

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Mai 2017 (04.05.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/071950 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01B 13/02 (2006.01) *G01B 7/06* (2006.01)
G01B 13/22 (2006.01) *B81C 99/00* (2010.01)
G01F 25/00 (2006.01) *G01F 1/84* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/074432
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
12. Oktober 2016 (12.10.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2015 118 232.7
26. Oktober 2015 (26.10.2015) DE
- (71) **Anmelder:** TRUEDYNE SENSORS AG [CH/CH];
Christoph-Merian-Ring 20, 4153 Reinach (CH).
- (72) **Erfinder:** BUDMIGER, Thomas; Oberwiler Straße 27,
4107 Ettingen (CH). FETH, Hagen; Rotlaubstr. 20, 79106
Freiburg (DE). KUHNEN, Raphael; Schloßplatz 5, 79285
Ebringen (DE). REITH, Patrick; Gundeldingerstrasse
461, 4053 Basel (CH). TOUZIN, Mike; Merianstrasse 10,
79585 Höllstein (DE). VRDOLJAK, Pavo; Roßbergstraße
5, 87484 Nesselwang (DE).
- (74) **Anwalt:** ANDRES, Angelika; Endress+Hauser
(Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil
am Rhein (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING A CHANNEL, IN PARTICULAR A MEMS CHANNEL

(54) **Bezeichnung :** SYSTEM UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES KANALS, INSBESONDERE EINES MEMS-KANALS

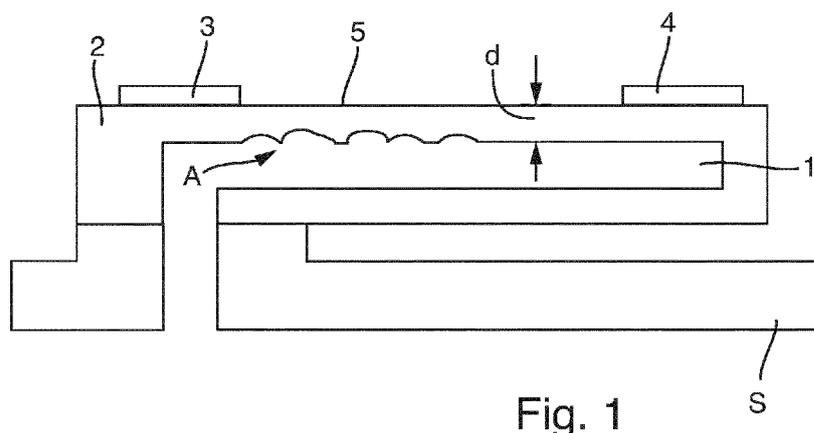


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a system and a method for monitoring a channel (1), in particular a MEMS channel (1), by means of a system according to at least one of the claims 1 to 8, said method having at least the following steps: - measuring an electric variable using a first electrode (3) and a second electrode (4) which electrically contact a channel wall (2), wherein the channel wall (2) surrounds the channel (1) on all sides, and the channel wall (2) has a wall thickness (d); - comparing the electric variable with a previously ascertained reference value; and - ascertaining a change of the wall thickness (d) of the channel wall (d) using the comparison of the electric variable with the previously ascertained reference value.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung beschreibt ein System und Verfahren zum Überwachen eines Kanals (1), insbesondere eines MEMS-Kanals (1), mittels eines Systems nach zumindest einem der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/071950 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Ansprüche 1 bis 8, umfassend zumindest die folgenden Schritte: - Messen einer elektrischen Größe mittels einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4), welche eine Kanalwand (2) elektrisch kontaktieren, wobei die Kanalwand (2) den Kanal (1) allseitig umgibt und wobei die Kanalwand (2) eine Wanddicke (d) aufweist; - Vergleichen der elektrischen Größe mit einem zuvor ermittelten Referenzwert; und - Ermitteln einer Änderung der Wanddicke (d) der Kanalwand (2) anhand des Vergleichs der elektrischen Größe mit dem zuvor ermittelten Referenzwert.

System und Verfahren zum Überwachen eines Kanals, insbesondere eines MEMS-Kanals

Die Erfindung betrifft ein System zum Überwachen eines Kanals, insbesondere eines
5 MEMS-Kanals. Das System umfasst dabei zumindest einen Kanal, welcher von einer
Kanalwand allseitig umgeben ist, eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode und eine
Recheneinheit. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Überwachen des
Kanals mittels des erfindungsgemäßen Systems.

10 MEMS-Sensoren sind Mikro-Elektromechanische Systeme, die in der Messtechnik zur
messtechnischen Erfassung einer oder mehrerer Messgrößen eingesetzt werden. Diese
MEMS-Sensoren werden regelmäßig unter Verwendung von in der
Halbleitertechnologie üblichen Verfahren, wie z.B. Ätzprozessen, Oxidationsverfahren,
Implantationsverfahren, Bondverfahren und/oder Beschichtungsverfahren, unter
15 Verwendung von ein oder mehrlagigen Wafern, insb. Wafern auf Siliziumbasis,
hergestellt.

