Oberflächenstrukturierung aufweist.
8. Sensor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der halbleitende Werkstoff eine Rauigkeit und/oder eine Porosität aufweist.
9. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden und/oder die Wände des Flusskanals zumindest bereichsweise mit einer funktionellen Schicht versehen ist/sind.
10. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem oder mehreren Flusskanal/-kanälen unterschiedliche funktionelle Schichten vorhanden sind.
11. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine funktionelle Schicht als Polymerbürste, Polyelektrolytbürste, aus- oder mit einem Polymer, mit Rezeptoren, mit Proteinen oder Biomolekülen gebildet ist.
12. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Substrat (1) aus einem elektrisch leitenden oder halbleitenden

Werkstoff gebildet ist und eine Isolatorschicht (7) zwischen Substrat (1) und der halbleitenden Schicht ausgebildet ist.

13. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *5*
dadurch gekennzeichnet, dass an das Substrat (1) eine elektrische Spannung angelegt ist.
14. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *10*
dadurch gekennzeichnet, dass eine an das Substrat (1) angelegte elektrische Spannung einstellbar ist.
15. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *15*
dadurch gekennzeichnet, dass eine vorgebbare elektrische Spannungspotentialverteilung entlang des Flusskanals am Substrat (1) einstellbar ist.
16. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *20*
dadurch gekennzeichnet, dass in der Flüssigkeit Ionen, Farbstoff, Tenside, Gasbläschen, Flüssigkeitströpfchen und/oder Partikel enthalten sind.
17. Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Bestimmung der Strömung, der Viskosität und/oder des Benetzungsverhaltens. *25*
18. Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Bestimmung der räumlichen Verteilung von Dielektrizitätskonstanten, der Ladungsträgerdichte, spezifischer chemischer, biochemischer Reaktionen und/oder Adsorptionsprozessen. *30*

