



(10) **DE 11 2015 001 099 T5** 2016.12.01

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/133101**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 099.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/001017**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.02.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **11.09.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **01.12.2016**

(51) Int Cl.: **G01L 9/00 (2006.01)**
H01L 29/84 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-040485 **03.03.2014** **JP**

(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

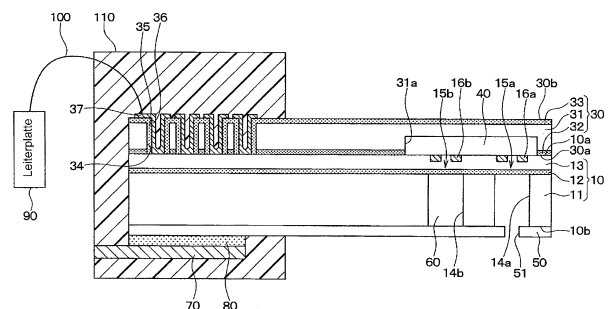
(74) Vertreter:
Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE

(72) Erfinder:
Oono, Kazuyuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Drucksensor**

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksensor enthält: ein erstes Substrat (10), das erste und zweite Membranen (15a, 15b) auf einer Oberfläche aufweist, die durch erste und zweite Vertiefungen (14a, 14b) auf einer anderen Oberfläche bereitgestellt werden; erste und zweite Erfassungselemente (16a, 16b) auf den ersten und zweiten Membranen; ein zweites Substrat (30), das eine erste Bezugsdruckkammer (40) mit der einen Oberfläche des ersten Substrats bereitstellt; ein drittes Substrat (50), das eine zweite Bezugsdruckkammer (60) bereitstellt, die die zweite Vertiefung abdichtet; und einen Rechner (90), der einen Offset durch eine Differenz zwischen Bezugs- und Inspektionssignalen berechnet und den Druck des Messmediums durch eine Differenz zwischen dem Erfassungssignal und dem Offset-Wert erfasst. Das erste Erfassungselement gibt das Erfassungs- oder Inspektionssignal entsprechend einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Bezugsdruck und einem Bezugsmediumdruck oder einem Messmediumdruck in der ersten Vertiefung aus. Das zweite Erfassungselement gibt das Bezugssignal entsprechend einer Differenz zwischen dem ersten und zweiten Bezugsdruck aus.



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF
BETREFFENDE ANMELDUNG**

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der am 03. März 2014 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2014-40485, deren Offenbarung hiermit durch Bezugnahme darauf enthalten ist.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drucksensor, der ausgelegt ist, einen Druck eines Messmediums entsprechend einer Verformung einer Membran zu erfassen.

STAND DER TECHNIK

[0003] Als ein Drucksensor dieser Art ist ein Drucksensor bekannt, der eine Kappe enthält, die auf einem Substrat angeordnet ist, das eine Membran aufweist (siehe beispielsweise Patentliteratur 1).

[0004] Insbesondere weist das Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, in diesem Drucksensor auf der zweiten Oberfläche eine Vertiefung auf. Die Membran ist zwischen der Bodenfläche der Vertiefung und der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet. Die Membran weist eine erste Oberfläche auf, die mehrere Messwiderstände aufweist, die eine Brückenschaltung bilden. Die Kappe ist auf der ersten Oberfläche des Substrats derart angeordnet, dass die Messwiderstände abgedichtet werden und eine Bezugsdruckkammer zwischen der Kappe und der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet ist.

[0005] Wenn ein Messmedium in die Vertiefung, die in dem Substrat des derart aufgebauten Drucksensors angeordnet ist, eingeführt wird, wird die Membran entsprechend einem Differenzdruck zwischen einem Druck des Messmediums und einem Druck in der Bezugsdruckkammer verformt. Die Messwiderstände, die auf der Membran angeordnet sind, werden verformt und bewirken eine Änderung einer Ausgangsspannung der Brückenschaltung und bewirken, dass ein Sensorsignal entsprechend dem Differenzdruck ausgegeben wird.

[0006] In dem Drucksensor haften jedoch Fremtteilchen aus dem Messmedium möglicherweise an einem Abschnitt der Membran, der zu dem Messmedium freiliegt. Die Fremtteilchen, die an diesem Abschnitt anhaften, verringern den Druck, der auf die Membran ausgeübt wird, womit ein tatsächlicher Druck des Messmediums verringert wird. Mit anderen Worten, die Fremtteilchen schränken eine Verformung der Membran ein. Dieser Drucksensor weist somit das Problem auf, dass sich die Erfassungsge-

naugkeit verschlechtert, wenn Fremtteilchen an einem Abschnitt der Membran anhaften, der zu dem Messmedium freiliegt.

LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK**PATENTLITERATUR****[0007]**

Patentliteratur 1: JP 2010-151469 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Drucksensor zu schaffen, der ausgelegt ist, eine Verschlechterung der Erfassungsgenauigkeit einzuschränken bzw. zu verhindern.

[0009] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Drucksensor: ein erstes Substrat, das eine Oberfläche und eine andere Oberfläche, die der einen Oberfläche gegenüberliegt, aufweist und eine erste Membran auf der einen Oberfläche enthält, die durch eine erste Vertiefung auf der anderen Oberfläche bereitgestellt wird; ein erstes Erfassungselement, das in der ersten Membran auf der einen Oberfläche angeordnet ist; und ein zweites Substrat, das auf der einen Oberfläche des ersten Substrats angeordnet ist und eine erste Bezugsdruckkammer bereitstellt, die zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat angeordnet ist und einen ersten Bezugsdruck auf die eine Oberfläche der ersten Membran ausübt. Das erste Erfassungselement gibt ein Erfassungssignal entsprechend einer Druckdifferenz zwischen einem Druck eines Messmediums, das in die erste Vertiefung eingeführt ist, und dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer aus. Das erste Substrat enthält eine zweite Membran auf der einen Oberfläche, die durch eine zweite Vertiefung auf der anderen Oberfläche bereitgestellt wird. Die erste Bezugsdruckkammer übt einen ersten Bezugsdruck auf die eine Oberfläche der zweiten Membran zusammen mit der einen Oberfläche der ersten Membran aus. Der Drucksensor enthält außerdem: ein drittes Substrat, das an der anderen Oberfläche des ersten Substrats angebracht ist und eine zweite Bezugsdruckkammer enthält, die die zweite Vertiefung abdichtet und einen zweiten Bezugsdruck auf die andere Oberfläche der zweiten Membran ausübt; ein zweites Erfassungselement, das in der zweiten Membran auf der einen Oberfläche angeordnet ist und ein Bezugssignal entsprechend einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer und dem zweiten Bezugsdruck in der zweiten Bezugsdruckkammer ausgibt; und einen Rechner, der einen Offset-Wert bzw. Versatzwert durch Berechnen eines Differenzwerts zwischen dem Bezugssignal und einem Inspektionssignal, das von dem ersten Erfassungselement entsprechend einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Bezugsdruck in

der ersten Bezugsdruckkammer und einem Druck eines Bezugsmediums, der sich von dem Druck des Messmediums, das in die erste Vertiefung einzuführen ist, unterscheidet, ausgegeben wird, berechnet und den Druck des Messmediums entsprechend einem Differenzwert zwischen dem Erfassungssignal und dem Offset-Wert erfasst.

[0010] Sogar in einem Fall, in dem Fremdteilchen an der ersten Membran anhaften, hebt der Drucksensor einen Einfluss der Fremdteilchen durch die Berechnung des Differenzwerts zwischen dem Erfassungssignal und dem Offset-Wert auf und beschränkt bzw. verhindert somit eine Verschlechterung der Erfassungsgenauigkeit.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen deutlich. Es zeigen:

[0012] Fig. 1 eine Teilschnittansicht eines Drucksensors gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0013] Fig. 2 eine Draufsicht auf ein erstes Substrat, das in Fig. 1 dargestellt ist;

[0014] Fig. 3A eine schematische Ansicht, die Drücke zeigt, die auf erste und zweite Membranen ausgeübt werden;

[0015] Fig. 3B eine schematische Ansicht, die Drücke zeigt, die auf die ersten und zweiten Membranen in einem Fall ausgeübt werden, in dem Fremdteilchen an der ersten Membran anhaften; und

[0016] Fig. 4 eine Teilschnittansicht eines Drucksensors gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRUNGSFORMEN ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

(Erste Ausführungsform)

[0017] Im Folgenden wird die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Ein Drucksensor gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird vorzugsweise an einem Kraftfahrzeug montiert und kann als ein Drucksensor verwendet werden, der ausgelegt ist, einen Druck eines Öls, das aus einer Ölpumpe ausgelassen wird, zu erfassen.