MEMS-Sensoren, die dazu eingesetzt werden eine Messgröße eines strömenden
Fluids, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Gases, zu bestimmen, weisen
20 mindestens einen von einer Kanalwand allseitig umgebenen Kanal auf, der im
Messbetrieb von dem Fluid durchströmt wird. Dabei werden zur Messung
unterschiedlicher Messgrößen strömender Fluide je nach Messgröße unterschiedliche
Messprinzipien, wie beispielsweise die Coriolis-Massendurchfluss-Messung oder die
Coriolis-Dichte-Messung eingesetzt. Bei beiden Anwendungsbeispielen wird der im
25 Messbetrieb von dem jeweiligen Fluid durchströmte Kanal eingesetzt, der in diesen
Fällen einen mittels einer Erregereinrichtung zu Schwingungen anregbaren
Kanalabschnitt umfasst.

Beispiele für solche MEMS-Sensoren sind in der DE 10 2008 039 045 A1, der US
30 2010/0037706 A1, der US 2002/0194908 A1 und der noch nicht offengelegten
DE 10 2015 110 711.2 beschrieben.

Bestimmte Fluide, die als Messmedium den Kanal durchströmen, können mit dem Material der Kanalwand chemisch reagieren und zu einem Abtrag dieses Materials führen. Ebenso können sich Teile des Fluids an der Kanalwand ablagern. In beiden Fällen ändern sich die Schwingungseigenschaften des Kanals, wie beispielsweise dessen Resonanzfrequenz, wodurch die unter Ausgangsbedingungen durchgeführte Kalibrierung nicht mehr gültig ist. Da diese Änderungen oft unbemerkt geschehen, kann dies zu Fehlmessungen, wie beispielsweise einem fehlerhaften Wert der Dichte, führen.

5 Bisher werden die genannten MEMS-Sensoren von vornherein nicht in Prozessen mit solchen Fluiden eingesetzt. Eine Möglichkeit zur einfachen Detektion von Änderungen der Kanalbeschaffenheit aufgrund von Abtrag oder Ablagerungen ist jedoch nicht bekannt.

15 Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein System und ein Verfahren vorzustellen, das es erlaubt, die vorgenannte Problematik zu überwinden.

Die Aufgabe wird durch ein System zum Überwachen eines Kanals, insbesondere eines MEMS-Kanals, gelöst, zumindest umfassend:

- 20
- den Kanal, welcher von einer Kanalwand allseitig umgeben ist, wobei die Kanalwand eine Wanddicke aufweist;
 - eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode, wobei die erste Elektrode und die zweite Elektrode die Kanalwand elektrisch kontaktieren; und
 - eine Recheneinheit, wobei die Recheneinheit mittels der ersten Elektrode und
- 25
- der zweiten Elektrode eine elektrische Größe misst, wobei die Recheneinheit die elektrische Größe mit einem zuvor ermittelten Referenzwert vergleicht und wobei die Recheneinheit eine Änderung der Kanaldicke der Kanalwand anhand des Vergleichs der elektrischen Größe mit dem zuvor ermittelten Referenzwert ermittelt.

Durch das erfindungsgemäße System ist es möglich, auf einfache Art und Weise Veränderungen der Wanddicke der Kanalwand bedingt durch Abtrag oder Ablagerungen zu detektieren und festzustellen, ob dadurch systematische Messfehler auftreten können und als Konsequenz eine Neukalibration oder mitunter sogar ein

5 kompletter Austausch des MEMS-Sensors, beispielweise aufgrund einen weit fortgeschrittenen Abtrag des Materials der Kanalwand, vonnöten ist. Damit können MEMS-Sensoren auch in Fluiden eingesetzt werden, die zu Materialabtrag oder Materialablagerungen führen können.

10 Beispiele für MEMS-Sensoren, in denen ein solcher Kanal Anwendung findet, sind im einleitenden Teil der Beschreibung genannt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sieht vor, dass die Kanalwand aus einem Halbleitermaterial, insbesondere Silizium, gefertigt ist. Neben

15 Halbleitermaterial können selbstverständlich auch andere Materialien, wie beispielsweise Keramiken, verwendet werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems werden die erste Elektrode und die zweite Elektrode auf einer Außenseite der Kanalwand angebracht,

20 wobei die elektrische Größe ein Widerstandswert der Kanalwand ist. Bei einem Abtrag des Materials der Kanalwand verringert sich die Kanaldicke und folglich der Querschnitt der Kanalwand, was zu einer Widerstandserhöhung proportional zum Abtrag führt. Ablagerungen an der Kanalwand führen zu einer Vergrößerung der Kanaldicke und folglich zu einer Vergrößerung des Querschnitts der Kanalwand, was zu einer