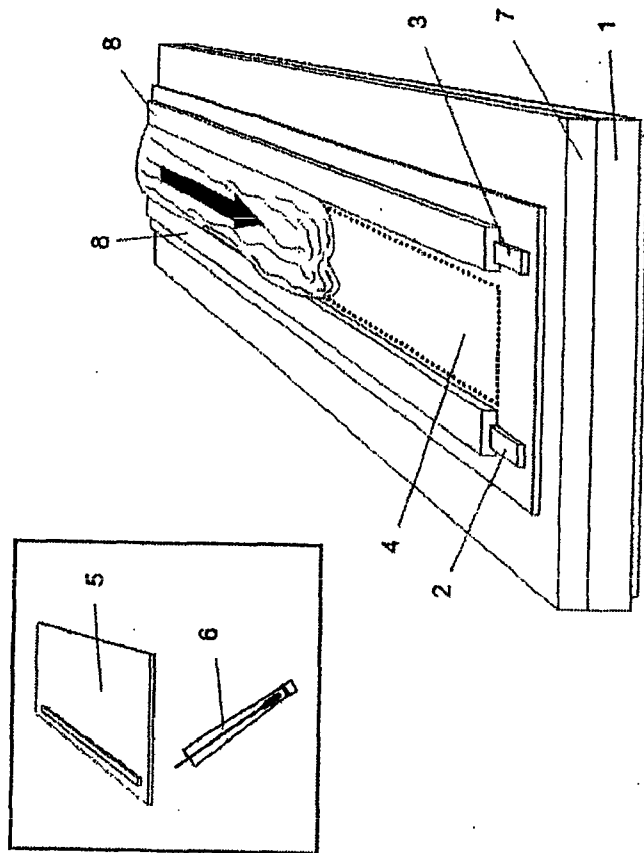
35

40

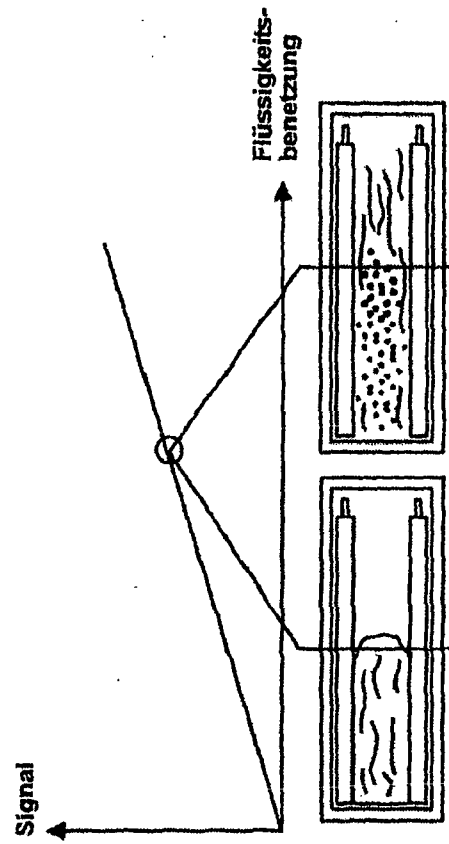
45

50

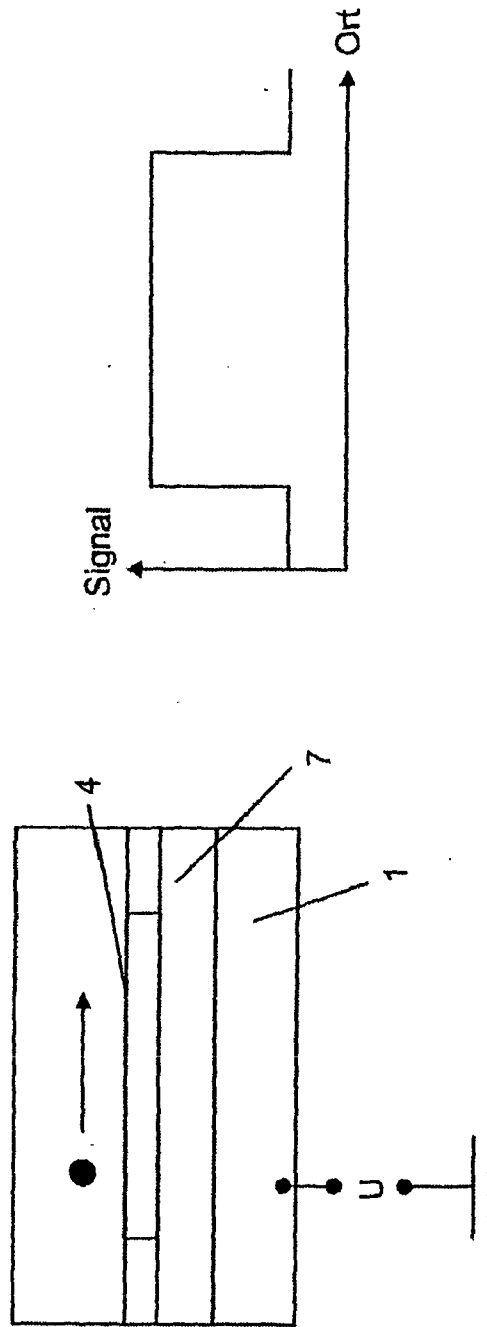
55



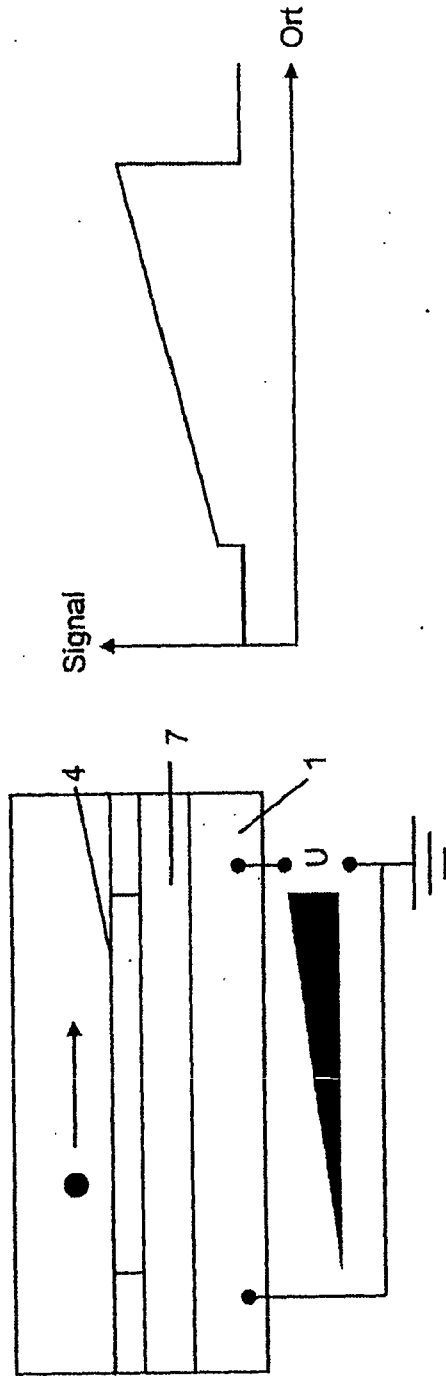
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

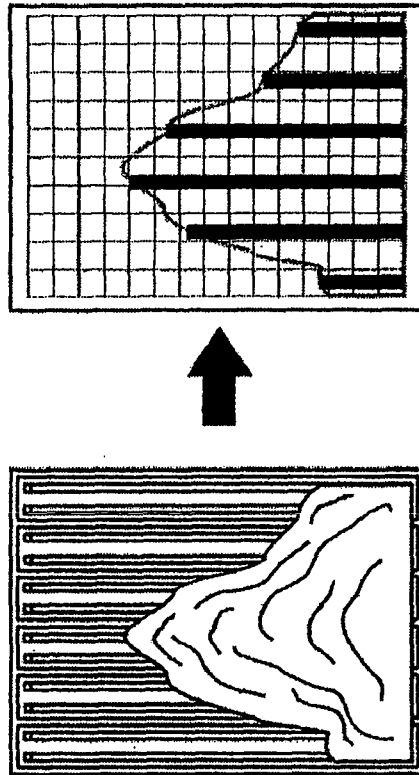


Figure 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 322 680 A (JANATA JIRI ET AL) 30. März 1982 (1982-03-30) * Spalte 5, Zeile 45 - Spalte 6, Zeile 64; Abbildungen 2,9 *	1-3, 5-10,13, 14,16	INV. G01F1/56 G01F1/64 G01N27/414
X	US 2002/117693 A1 (DODABALAPUR ANANTH [US] ET AL) 29. August 2002 (2002-08-29) * Absätze [0043], [0050], [0065], [0066]; Anspruch 1; Abbildungen 6,12 *	1,2,6-12	
A	DE 201 16 283 U1 (DRESDNER GRUNDWASSERFORSCHUNGS [DE]) 17. Januar 2002 (2002-01-17) * Seite 3, Zeile 23 - Zeile 29 * * Seite 7, Zeile 21 - Seite 9, Zeile 22 *	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G01F G01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2006	Prüfer PAPANTONIOU, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPC FORM 1503 (06.02) [04/C03]

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

EP 06 09 0103

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

25-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4322680	A	30-03-1982	KEINE	

US 2002117693	A1	29-08-2002	KEINE	

DE 20116283	U1	17-01-2002	KEINE	

EPC FORM P0161

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0751392 A2 [0008]