

(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  
2. Februar 2017 (02.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/016757 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01L 9/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/064378

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Juni 2016 (22.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 112 408.4 29. Juli 2015 (29.07.2015) DE

(71) Anmelder: **ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG** [DE/DE]; Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder: **JEHLE, Max**; Georg-Kerner-Str. 19, 79664 Wehr (DE). **PAROTTO, Davide**; Freiburgerstrasse 32, 79576 Weil am Rhein (DE). **UEHLIN, Thomas**; Weiermattstr. 33, 79650 Schopfheim (DE).

(74) **Anwalt: ANDRES, Angelika**; Colmarer Str. 6, Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, 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, 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, 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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** PRESSURE SENSOR AND METHOD FOR MONITORING A PRESSURE SENSOR

(54) **Bezeichnung :** DRUCKSENSOR UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES DRUCKSENSORS

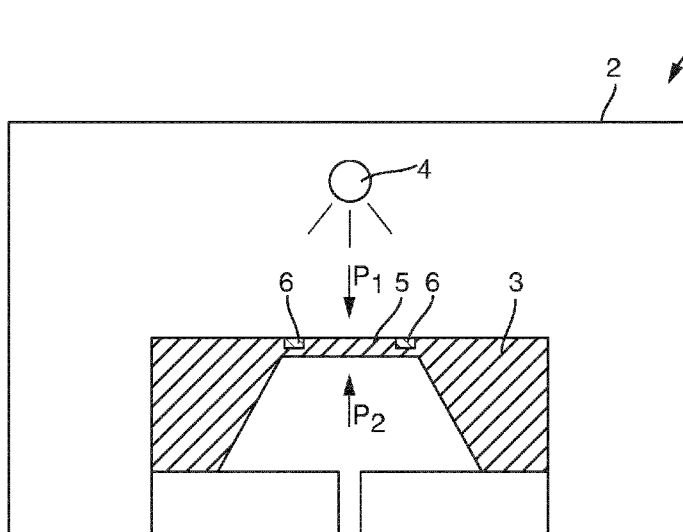


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a pressure sensor (1) for determining a pressure measurement variable, comprising at least one housing (2), a pressure sensor element (3) which is arranged in the housing (2), a lighting means (4) which is likewise arranged in the housing (2), and a control/analysis unit (8). The pressure sensor element (3) has a semiconductor material and a measuring membrane, and a first pressure ( $P_1$ ) is applied on a first face of the measuring membrane (5) and a second pressure ( $P_2$ ) is applied on a second face of the measuring membrane (5) such that the measuring membrane (5) undergoes a pressure-dependent deflection. The measuring membrane (5) has at least one integrated resistance element (6), and the control/analysis unit (8) ascertains an electric signal (10) by means of the integrated resistance element (6) in order to determine pressure measurement variables. The lighting means (4) optically excites the pressure sensor element (3), in particular the at least one integrated resistance element (6), and the control/analysis unit (8) ascertains the presence of a malfunction of the pressure sensor (1)

using a change in the electric signal (10) resulting from the optical excitation.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/016757 A1



---

Drucksensor (1) zum Bestimmen einer Druckmessgröße, umfassend zumindest ein Gehäuse (2), ein in dem Gehäuse (2) angeordnetes Drucksensorelement (3), ein ebenfalls in dem Gehäuse (2) angeordnetes Leuchtmittel (4), sowie eine Regel-/Auswerteeinheit (8), wobei das Drucksensorelement (3) ein Halbleitermaterial und eine Messmembran aufweist, wobei an einer ersten Seite der Messmembran (5) ein erster Druck ( $P_1$ ) und an einer zweiten Seite der Messmembran (5) ein zweiter Druck ( $p_2$ ) angelegt ist, sodass die Messmembran (5) eine druckabhängige Auslenkung erfährt, wobei die Messmembran (5) zumindest ein integriertes Widerstandselement (6) aufweist und die Regel-/Auswerteeinheit (8) mit Hilfe des integrierten Widerstandselements (6) ein elektrisches Signal (10) zur Druckmessgrößen Bestimmung ermittelt, wobei durch das Leuchtmittel (4) eine optische Anregung des Drucksensorelementes (3), insbesondere des zumindest einen integrierten Widerstandselements (6), erfolgt und die Regel- /Auswerteeinheit (8) anhand einer aufgrund der optischen Anregung hervorgerufenen Änderung des elektrischen Signals (10) ermittelt, ob eine Fehlfunktion des Drucksensors (1) vorliegt.

## Drucksensor und Verfahren zum Überwachen eines Drucksensors

Die Erfindung bezieht sich auf einen Drucksensor zur Bestimmung einer Druckmessgröße sowie ein Verfahren zum Überwachen eines solchen Drucksensors.