25 Verringerung des Widerstandswerts proportional zur Ablagerungsmenge führt.

In einer besonders vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Systems weist die Kanalwand eine Dotierung auf. Durch Dotieren der Kanalwand und daraus folgend einem Erhöhen der Leitfähigkeit der Kanalwand proportional zur Dotierungsstärke kann

30 die Sensitivität der Widerstandsmessung eingestellt werden. Es ist sowohl eine p-Dotierung, als auch eine n-Dotierung mittels gängiger Dotierverfahren, wie

TD0102-WO

4

beispielsweise Diffusion, Elektrophorese, Resublimation oder Ionenimplantation möglich.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems sind die erste
5 Elektrode und die zweite Elektrode in der Kanalwand eingebettet, wobei die elektrische
Größe ein Kapazitätswert ist. Abhängig von der durch Abtrag des Materials der
Kanalwand und/oder durch Ablagerungen auf der Kanalwand verursachten Änderung
der Kanaldicke erfolgt eine Änderung der Kapazität. Führt ein Abtrag des Materials der
10 Kanalwand dazu, dass die Elektroden frei liegen und durch das Fluid miteinander in
elektrischem Kontakt stehen, so entsteht ein Kurzschluss. Auf diese Art und Weise ist
es möglich, einen Alarmzustand zu detektieren, der anzeigt, dass ein Abtrag um eine
bestimmte Dicke der Kanalwand erreicht wurde. Die Abtragstiefe, bei deren Erreichen
ein Alarmzustand detektiert wird, ist mittels vertikaler Positionierung der Elektroden in
der Kanalwand möglich.

15

Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems sieht vor, dass die
erste Elektrode auf einer Außenseite der Kanalwand angebracht ist, wobei die
Kanalwand in einem der Elektrode gegenüberliegenden Bereich dotiert ist und die
zweite Elektrode bildet, und wobei die elektrische Größe ein Kapazitätswert ist.

20

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems ist
vorgesehen, dass die erste Elektrode und/oder die zweite Elektrode aus einem
metallischen Material gefertigt sind. Gebräuchliche Materialien für Elektroden,
insbesondere in der MEMS-Fertigung, sind beispielsweise Gold, Platin oder Titan.

25 Abhängig von dem verwendeten Material der Kanalwand und dem verwendeten Metall
der Elektrode wird zusätzlich ein haftvermittelndes Material, wie beispielsweise Nickel
oder Chrom, benötigt, welches zwischen der Kanalwand und der Elektrode angebracht
ist.

30 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems sind die
erste Elektrode und die zweite Elektrode mittels einer physikalischen
Gasphasenabscheidung, mittels einer chemischen Gasphasenabscheidung, mittels

einer galvanischen Abscheidung oder mittels eines Lift-off-Verfahrens aufgebracht. Des Weiteren ist jedes weitere Verfahren der Halbleiter-, Dünnschicht- und Mikrosystemtechnik geeignet, welches es erlaubt, Elektroden in geeigneter Form auf und/oder in die Kanalwand aufzubringen. Ein Vorteil besteht darin, dass die Elektroden direkt im Fertigungsprozess eines Kanals oder eines MEMS-Sensors, der einen solchen Kanal enthält, aufgebracht werden können.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass zumindest zwei weitere Elektroden an der Kanalwand in einem Bereich des Kanals angebracht sind, in welchem der Kanal nicht von Fluiden durchströmt wird. Zwischen diesen beiden Elektroden wird dieselbe elektrische Größe, also ein Widerstandswert oder ein Kapazitätswert, ermittelt, wie zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode. Die weiteren Elektroden sind jeweils analog zu der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode angeordnet, abhängig davon, ob ein Widerstandswert oder ein Kapazitätswert ermittelt wird. Diese weitere elektrische Größe wird jedes Mal dann ermittelt, wenn die elektrische Größe zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gemessen wird, und dient als Referenzwert. Der Vorteil besteht darin, dass systematische, von dem den Kanal durchströmenden Fluid unabhängige Messfehler, bedingt beispielsweise durch eine Temperaturveränderung der Messstelle, eliminiert werden und eine Fehlinterpretation der zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode gemessenen elektrischen Größe verhindert wird.

Des Weiteren wird die Erfindung durch ein Verfahren zum Überwachen eines Kanals, insbesondere eines MEMS-Kanals, mittels des erfindungsgemäßen System gelöst, umfassend zumindest die folgenden Schritte:

- Messen einer elektrischen Größe mittels einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, welche eine Kanalwand elektrisch kontaktieren, wobei die Kanalwand den Kanal allseitig umgibt und wobei die Kanalwand eine Wanddicke aufweist;
- Vergleichen der elektrischen Größe mit einem zuvor ermittelten Referenzwert; und

- Ermitteln einer Änderung der Wanddicke der Kanalwand anhand des Vergleichs der elektrischen Größe mit dem zuvor ermittelten Referenzwert.

In einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als elektrische
5 Größe ein Widerstandswert der Kanalwand zwischen der ersten Elektrode und der
zweiten Elektrode gemessen. Bei einem Abtrag des Materials der Kanalwand verringert
sich die Kanaldicke und folglich der Querschnitt der Kanalwand, was zu einer
Widerstandserhöhung proportional zum Abtrag führt. Ablagerungen an der Kanalwand
führen zu einer Erhöhung der Kanaldicke und folglich zum Querschnitt der Kanalwand,
10 was zu einer Widerstandserhöhung proportional zur Ablagerung führt. Bei
Ablagerungen leitfähiger Natur sinkt der Widerstandswert allerdings.

In einer weiteren bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als
elektrische Größe ein Kapazitätswert zwischen der ersten Elektrode und der zweiten
15 Elektrode gemessen. Abhängig von der durch Abtrag des Materials der Kanalwand
und/oder durch Ablagerungen auf der Kanalwand verursachten Änderung der
Kanaldicke erfolgt eine Änderung der Kapazität.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht
20 vor, dass ein Alarmzustand ausgegeben wird, falls die gemessene elektrische Größe
um einen festgelegten Faktor von dem Referenzwert abweicht. Falls das Verfahren auf
einer Kapazitätsmessung basiert, besteht eine weitere Möglichkeit zur Detektion eines
Alarmzustands darin, dass ein Abtrag des Materials der Kanalwand dazu führt, dass die
Elektroden frei liegen und durch das Fluid miteinander in elektrischem Kontakt stehen,
25 wodurch ein Kurzschluss entsteht.

Alle hier beschriebenen Verfahrensschritte können z.B. von der zuvor genannten
Recheneinheit durchgeführt werden.

30 Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1: eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Überwachen eines

TD0102-WO

7

Kanals, insbesondere eines MEMS-Kanals, basierend auf dem Messen eines Widerstandswerts;

Fig. 2: eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Überwachen eines Kanals, insbesondere eines MEMS-Kanals, basierend auf dem Messen eines Kapazitätswerts (a) mittels eingebetteter Elektroden und (b) mittels gegenüberliegender Elektroden; und

Fig. 3: eine schematische Zeichnung einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems.

Fig. 1 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems und Verfahrens zum Überwachen eines Kanals 1, insbesondere eines MEMS-Kanals 1, basierend auf dem Messen eines Widerstandswerts. Der Kanal 1 ist Bestandteil eines MEMS-Sensors. Der MEMS-Sensor dient beispielsweise zur Massedurchfluss-Messung oder Dichtemessung nach dem Coriolis-Prinzip, wobei der Kanal 1 von einem Fluid durchströmt wird.

Der Kanal 1 umfasst eine Kanalwand 2, welche den Kanal 1 allseitig umgibt. Die Kanalwand 2 kann aus einem Halbleitermaterial, wie zum Beispiel einem Elementhalbleitermaterial wie Silizium oder Germanium, einem Verbindungshalbleitermaterial wie Galliumarsenid, oder einem organischen Halbleitermaterial gefertigt sein. Neben Halbleitermaterial können selbstverständlich auch andere Materialien, wie beispielsweise Metalle, Keramiken oder Kunststoffe verwendet werden.

25

Der Kanal 1 mit seiner Kanalwand 2 ist auf einem Substrat S, in diesem Beispiel Glas, aufgebracht. Hier nicht gezeigte Elektroden, welche auf dem Substrat aufgebracht sind, erzeugen durch Anlegen einer Spannung eine Schwingung des Kanals 1.

Bestimmte Fluide, welche zur Messung eingesetzt werden, können mit der Kanalwand 2 chemisch reagieren und zu einem Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 führen. Ebenso können sich Teile des Fluids an der Kanalwand 2 ablagern. In beiden Fällen

ändern sich die Schwingungseigenschaften des Kanals 1, wodurch die Kalibrierung des Kanals 1 ungültig wird und Messergebnisse verfälscht werden.

5 Zur Detektion von Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder Ablagerungen auf der Kanalwand werden eine erste Elektrode 3 und eine zweite Elektrode 4 auf einer Außenseite 5 der Kanalwand 2 angebracht. Mittels Anlegen eines elektrischen Stroms wird von einer hier nicht abgebildeten Recheneinheit der Widerstandswert der Kanalwand 2 zwischen der ersten Elektrode 3 und der zweiten Elektrode 4 im Ausgangszustand ermittelt. Dieser Widerstandswert wird im Folgenden als
10 Referenzwert bezeichnet.