[0018] Wie es in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt ist, enthält der Drucksensor ein erstes Substrat **10**, das eine erste Oberfläche **10a** und eine zweite Oberflä-

che **10b** aufweist, die der ersten Oberfläche **10a** gegenüberliegt. Das erste Substrat **10** gemäß der vorliegenden Ausführungsform enthält ein Trägersubstrat **11**, einen Isolierfilm **12** und eine Halbleiterschicht **13**, die in der obigen Reihenfolge aufeinandergeschichtet sind. Das erste Substrat **10** wird durch ein Silizium-auf-Isolierung-Substrat (SOI-Substrat) (Halbleitersubstrat) ausgebildet, das eine rechteckige Gestalt in einer Flächenansicht mit einer Seite in einer Längsrichtung aufweist. Die Halbleiterschicht **13** weist eine Oberfläche auf, die den Isolierfilm **12** nicht kontaktiert und die die erste Oberfläche **10a** des ersten Substrats **10** bildet, wohingegen das Trägersubstrat **11** eine Oberfläche aufweist, die den Isolierfilm **12** nicht kontaktiert und die die zweite Oberfläche **10b** des ersten Substrats **10** bildet.

[0019] Die Halbleiterschicht **13** gemäß der vorliegenden Ausführungsform besteht aus Silizium vom N-Typ. Fig. 1 ist eine Schnittansicht des ersten Substrats **10** und Ähnlichem, und der Schnitt entspricht einem I-I-Schnitt, der in Fig. 2 gezeigt ist.

[0020] Das erste Substrat **10** weist erste und zweite Einschnitte bzw. Vertiefungen **14a** und **14b** auf, die in der zweiten Oberfläche **10b** an einem ersten Ende in der Längsrichtung (auf der rechten Seite der Blätter der Fig. 1 und Fig. 2) angeordnet sind, so dass sie erste und zweite Membranen **15a** und **15b** schaffen, die entsprechend einem Druck verformt werden können.

[0021] Die ersten und zweiten Vertiefungen **14a** und **14b** gemäß der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich von der zweiten Oberfläche **10b** des ersten Substrats **10** zu dem Isolierfilm **12**. Die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** werden durch den Isolierfilm **12** und die Halbleiterschicht **13** ausgebildet, die zwischen Bodenflächen der ersten und zweiten Vertiefungen **14a** und **14b** und der ersten Oberfläche **10a** des ersten Substrats **10** angeordnet sind.

[0022] Die erste Vertiefung **14a** ist näher bei dem ersten Ende als die zweite Vertiefung **14b** angeordnet. Mit anderen Worten, die erste Membran **15a** ist näher bei dem ersten Ende des ersten Substrats **10** als die zweite Membran **15b** angeordnet.

[0023] Die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** weisen identische Gestalten auf. Insbesondere weisen die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** den gleichen Flächenbereich ebenso wie dieselbe Dicke auf. Die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** gemäß der vorliegenden Ausführungsform weisen jeweils eine rechteckige Gestalt in einer Draufsicht auf, auch wenn sie nicht darauf beschränkt sind.

[0024] Die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** weisen erste und zweite Messwiderstände **16a** und **16b** auf, deren Widerstandswerte sich entsprechend einer jeweiligen Verformung der ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** ändern. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind Verunreinigungen vom P-Typ eindiffundiert, um vier erste Messwiderstände **16a** und vier zweite Messwiderstände **16b** auszubilden. Die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b** sind geeignet mittels erster bzw. zweiter Verbindungsdrahtschichten **17a** bzw. **17b** verbunden, um eine Brückenschaltung auszubilden.

[0025] Die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b** gemäß der vorliegenden Ausführungsform, die die Brückenschaltung bilden, entsprechen den ersten und zweiten Erfassungselementen gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0026] Das erste Substrat **10** weist außerdem erste und zweite Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** auf, die mit den ersten und zweiten Messwiderständen **16a** und **16b** elektrisch verbunden sind. Die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** werden aus Abschnitten, die mit den ersten und zweiten Messwiderständen **16a** und **16b** verbunden sind, zu einem zweiten Ende (auf der linken Seite der Blätter der **Fig. 1** und **Fig. 2**) des ersten Substrats **10** herausgeführt.