Drucksensoren dienen zur Erfassung von Drücken und werden gerne in der industriellen Messtechnik, bspw. zur Füllstandsmessung oder zur Durchflussmessung verwendet. Dabei kommen je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Ausprägungen von Drucksensoren zum Einsatz. So kann ein Drucksensor bspw. als Absolutdrucksensor, als Relativdrucksensor oder auch als Differenzdrucksensor ausgebildet sein. Vom Prinzip her sind jedoch alle Drucksensoren gleich aufgebaut und umfassen typischerweise ein Gehäuse in dem ein Drucksensorelement angeordnet ist. In der Druckmesstechnik werden gerne Halbleiter-Drucksensorelemente, bspw. auf Silizium basierende Drucksensorelemente, eingesetzt. Die Halbleiter-Drucksensorelemente weisen dabei eine Messmembran auf, welche in ihrem Randbereich typischerweise vier Widerstandselemente integriert hat. Die Messmembran wird auf ihrer ersten Seite mit einem ersten Druck und auf ihrer zweiten Seite mit einem zweiten Druck beaufschlagt, sodass die beiden Drücke eine Auslenkung der Messmembran hervorrufen. Die druckabhängige Auslenkung der Messmembran wird über die integrierten Widerstandselemente erfasst und ausgewertet, sodass eine Druckmessgröße ausgegeben werden kann. In Abhängigkeit davon, ob es sich um einen Relativdrucksensor, einen Absolutdrucksensor oder einen Differenzdrucksensor handelt, wird die Messmembran mit den entsprechenden beiden Drücken beaufschlagt.

In dem Fall, dass der Drucksensor als Absolutdrucksensor ausgebildet ist, wird eine der beiden Seiten der Messmembran einem Vakuum ausgesetzt und der anderen Seite der Messmembran wird ein zu messender Mediendruck zugeführt. Der Absolutdrucksensor misst somit den Absolutdruck, also den zu messenden Mediendruck im Vergleich zu dem Vakuum als Referenzdruck.

In dem Fall, dass der Drucksensor als Relativdrucksensor ausgebildet ist, wird eine der beiden Seiten der Messmembran einem atmosphärischen Luftdruck als Referenzdruck ausgesetzt und der anderen Seite der Messmembran wird ein zu messender Mediendruck zugeführt. Der Relativdrucksensor misst somit  
5 einen Relativdruck, also den zu messenden Mediendruck im Vergleich zu dem atmosphärischen Luftdruck.

In dem Fall, dass der Drucksensor als Differenzdrucksensor ausgebildet ist, wird einer der beiden Seiten der Messmembran ein erster zu messender  
10 Mediendruck und der anderen Seite der Messmembran ein zweiter zu messender Mediendruck zugeführt. Der Differenzdrucksensor misst somit einen Differenzdruck, also die Differenz der beiden Mediendrucke.

Im alltäglichen Messbetrieb kommt es immer wieder zu Störungen bis hin zu  
15 Ausfällen von solchen Drucksensoren. Daneben weisen derartige Drucksensoren das Problem auf, dass sie einem Drift, bspw. durch Ablagerungen oder Alterung, unterliegen, der dazu führt, dass möglicherweise eine verfälschte Druckmessgröße ermittelt wird.

Um ein derartiges ungewolltes Verhalten der Drucksensoren zu erkennen ist es  
20 notwendig, dass der Sensor während des Messbetriebs überwacht bzw. kontrolliert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Lösungsweg aufzuzeigen,  
25 auf welchem eine Überwachung bzw. Kontrolle eines Drucksensors ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Drucksensor sowie ein  
Verfahren zum Überwachen eines Drucksensors gelöst.

30

Hinsichtlich des Drucksensors wird die Aufgabe durch einen Drucksensor zum Bestimmen einer Druckmessgröße gelöst, umfassend zumindest ein Gehäuse, ein in dem Gehäuse angeordnetes Drucksensorelement, ein ebenfalls in dem Gehäuse angeordnetes Leuchtmittel, sowie eine Regel-

/Auswerteeinheit, wobei das Drucksensorelement ein Halbleitermaterial und eine Messmembran aufweist, wobei an einer ersten Seite der Messmembran (5) ein erster Druck ( $p_1$ ) und an einer zweiten Seite der Messmembran (5) ein zweiter Druck ( $p_2$ ) angelegt ist, sodass die Messmembran eine

5 druckabhängige Auslenkung erfährt, wobei die Messmembran zumindest ein integriertes Widerstandselement aufweist und die Regel-/Auswerteeinheit mit Hilfe des integrierten Widerstandselements ein elektrisches Signal zur Druckmessgrößen Bestimmung ermittelt, wobei durch das Leuchtmittel eine optische Anregung des Drucksensorelementes, insbesondere des zumindest

10 einen integrierten Widerstandselements, erfolgt und die Regel-/Auswerteeinheit anhand einer aufgrund der optischen Anregung hervorgerufenen Änderung des elektrischen Signals ermittelt, ob eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt.