Kommt es durch den Kontakt der Kanalwand 2 zu einem Abtrag A des Materials der Kanalwand 2, so verringert sich die Kanaldicke d und folglich der Querschnitt der Kanalwand 2, was zu einer Erhöhung des Widerstandswerts proportional zum Abtrag
15 führt. Lagern sich Ablagerungen an der Kanalwand 2 an, so führen diese zu einer Vergrößerung der Kanaldicke d und folglich zu einer Vergrößerung des Querschnitts der Kanalwand, was zu einer Verringerung des Widerstandswerts proportional zur Ablagerungsmenge führt.

20 Der dadurch veränderte Widerstandswert zwischen der ersten Elektrode 3 und der zweiten Elektrode 4 wird von der Recheneinheit ermittelt und mit dem Referenzwert verglichen und eine Änderung des Widerstandswerts ermittelt. Über diese Änderung lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob sich die Wanddicke d aufgrund von Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder durch Ablagerungen geändert hat und dadurch
25 eine Neukalibration oder sogar ein kompletter Austausch des MEMS-Sensors vonnöten ist. Dafür lässt sich auch ein Grenzwert einstellen, bei dessen Überschreiten ein Alarmzustand detektiert und ausgegeben wird.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems und
30 Verfahrens zum Überwachen des Kanals 1, insbesondere eines MEMS-Kanals, basierend auf dem Messen eines Kapazitätswerts, gezeigt.

In Fig. 2a sind die erste Elektrode 3 und die zweite Elektrode 4 in die Kanalwand 2 eingebettet. Abhängig von der durch Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder durch Ablagerungen auf der Kanalwand 2 verursachten Änderung der Kanaldicke d erfolgt eine Änderung der Kapazität. Wie oben beschrieben, nimmt die Recheneinheit
5 zuerst einen Referenzwert auf und vergleicht zu späteren Zeitpunkten gemessene Kapazitätswerte mit dem Referenzwert. Idealerweise sollte die Referenzmessung mit jedem der Fluide durchgeführt werden, die im späteren Messeinsatz verwendet werden.

Über diese Änderung des Kapazitätswerts lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob
10 sich die Wanddicke d aufgrund von Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder durch Ablagerungen geändert hat und dadurch eine Neukalibration oder sogar ein kompletter Austausch des MEMS-Sensors vonnöten ist.

Führt ein Abtrag des Materials der Kanalwand dazu, dass die erste Elektrode 3 und die
15 zweite Elektrode 4 frei liegen und durch das Fluid miteinander in elektrischem Kontakt stehen, so entsteht ein Kurzschluss. Auf diese Art und Weise ist es möglich, einen Alarmzustand zu detektieren, der anzeigt, dass ein Abtrag A um eine bestimmte Dicke der Kanalwand 2 erreicht wurde. Die Abtragtiefe, bei Erreichen derer ein Alarmzustand detektiert wird, ist mittels vertikaler Positionierung der ersten Elektrode 3 und der
20 zweiten Elektrode 4 in der Kanalwand einstellbar.

In Fig. 2b ist die erste Elektrode 3 auf einer Außenseite 5 der Kanalwand 2 angebracht. Die zweite Elektrode 4 wird durch einen gegenüberliegenden Bereich 6 der Kanalwand 2 gebildet, welcher eine Dotierung aufweist und dadurch als Elektrode wirken kann.
25 Auch hier erfolgt abhängig von der durch Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder durch Ablagerungen auf der Kanalwand 2 verursachten Änderung der Kanaldicke d eine Änderung der Kapazität. Wie oben beschrieben, nimmt die Recheneinheit zuerst einen Referenzwert auf und vergleicht zu späteren Zeitpunkten gemessene Kapazitätswerte mit dem Referenzwert auf eine Änderung des
30 Kapazitätswerts. Über diese Änderung lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob sich die Wanddicke d aufgrund von Abtrag A des Materials der Kanalwand 2 und/oder durch Ablagerungen geändert hat und dadurch eine Neukalibration oder sogar ein kompletter

Austausch des MEMS-Sensors vonnöten ist.

Fig. 3 zeigt eine schematische Zeichnung des erfindungsgemäßen Systems. Die erste Elektrode 3 und die zweite Elektrode 4 sind jeweils an der Außenseite 5 der Kanalwand 2 des Kanals 1 angebracht. Die Recheneinheit 7 misst mittels der ersten Elektrode 3 und der zweiten Elektrode 4 einen Widerstandswert des Abschnitts der Kanalwand 2, der zwischen den beiden Elektroden liegt und vergleicht diesen mit einem zuvor aufgenommenen Referenzwert und ermittelt anhand des Vergleichs eine Änderung der Kanaldicke d der Kanalwand 2. Zwischen den Elektroden 3, 4 und der Recheneinheit 7 kann eine Schaltung 8 angeordnet sein, welche eine elektrische Spannung, welche für die Messung benötigt ist, erzeugt und den Widerstandswert misst. Alternativ kann diese Schaltung 8 auch bereits in der Recheneinheit 7 implementiert sein.