[0027] Die jeweilige Anzahl der ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** beträgt in der vorliegenden Ausführungsform vier. Diese vier ersten oder zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** oder **18b** enthalten eine Drahtschicht, die ausgelegt ist, eine Energieversorgungsspannung anzulegen, eine Drahtschicht, die mit Massepotenzial verbunden ist, und zwei Drahtschichten, die ausgelegt sind, eine Mittelpunktspannung der Brückenschaltung auszugeben.

[0028] Die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** weisen Enden auf, die den Abschnitten gegenüberliegen, die mit den ersten und zweiten Messwiderständen **16a** und **16b** verbunden sind, und die Enden weisen erste und zweite Verbindungsstellen bzw. Verbindungen **19a** und **19b** auf, die mit den ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** verbunden sind. Die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** sind mit einer Durchgangselektrode **36**, die später beschrieben wird, elektrisch verbunden und weisen in der vorliegenden Ausführungsform jeweils eine kreisförmige Gestalt in einer Flächenansicht auf.

[0029] Die ersten und zweiten Verbindungsdrahtschichten **17a** und **17b**, die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** und die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** sind jeweils

als eine Diffusionsschicht vorhanden, die diffundierte Verunreinigungen vom P-Typ enthält.

[0030] Das erste Substrat **10** weist eine Kontaktschicht **20** vom n⁺-Typ auf, die näher bei dem zweiten Ende als bei den ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** angeordnet ist und eine höhere Verunreinigungskonzentration als die Halbleiterschicht **13** aufweist. Diese Kontaktschicht **20** ist mit der Durchgangselektrode **36**, die später beschrieben wird, verbunden und ausgelegt, ein vorbestimmtes Potenzial der Halbleiterschicht **13** zu halten.

[0031] Wie es in **Fig. 1** dargestellt ist, weist das erste Substrat **10** auf der ersten Oberfläche **10a** ein zweites Substrat **30** auf. Das zweite Substrat **30** enthält ein Substrat **31**, das aus Silizium oder Ähnlichem besteht und eine erste Oberfläche aufweist, die zu dem ersten Substrat **10** zeigt und auf der ein Isolierfilm **32** angeordnet ist. Das Substrat **31** weist eine zweite Oberfläche auf, die der ersten Oberfläche gegenüberliegt und auf der ein Isolierfilm **33** angeordnet ist. Der Isolierfilm **32** ist mit dem ersten Substrat **10** (Halbleiterschicht **13**) verbunden.

[0032] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind der Isolierfilm **32** und das erste Substrat **10** (Halbleiterschicht **13**) mittels einer sogenannten Direktverbindung oder Ähnlichem verbunden, bei der eine Verbindungsfläche entweder des Isolierfilms **32** oder der Halbleiterschicht **13** aktiviert wird und der Isolierfilm **32** und die Halbleiterschicht **13** verbunden werden. In der folgenden Beschreibung wird angenommen, dass der Isolierfilm **32** eine erste Oberfläche aufweist, die das Substrat **31** nicht kontaktiert und eine erste Oberfläche **30a** des zweiten Substrats **30** kontaktiert, und dass der Isolierfilm **33** eine erste Oberfläche aufweist, die das Substrat **31** nicht kontaktiert und eine zweite Oberfläche **30b** des zweiten Substrats **30** kontaktiert.

[0033] Das Substrat **31** weist eine Vertiefung **31a** auf, die zu den ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** zeigt. Die Vertiefung **31a** bildet eine gemeinsame erste Bezugsdruckkammer **40**, die zwischen dem ersten Substrat **10** und dem zweiten Substrat **30** angeordnet ist. Die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** weisen Enden auf, die die erste Oberfläche **10a** kontaktieren und die durch die gemeinsame erste Bezugsdruckkammer **40** abgedichtet werden. In dieser Konfiguration übt die erste Bezugsdruckkammer **40** einen gemeinsamen ersten Bezugsdruck auf die Enden der ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** auf der ersten Oberfläche **10a** aus.

[0034] **Fig. 1** stellt einen Zustand dar, in dem der Isolierfilm **32** nicht auf einer Wandfläche der Vertiefung **31a** angeordnet ist. Alternativ weist die Wandfläche der Vertiefung **31a** den Isolierfilm **32** auf. Außerdem weist die erste Bezugsdruckkammer **40** ge-

mäß der vorliegenden Ausführungsform einen Vakuumdruck auf.