15 Erfindungsgemäß wird der als Photoleitung bezeichneter Effekt dazu ausgenutzt, eine Diagnose bzw. Überwachung eines Drucksensors zu ermöglichen. Unter Photoleitung wird ein dem inneren photoelektrischer Effekt zugeordneter Effekt verstanden, bei dem die Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit von Halbleitermaterialien aufgrund der Bildung von

20 ungebundenen Elektron-Loch-Paaren bei Bestrahlung erfolgt. Aufgrund der Bestrahlung des Drucksensorelements, welches ein Halbleitermaterial und eine Messmembran mit wenigstens einem integrierten Widerstandselement umfasst, wird der jeweilige messbare elektrische Widerstand des Widerstandselementes und somit auch ein elektrisches Signal, bspw. ein

25 Brückenspannungssignal, verändert. Anhand dieser Änderung kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ermittelt werden, ob eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt. Typische Fehlfunktionen, die so ermittelbar sind bspw. ein Drift der Widerstandselemente und/oder ein Bruch bzw. Riss der Messmembran.

30 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucksensors sieht vor, dass in dem Fall, dass eine Fehlfunktion vorliegt, der Drucksensor ein Warnsignal ausgibt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucksensors sieht vor, dass die optische Anregung mehrere optische Einzelimpulse umfasst.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucksensors sieht vor, dass die optische Anregung des Drucksensorelementes, insbesondere des integrierten Widerstandselements, nach einer definierten bzw. einer festgelegten Zeitspanne erfolgt.

10 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucksensors sieht vor, dass die Messmembran weitere integrierte Widerstandselemente aufweist und jeweils ein Leuchtmittel für jedes weitere Widerstandselement vorgesehen ist.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drucksensors sieht vor, dass das Leuchtmittel eine Leuchtdiode ist.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Überwachen eines Drucksensors gelöst, wobei der Drucksensor ein Drucksensorelement umfasst, welches ein Halbleitermaterial und eine  
20 Messmembran mit wenigstens einem integrierten Widerstandselement aufweist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Optische Anregung des zumindest einen integrierten Widerstandselementes;
- Erfassen einer aufgrund der optischen Anregung hervorgerufenen  
25 Änderung eines elektrischen Signals;
- Ermitteln, ob aufgrund der erfassten Änderung des elektrischen Signals eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt.

30 Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass zur Ermittlung, ob aufgrund der erfassten Änderung des elektrischen Signals eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt, die erfasste Änderung des elektrischen Signals mit einem Erwartungswert verglichen wird und wobei in dem Fall, dass die erfasste Änderung des elektrischen Signals außerhalb eines

Toleranzbereiches um den Erwartungswert liegt, die Fehlfunktion des Drucksensors festgestellt wird.

5 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass zur optischen Anregung mehrere optische Einzelimpulse verwendet werden und zur Erfassung der Änderung des elektrischen Signals mehrere elektrische Einzelsignalwerte erfasst werden. Insbesondere sieht die Ausführungsform vor, dass die Änderung des elektrischen Signals durch eine Mittelwertbildung der erfassten mehreren elektrischen Einzelsignalwerte ermittelt wird.

10

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass in dem Fall, dass eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt, ein Warnsignal ausgegeben wird.

15

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die optische Anregung in regelmäßigen Abständen während des Messbetriebes durchgeführt wird.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass ein zeitlicher Verlauf der Änderung des elektrischen Signals erfasst wird und anhand des zeitlichen Verlaufs die Fehlfunktion des Drucksensors festgestellt wird.

25

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass das Drucksensorelement mehrere integrierte Widerstandselemente aufweist und eine selektive optische Anregung jedes der integrierten Widerstandselemente durchgeführt wird, und wobei für jedes der integrierten Widerstandselemente eine Änderung eines jeweiligen elektrischen Signals erfasst wird und ermittelt wird, ob aufgrund der jeweils erfassten Änderung des elektrischen Signals eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt.

30

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Drucksensors,

Fig. 2: ein schematisches Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Drucksensors, und

Fig. 3: eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

5

Fig. 4: eine experimentell ermittelte Messkurve.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Drucksensors 1. Dieser umfasst ein Gehäuse 2, ein in dem Gehäuse 2 angeordnetes Drucksensorelement 3 und ein ebenfalls in dem Gehäuse  
10 angeordnetes Leuchtmittel 4.

Das in das Gehäuse 2 eingebrachte Drucksensorelement 3 weist ein Halbleitermaterial, vorzugsweise Silizium, auf. In das Drucksensorelement 3 ist eine Messmembran 5, bspw. durch einen Ätzprozess, eingebracht. Zur  
15 Bestimmung einer Druckmessgröße wird, bspw. wenn der Drucksensor 1 als Relativdrucksensor ausgebildet ist, der Messmembran 5 an einer ersten Seite ein erster Druck  $p_1$ , bspw. ein Atmosphärendruck, und an einer zweiten Seite ein zweiter Druck  $p_2$ , bspw. ein zu messender Mediendruck, zugeführt.