Es versteht sich von selbst, dass das erfindungsgemäße System und das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf die oben angeführten Ausführungsbeispiele beschränkt und bei einem Kanal 1, insbesondere einem MEMS-Kanal 1, jedweder Applikation anwendbar ist.

Bezugszeichenliste

	1	Kanal
	2	Kanalwand
5	3	erste Elektrode
	4	zweite Elektrode
	5	Außenseite der Kanalwand
	6	dotierte Fläche
	7	Recheneinheit
10	8	Schaltung
	A	Abtrag
	d	Dicke der Kanalwand

Patentansprüche

1. System zum Überwachen eines Kanals (1), insbesondere eines MEMS-Kanals (1), zumindest umfassend:
 - 5 - den Kanal (1), welcher von einer Kanalwand (2) allseitig umgeben ist, wobei die Kanalwand (2) eine Wanddicke (d) aufweist;
 - eine erste Elektrode (3) und eine zweite Elektrode (4) , wobei die erste Elektrode (3) und die zweite Elektrode (4) die Kanalwand elektrisch kontaktieren; und
 - 10 - eine Recheneinheit (7), wobei die Recheneinheit (7) mittels der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4) eine elektrische Größe misst, wobei die Recheneinheit die elektrische Größe mit einem zuvor ermittelten Referenzwert vergleicht und wobei die Recheneinheit eine Änderung der Kanaldicke (d) der Kanalwand (2) anhand des Vergleichs der elektrischen
 - 15 Größe mit dem zuvor ermittelten Referenzwert ermittelt.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Kanalwand (2) aus einem Halbleitermaterial, insbesondere Silizium, gefertigt ist.

- 20 3. System nach zumindest einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die erste Elektrode (3) und die zweite Elektrode (4) auf einer Außenseite (5) der Kanalwand (2) angebracht sind und wobei die elektrische Größe ein Widerstandswert der Kanalwand (2) ist.

- 25 4. System nach Anspruch 3, wobei die Kanalwand (2) eine Dotierung aufweist.

5. System nach zumindest einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die erste Elektrode (3) und die zweite Elektrode (4) in der Kanalwand (2) eingebettet sind und wobei die elektrische Größe ein Kapazitätswert ist.

- 30 6. System nach Anspruch 2, wobei die erste Elektrode (3) auf einer Außenseite (5) der Kanalwand (2) angebracht ist, wobei die Kanalwand (2) in einem der ersten

Elektrode (3) gegenüberliegenden Bereich (6) dotiert ist und die zweite Elektrode (4) bildet, und wobei die elektrische Größe ein Kapazitätswert ist.

- 5 7. System nach einem zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei die erste Elektrode (3) und/oder die zweite Elektrode (4) aus einem metallischen Material gefertigt sind.
- 10 8. System nach Anspruch 7, wobei die erste Elektrode (3) und/oder die zweite Elektrode (4) mittels einer physikalischen Gasphasenabscheidung, mittels einer chemischen Gasphasenabscheidung, mittels einer galvanischen Abscheidung oder mittels eines Lift-off-Verfahrens aufgebracht sind.
- 15 9. Verfahren zum Überwachen eines Kanals (1), insbesondere eines MEMS-Kanals (1), mittels eines Systems nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend zumindest die folgenden Schritte:
- Messen einer elektrischen Größe mittels einer ersten Elektrode (3) und einer zweiten Elektrode (4), welche eine Kanalwand (2) elektrisch kontaktieren, wobei die Kanalwand (2) den Kanal (1) allseitig umgibt und wobei die Kanalwand (2) eine Wanddicke (d) aufweist;
 - 20 - Vergleichen der elektrischen Größe mit einem zuvor ermittelten Referenzwert; und
 - Ermitteln einer Änderung der Wanddicke (d) der Kanalwand (d) anhand des Vergleichs der elektrischen Größe mit dem zuvor ermittelten Referenzwert.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei als elektrische Größe ein Widerstandswert der Kanalwand (2) zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4) gemessen wird.
- 30 11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei als elektrische Größe ein Kapazitätswert zwischen der ersten Elektrode (3) und der zweiten Elektrode (4) gemessen wird.

12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei ein Alarmzustand ausgegeben wird, falls die gemessene elektrische Größe um einen festgelegten Faktor von dem Referenzwert abweicht.