[0035] Das zweite Substrat **30** weist an einem zweiten Ende (auf der linken Seite des Blatts der **Fig. 1**) neun Durchgangslöcher **34** auf, die das zweite Substrat **30** in der Richtung durchdringen, in der das erste Substrat **10** und das zweite Substrat **30** geschichtet sind. Insbesondere sind diese Durchgangslöcher **34** vorhanden, um die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** ebenso wie die Kontaktschicht **20** freizulegen. Diese Durchgangslöcher **34** weisen jeweils eine Wandfläche auf, die einen Isolierfilm **35** aufweist, der aus Tetraethylorthosilikat (TEOS) oder Ähnlichem besteht. Der Isolierfilm **35** weist die Durchgangselektrode **36** auf, die aus Aluminium oder Ähnlichem besteht und geeignet elektrisch mit den ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** ebenso wie mit der Kontaktschicht **20** verbunden ist. Auf dem Isolierfilm **33** ist eine Anschlussfläche **37** angeordnet, die die zweite Oberfläche **30b** des zweiten Substrats **30** kontaktiert und mit der Durchgangselektrode **36** elektrisch verbunden ist.

[0036] **Fig. 1** stellt nur eine Anschlussfläche **37** dar, die mit der Durchgangselektrode **36** elektrisch verbunden ist, die an dem äußeren linken Ende des Blatts angeordnet ist. Es gibt eine weitere Durchgangselektrode **36**, die mit einer anderen Anschlussfläche **37** elektrisch verbunden ist, die an einem anderen Abschnitt als dem Abschnitt, der in **Fig. 1** dargestellt ist, angeordnet ist.

[0037] Das erste Substrat **10** weist auf der zweiten Oberfläche **10b** ein drittes Substrat **50** eines Siliziumsubstrats oder Ähnlichem auf. Das dritte Substrat **50** ist angeordnet, um die zweite Vertiefung **14b** zu schließen. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind das erste Substrat **10** und das dritte Substrat **50** mittels sogenannter Direktverbindung oder Ähnlichem ähnlich wie die Verbindung zwischen dem ersten Substrat **10** und dem zweiten Substrat **30** verbunden.

[0038] Das dritte Substrat **50** weist ein Durchgangslöcher **51** auf, das bewirkt, dass ein Raum in der ersten Vertiefung **14a** und ein Außenraum miteinander kommunizieren. Dementsprechend wird ein Messmedium, das zu erfassen ist, von dem Außenraum in das Innere der ersten Vertiefung **14a** eingeführt.

[0039] Die erste Membran **15a** wird entsprechend einem Differenzdruck zwischen einem Druck in der ersten Vertiefung **14a** und dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer **40** verformt. Der erste Messwiderstand **16a**, der an der ersten Membran **15a** angeordnet ist, wird verformt und bewirkt eine Änderung einer Ausgangsspannung der Brückenschaltung und die Ausgabe eines Erfassungssignals als Reaktion auf den Differenzdruck.

[0040] Das Messmedium wird in die erste Vertiefung **14a** wie oben beschrieben eingeführt. Ein Bezugsmedium (Atmosphäre) wird vor der Einleitung des Messmediums in diese eingeführt. In einem Fall, in dem der Drucksensor in einem Kraftfahrzeug montiert wird und ausgelegt ist, einen Druck eines Öls zu erfassen, wird das Bezugsmedium in die erste Vertiefung **14a** ab einem Zeitpunkt, bevor ein Zündschalter eingeschaltet wird, bis zu einem Zeitpunkt, unmittelbar nachdem der Zündschalter eingeschaltet wurde, eingeführt. Das Messmedium wird nach einer vorbestimmten Zeitdauer ab einem Zeitpunkt, zu dem der Zündschalter eingeschaltet wurde, eingeführt. In dem Fall, in dem das Bezugsmedium in die erste Vertiefung **14a** eingeführt ist, wird ein Inspektionssignal entsprechend einem Differenzdruck zwischen einem Druck des Bezugsmediums und dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer **40** ausgegeben.