20

Zur Erfassung einer durch Anlegen der Drücke  $p_1$  und  $p_2$  erzeugten druckabhängigen Auslenkung umfasst die Messmembran wiederum vier Widerstandselemente 6, die bspw. durch Dotieren des Halbleitermaterials erzeugt werden. Die auf diese Weise in die Messmembran 5 integrierten  
25 Widerstandselemente 6 sind typischerweise im Randbereich der Messmembran 5 angeordnet, um die druckabhängige Auslenkung der Messmembran 5 in Form einer Widerstandsänderung zu erfassen. Basierend auf den Widerstandsänderungen der Widerstandselemente 6 kann der Drucksensor 1 eine Druckmessgröße ermitteln bzw. ausgeben.

30

Fig. 1 zeigt somit einen Relativdrucksensor. Die Erfindung ist jedoch im gleichen Maße auch auf einen Absolutdruck- oder Differenzdrucksensor übertragbar.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Drucksensors 1, welcher neben dem Leuchtmittel 4 mit entsprechender Leuchtmittelansteuereinheit 7, den Widerstandselementen 6 zusätzlich eine Regel-/Auswerteeinheit 8 umfasst. Die Widerstandselemente 6 sind zu einer Wheatstone-Brücke 9 verschaltet und die Regel-/Auswerteeinheit 8 dient typischerweise zur Erfassung eines die Widerstandswerte repräsentierenden elektrischen Signals 10, bspw. dem Brückenspannungssignal  $U_B$ . Anhand des erfassten elektrischen Signals 10, in dem dargestellten Fall der Brückenspannung  $U_B$ , ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 8 eine Druckmessgröße.

Zusätzlich ist die Regel-/Auswerteeinheit 8 dazu ausgelegt, das in Fig. 3 schematisch dargestellte und nachstehend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren gemäß folgender Verfahrensschritte auszuführen:

15

- Optische Anregung der integrierten Widerstandselemente 100 durch zumindest ein Leuchtmittel, welches bspw. eine Leuchtdiode ist. Die optische Anregung kann dabei durch ein einziges oder selektiv über mehrere Leuchtmittel, vorzugsweise jeweils ein Leuchtmittel für ein Widerstandselement, erfolgen. Von Vorteil hat es sich erwiesen, wenn das Leuchtmittel gepulst wird, d.h. die jeweilige optische Anregung erfolgt durch eine Vielzahl an optischen Einzelimpulsen, welche unmittelbar aufeinander folgen.
  - Erfassung einer aufgrund der optischen Anregung hervorgerufenen Änderung des elektrischen Signals 101, wobei in dem Fall, dass jeweils ein Leuchtmittel 4 für ein Widerstandselement 6 und somit eine selektive optische Anregung der Widerstandselemente 6 erfolgt, wird vorzugsweise jeweils ein elektrisches Signal 10 von jedem der Widerstandselemente 6 erfasst.
- In dem Fall, das die optische Anregung durch mehrere Einzelimpulse erzeugt wird, ist es vorteilhaft die Änderung des elektrischen Signals durch eine Mittelwertbildung der erfassten Einzelsignalwerte zu bestimmen.

30

- Ermitteln, ob aufgrund der erfassten Änderung des elektrischen Signals 10 bzw. der erfassten Änderungen der jeweiligen elektrischen Signale eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt 102. Hierfür wird die erfasste Änderung des elektrischen Signals mit einem Erwartungswert verglichen. In dem Fall, dass die erfasste Änderung des elektrischen Signals 10 außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches, welcher um den Erwartungswert liegt, eine Fehlfunktion des Drucksensors festgestellt wird. Als Erwartungswerte können bspw. theoretisch ermittelte Werte dienen, die sich durch den photoelektrischen Effekt, insbesondere den zuvor beschriebenen Photoleitungseffekt, herleiten lassen. Alternativ können zuvor experimentell bestimmte Werte als Erwartungswerte dienen.
- Ausgeben eines Warnsignales 103, wenn eine Fehlfunktion des Drucksensors ermittelt wurde.