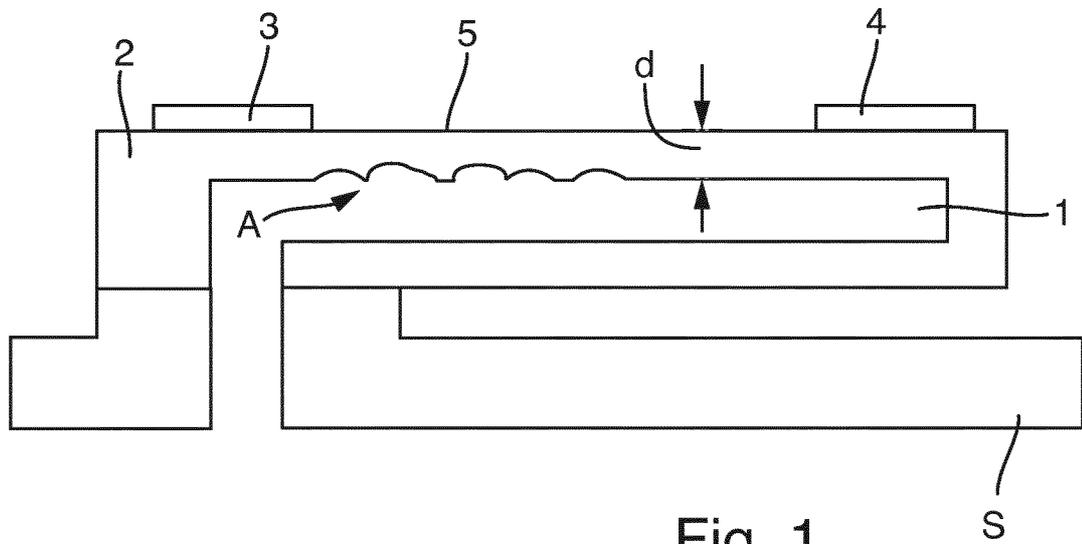


Fig. 1

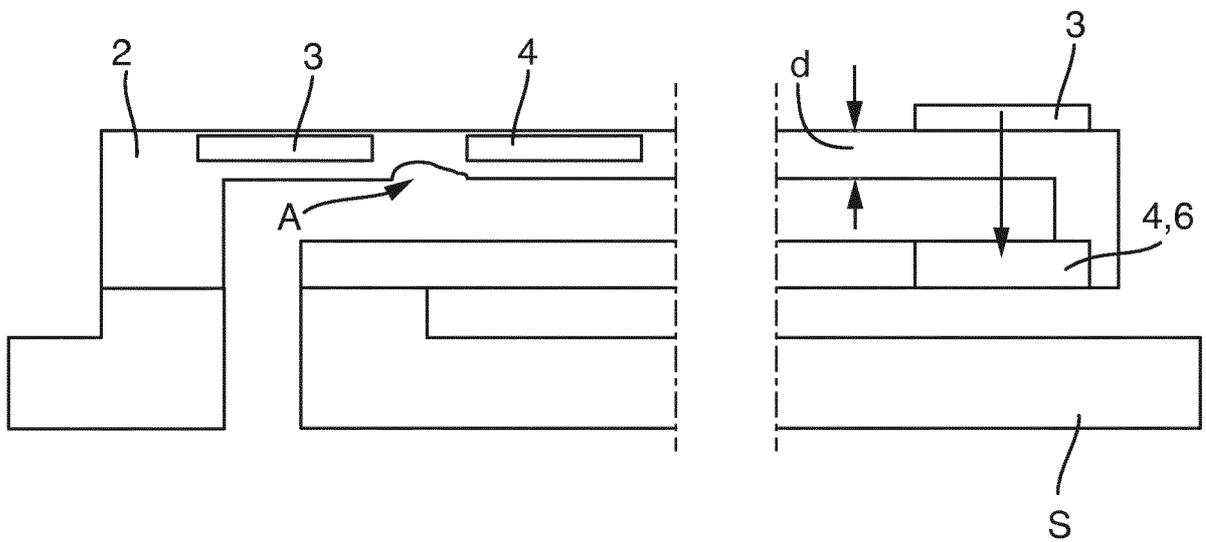


Fig. 2a

Fig. 2b

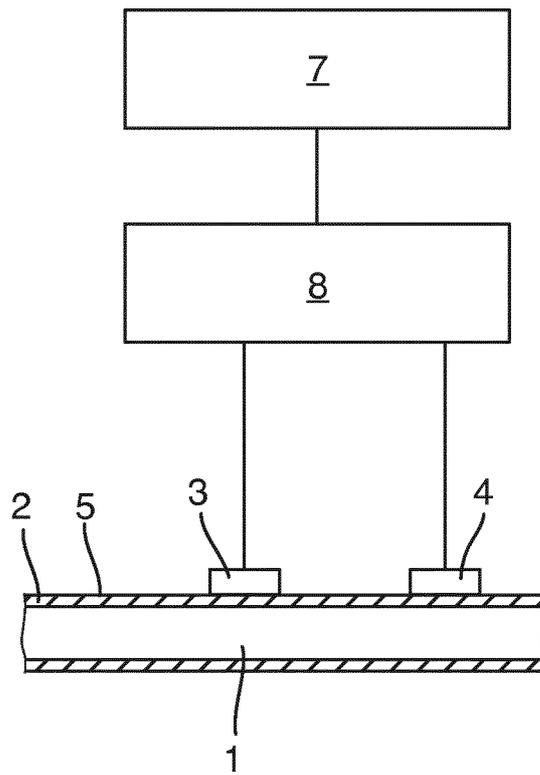


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/074432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01B13/02 G01B13/22 G01F25/00 G01B7/06 B81C99/00
 ADD. G01F1/84