Fig. 4 zeigt eine experimentell ermittelte Messkurve. Hierbei wurde ein Relativdrucksensor bei unterschiedlichen Drücken ( $p = 0 - 40$  bar) und unterschiedlichen Temperaturen ( $T = -20^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ ) betrieben. Die optische Anregung erfolgte durch eine Vielzahl von optischen Einzelimpulsen bei den entsprechenden Drücken und Temperaturen. Erfasst wurde die Änderung bzw. Abweichung des elektrischen Signals über eine Mittelwertbildung der erfassten mehreren Einzelsignalwerte, wobei die Änderung bzw. Abweichung die Differenz des elektrischen Signals mit optischer Anregung und dem elektrischen Signal ohne optische Anregung ist.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, zeigt das erfasste elektrische Signal 10 eine Änderung, welche auf die optische Anregung zurückzuführen ist. Ebenfalls ersichtlich aus Fig. 4 ist, dass eine Temperatur- und Druckabhängigkeit des elektrischen Signals 10 vorliegt, welche ggf. noch kompensiert werden muss, bevor eine Fehlfunktion des Drucksensors 1 ermittelbar ist. Liegt nun trotz einer möglichen Temperatur- und Druckkompensation eine über den Toleranzbereich hinausgehende Änderung des elektrischen Signals vor, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass eine

Fehlfunktion, bspw. ein Drift der Widerstandselemente 6 und/oder ein Membranbruch bzw. Membranriss vorliegt.

**Bezugszeichenliste**

1	Drucksensor
2	Gehäuse
3	Drucksensorelement
4	Leuchtmittel
5	Messmembran
6	Widerstandselement
7	Leuchtmittelansteuereinheit
8	Regel-/Auswerteeinheit
9	Wheatstone-Brücke
10	Elektrisches Signal
$p_1$	Erster Druck
$p_2$	Zweiter Druck
$U_B$	Brückenspannung

## Patentansprüche

1. Drucksensor (1) zum Bestimmen einer Druckmessgröße, umfassend  
zumindest ein Gehäuse (2), ein in dem Gehäuse (2) angeordnetes  
5 Drucksensorelement (3), ein ebenfalls in dem Gehäuse (2) angeordnetes  
Leuchtmittel (4), sowie eine Regel-/Auswerteeinheit (8), wobei das  
Drucksensorelement (3) ein Halbleitermaterial und eine Messmembran  
aufweist, wobei an einer ersten Seite der Messmembran (5) ein erster Druck  
( $p_1$ ) und an einer zweiten Seite der Messmembran (5) ein zweiter Druck ( $p_2$ )  
10 angelegt ist, sodass die Messmembran (5) eine druckabhängige Auslenkung  
erfährt, wobei die Messmembran (5) zumindest ein integriertes  
Widerstandselement (6) aufweist und die Regel-/Auswerteeinheit (8) mit Hilfe  
des integrierten Widerstandselements (6) ein elektrisches Signal (10) zur  
Druckmessgrößen Bestimmung ermittelt, wobei durch das Leuchtmittel (4)  
15 eine optische Anregung des Drucksensorelementes (3), insbesondere des  
zumindest einen integrierten Widerstandselements (6), erfolgt und die Regel-  
/Auswerteeinheit (8) anhand einer aufgrund der optischen Anregung  
hervorgerufenen Änderung des elektrischen Signals (10) ermittelt, ob eine  
Fehlfunktion des Drucksensors (1) vorliegt.  
20
2. Drucksensor nach Anspruch 1, wobei in dem Fall, dass eine Fehlfunktion  
vorliegt, der Drucksensor (1) ein Warnsignal ausgibt.
3. Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die optische Anregung  
25 mehrere optische Einzelimpulse umfasst.
4. Drucksensor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei  
die optische Anregung des Drucksensorelementes (3), insbesondere des  
integrierten Widerstandselements (6), nach einer definierten bzw. festgelegten  
30 Zeitspanne erfolgt.
5. Drucksensor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei  
die Messmembran (5) weitere integrierte Widerstandselemente (6) aufweist  
und jeweils ein Leuchtmittel (4) für jedes weitere Widerstandselement (6)  
35 vorgesehen ist.

6. Drucksensor nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Leuchtmittel (4) eine Leuchtdiode ist.

7. Verfahren zum Überwachen eines Drucksensors (1), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Drucksensor (1) ein Drucksensorelement (3) umfasst, welches ein Halbleitermaterial und eine Messmembran (5) mit wenigstens einem integrierten Widerstandselement (6) aufweist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Optische Anregung des zumindest einen integrierten Widerstandselementes (100);
- Erfassen einer aufgrund der optischen Anregung hervorgerufenen Änderung eines elektrischen Signals (101);
- Ermitteln, ob aufgrund der erfassten Änderung des elektrischen Signals eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt (102).

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei zur Ermittlung, ob aufgrund der erfassten Änderung des elektrischen Signals eine Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt (102), die erfasste Änderung des elektrischen Signals (10) mit einem Erwartungswert verglichen wird und wobei in dem Fall, dass die erfasste Änderung des elektrischen Signals (10) außerhalb eines Toleranzbereiches um den Erwartungswert liegt, die Fehlfunktion des Drucksensors (1) festgestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei zur optischen Anregung (100) mehrere optische Einzelimpulse verwendet werden und zur Erfassung der Änderung des elektrischen Signals mehrere elektrische Einzelsignalwerte erfasst werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Änderung des elektrischen Signals (10) durch eine Mittelwertbildung der erfassten mehreren elektrischen Einzelsignalwerte ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei in dem Fall, dass eine Fehlfunktion des Drucksensors (1) vorliegt, ein Warnsignal ausgegeben wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die optische Anregung (100) in regelmäßigen Abständen während des Messbetriebes durchgeführt wird.

5 13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei ein zeitlicher Verlauf der Änderung des elektrischen Signals erfasst wird und anhand des zeitlichen Verlaufs die Fehlfunktion des Drucksensors festgestellt wird.

10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei das Drucksensorelement mehrere integrierte Widerstandselemente aufweist und eine selektive optische Anregung jedes der integrierten Widerstandselemente durchgeführt wird, und wobei für jedes der integrierten Widerstandselemente eine Änderung eines elektrischen Signals (101) erfasst wird und ermittelt wird, ob aufgrund der jeweils erfassten Änderung des elektrischen Signals eine  
15 Fehlfunktion des Drucksensors vorliegt (102).

1/2

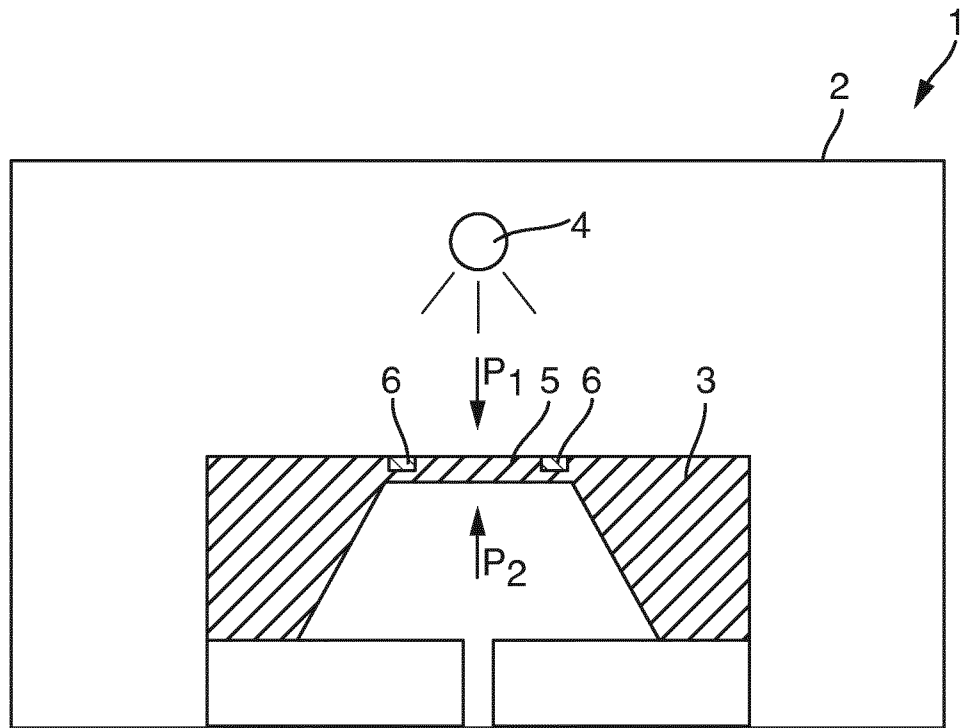


Fig. 1

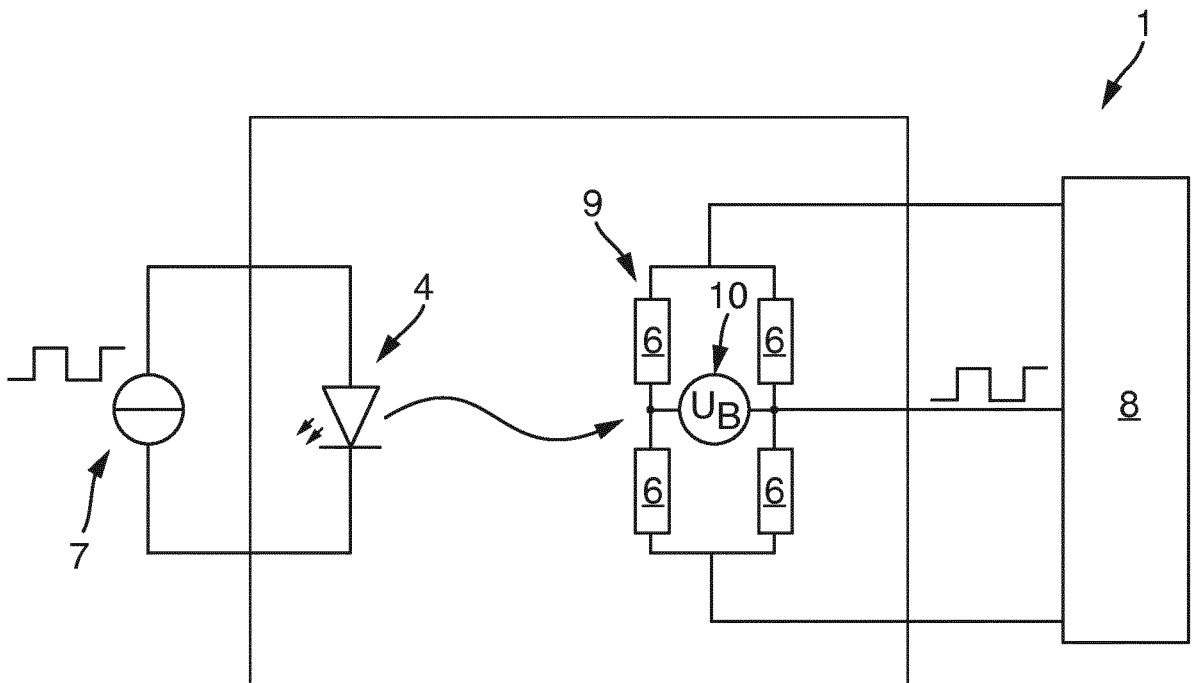


Fig. 2

2/2

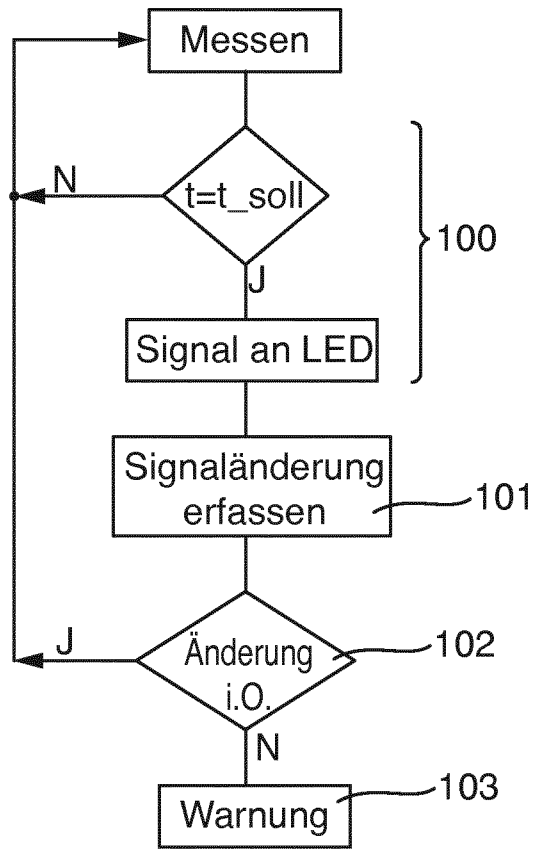


Fig. 3

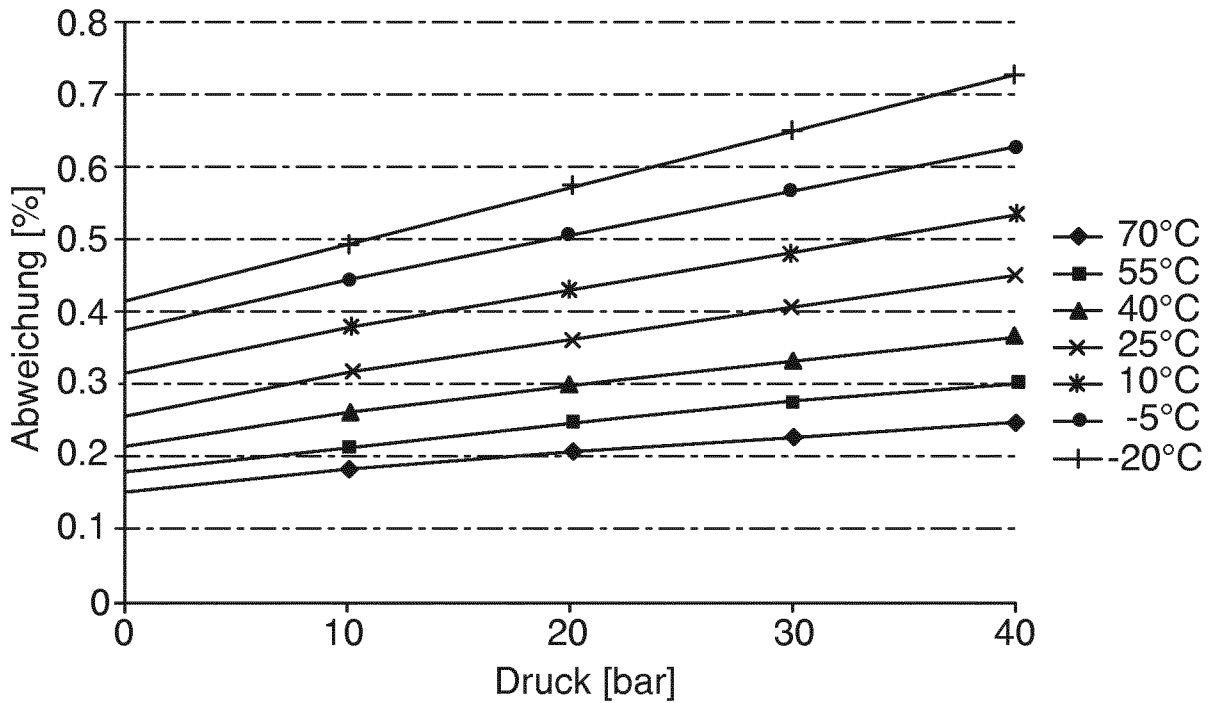


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/064378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01L9/00  
ADD.  
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 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.
X Y	US 3 714 829 A (GILBERT P) 6 February 1973 (1973-02-06) abstract column 1 - column 14 figures 1-14	1,3-10, 12,13 2,11,14
X Y	GB 2 039 414 A (NISSAN MOTOR) 6 August 1980 (1980-08-06) abstract page 1 - page 3 figures 1-7	1,7 2,11,14
X	US 5 101 664 A (HOCKADAY BRUCE D [US] ET AL) 7 April 1992 (1992-04-07) abstract column 1 - column 5 figures 1-7	1,7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <b>16 September 2016</b>	Date of mailing of the international search report <b>23/09/2016</b>