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)
 G01B G01F B81C

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 practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2010 029645 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8 December 2011 (2011-12-08) paragraphs [0001], [0003], [0006], [0036]; figures 2, 5 -----	1-12
Y	US 2005/075800 A1 (BATZINGER THOMAS [US] ET AL) 7 April 2005 (2005-04-07) paragraphs [0006], [0019]; figure 1 -----	1-12
A	US 4 870 342 A (SCOTT PAUL F [US]) 26 September 1989 (1989-09-26) column 1, line 27 - line 37 -----	1-12
A	EP 2 889 574 A1 (NIHON YAMAMURA GLASS CO LTD [JP]) 1 July 2015 (2015-07-01) paragraph [0003] -----	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 application or patent 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 20 December 2016	Date of mailing of the international search report 03/01/2017
---	--

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 Nierhaus, Thomas
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/074432

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010029645 A1	08-12-2011	DE 102010029645 A1 US 2011296917 A1	08-12-2011 08-12-2011

US 2005075800 A1	07-04-2005	CA 2538304 A1 CN 1879015 A EP 1678487 A1 JP 4740855 B2 JP 2007506096 A KR 20060080204 A US 2005075800 A1 WO 2005036152 A1	21-04-2005 13-12-2006 12-07-2006 03-08-2011 15-03-2007 07-07-2006 07-04-2005 21-04-2005

US 4870342 A	26-09-1989	BR 8904996 A CN 1041821 A DE 68908067 D1 DE 68908067 T2 EP 0363116 A2 JP 2843067 B2 JP H02156102 A MX 163604 B US 4870342 A	08-05-1990 02-05-1990 09-09-1993 03-03-1994 11-04-1990 06-01-1999 15-06-1990 04-06-1992 26-09-1989

EP 2889574 A1	01-07-2015	CN 104685315 A EP 2889574 A1 JP 5718485 B2 JP WO2014050782 A1 US 2015276370 A1 WO 2014050782 A1	03-06-2015 01-07-2015 13-05-2015 22-08-2016 01-10-2015 03-04-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/074432

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01B13/02 G01B13/22 G01F25/00 G01B7/06 B81C99/00
 ADD. G01F1/84

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01B G01F B81C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2010 029645 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Dezember 2011 (2011-12-08) Absätze [0001], [0003], [0006], [0036]; Abbildungen 2, 5 -----	1-12
Y	US 2005/075800 A1 (BATZINGER THOMAS [US] ET AL) 7. April 2005 (2005-04-07) Absätze [0006], [0019]; Abbildung 1 -----	1-12
A	US 4 870 342 A (SCOTT PAUL F [US]) 26. September 1989 (1989-09-26) Spalte 1, Zeile 27 - Zeile 37 -----	1-12
A	EP 2 889 574 A1 (NIHON YAMAMURA GLASS CO LTD [JP]) 1. Juli 2015 (2015-07-01) Absatz [0003] -----	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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. Dezember 2016	03/01/2017

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 Nierhaus, Thomas
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/074432

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010029645 A1	08-12-2011	DE 102010029645 A1	08-12-2011
		US 2011296917 A1	08-12-2011

US 2005075800 A1	07-04-2005	CA 2538304 A1	21-04-2005
		CN 1879015 A	13-12-2006
		EP 1678487 A1	12-07-2006
		JP 4740855 B2	03-08-2011
		JP 2007506096 A	15-03-2007
		KR 20060080204 A	07-07-2006
		US 2005075800 A1	07-04-2005
		WO 2005036152 A1	21-04-2005

US 4870342 A	26-09-1989	BR 8904996 A	08-05-1990
		CN 1041821 A	02-05-1990
		DE 68908067 D1	09-09-1993
		DE 68908067 T2	03-03-1994
		EP 0363116 A2	11-04-1990
		JP 2843067 B2	06-01-1999
		JP H02156102 A	15-06-1990
		MX 163604 B	04-06-1992
		US 4870342 A	26-09-1989

EP 2889574 A1	01-07-2015	CN 104685315 A	03-06-2015
		EP 2889574 A1	01-07-2015
		JP 5718485 B2	13-05-2015
		JP WO2014050782 A1	22-08-2016
		US 2015276370 A1	01-10-2015
		WO 2014050782 A1	03-04-2014