---	---

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 <b>Ridha, Philipp</b>
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/064378

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 185 106 A (GEN ELECTRIC CO PLC) 8 July 1987 (1987-07-08) abstract page 1 - page 4 figures 1-6	1,7
X	----- US 4 631 401 A (PARKHURST LARRY E [US] ET AL) 23 December 1986 (1986-12-23) abstract column 1 - column 20 figures 1-21 -----	1,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/064378
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3714829	A	06-02-1973	NONE
-----			
GB 2039414	A	06-08-1980	DE 3000364 A1 17-07-1980
			FR 2446471 A1 08-08-1980
			GB 2039414 A 06-08-1980
			JP S5595373 A 19-07-1980
			JP S6153873 B2 19-11-1986
			US 4315236 A 09-02-1982
-----			
US 5101664	A	07-04-1992	NONE
-----			
GB 2185106	A	08-07-1987	EP 0232610 A2 19-08-1987
			GB 2185106 A 08-07-1987
			JP S62195531 A 28-08-1987
			US 4772786 A 20-09-1988
-----			
US 4631401	A	23-12-1986	AU 4400685 A 31-12-1985
			CA 1232649 A 09-02-1988
			DE 3590229 T1 15-05-1986
			EP 0187152 A1 16-07-1986
			GB 2176597 A 31-12-1986
			JP S61502349 A 16-10-1986
			US 4631401 A 23-12-1986
			WO 8505697 A1 19-12-1985
			ZA 8503925 B 26-03-1986
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01L9/00 ADD.		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 714 829 A (GILBERT P) 6. Februar 1973 (1973-02-06)	1,3-10, 12,13
Y	Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 14 Abbildungen 1-14	2,11,14
X	----- GB 2 039 414 A (NISSAN MOTOR) 6. August 1980 (1980-08-06)	1,7
Y	Zusammenfassung Seite 1 - Seite 3 Abbildungen 1-7	2,11,14
X	----- US 5 101 664 A (HOCKADAY BRUCE D [US] ET AL) 7. April 1992 (1992-04-07)	1,7
	Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 5 Abbildungen 1-7 ----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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
16. September 2016		23/09/2016
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  Ridha, Philipp

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 185 106 A (GEN ELECTRIC CO PLC) 8. Juli 1987 (1987-07-08) Zusammenfassung Seite 1 - Seite 4 Abbildungen 1-6	1,7
X	----- US 4 631 401 A (PARKHURST LARRY E [US] ET AL) 23. Dezember 1986 (1986-12-23) Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 20 Abbildungen 1-21 -----	1,7

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/064378

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3714829	A	06-02-1973	KEINE
GB 2039414	A	06-08-1980	DE 3000364 A1 17-07-1980 FR 2446471 A1 08-08-1980 GB 2039414 A 06-08-1980 JP S5595373 A 19-07-1980 JP S6153873 B2 19-11-1986 US 4315236 A 09-02-1982
US 5101664	A	07-04-1992	KEINE
GB 2185106	A	08-07-1987	EP 0232610 A2 19-08-1987 GB 2185106 A 08-07-1987 JP S62195531 A 28-08-1987 US 4772786 A 20-09-1988
US 4631401	A	23-12-1986	AU 4400685 A 31-12-1985 CA 1232649 A 09-02-1988 DE 3590229 T1 15-05-1986 EP 0187152 A1 16-07-1986 GB 2176597 A 31-12-1986 JP S61502349 A 16-10-1986 US 4631401 A 23-12-1986 WO 8505697 A1 19-12-1985 ZA 8503925 B 26-03-1986