[0041] Die zweite Vertiefung **14b** wird von dem dritten Substrat **50** verschlossen. Der Raum in der zweiten Vertiefung **15b** bildet eine zweite Bezugsdruckkammer **60**, die zwischen dem ersten Substrat **10** und dem dritten Substrat **50** angeordnet ist. Ein zweiter Bezugsdruck der zweiten Bezugsdruckkammer **60** wird auf ein Ende der zweiten Membran **15b** nahe bei der zweiten Oberfläche **10b** ausgeübt. Die zweite Bezugsdruckkammer **60** gemäß der vorliegenden Ausführungsform weist einen Vakuumdruck auf.

[0042] Die zweite Membran **15b** wird entsprechend einem Differenzdruck zwischen dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer **40** und dem zweiten Bezugsdruck in der zweiten Bezugsdruckkammer **60** verformt. Der zweite Messwiderstand **16b**, der an der zweiten Membran **15b** angeordnet ist, wird verformt und bewirkt eine Änderung einer Ausgangsspannung der Brückenschaltung und die Ausgabe eines Bezugssignals entsprechend dem Differenzdruck.

[0043] Das dritte Substrat **50** weist an einem zweiten Ende (auf der linken Seite des Blatts der **Fig. 1**) ein Trägerelement **70** auf, das die ersten, zweiten und dritten Substrate **10**, **30** und **50**, die daran montiert sind, trägt. Es ist ein Verbindungselement **80** wie beispielsweise ein Klebemittel zwischen dem dritten Substrat **50** und dem Trägerelement **70** angeordnet. Dieses Trägerelement **70** ist als ein Leitungsrahmen ausgebildet, der aus einer Kupfer 42-Legierung oder Ähnlichem besteht.

[0044] Die Anschlussflächen **37**, die auf dem zweiten Substrat **30** angeordnet sind, sind über einen Bondierungsdraht **100** mit einer Leiterplatte **90** elektrisch verbunden, die ausgelegt ist, Signale auf vorbestimmte Weise zu verarbeiten. Die Leiterplatte **90** ist ausgelegt, einen Offset-Wert aus einem Differenzdruck zwischen einem Inspektionssignal und einem

Bezugssignal zu berechnen und einen Druck entsprechend einem Differenzwert zwischen einem Erfassungssignal und dem Offset-Wert zu erfassen. Mit anderen Worten, die Leiterplatte **90** ist ausgelegt, das Erfassungssignal entsprechend dem Offset-Wert zu korrigieren und einen Druck zu erfassen. Die Leiterplatte **90** gemäß der vorliegenden Ausführungsform entspricht einem Rechner gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0045] Die zweiten Enden der ersten, zweiten und dritten Substrate **10**, **30** und **50**, der Bondierungsdraht **100**, das Trägerelement **70** und Ähnliches werden mittels Formharz **110** abgedichtet und fixiert. Mit anderen Worten, die ersten, zweiten und dritten Substrate **10**, **30** und **50** weisen jeweils ein freies erstes Ende und ein festes zweites Ende auf.

[0046] Die Konfiguration des Drucksensors gemäß der vorliegenden Ausführungsform wurde oben beschrieben. Im Folgenden wird der Betrieb des Drucksensors beschrieben. Der Drucksensor, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, wird an einem Kraftfahrzeug oder Ähnlichem montiert und verwendet, um einen Druck eines Öls, das aus einer Ölpumpe gelassen wird, zu erfassen. Der Drucksensor erfasst einen Druck in einem Zustand, in dem die Halbleiterschicht **13** vom N-Typ (Kontaktschicht **20**) ein höheres Potenzial als die Abschnitte vom P-Typ, d. h. die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b**, die ersten und zweiten Verbindungsdrahtschichten **17a** und **17b**, die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** und die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b**, aufweist. Insbesondere erfasst der Drucksensor einen Druck in einem Zustand, in dem eine Sperrvorspannung an eine Diode angelegt ist, die die Halbleiterschicht **13** vom N-Typ und die Abschnitte vom P-Typ, d. h. die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b**, die ersten und zweiten Verbindungsdrahtschichten **17a** und **17b**, die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** und die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b**, enthält.

[0047] Unmittelbar nach dem Einschalten des Zündschalters berechnet die Leiterplatte **90** beispielsweise anfänglich einen Differenzwert zwischen einem Inspektionssignal und einem Bezugssignal, um einen Offset-Wert zu erhalten. Mit anderen Worten, die Leiterplatte **90** berechnet den Offset-Wert in einem Zustand, in dem das Bezugsmedium wie beispielsweise Atmosphäre auf die erste Vertiefung **14a** wirkt.

[0048] Wie es beispielsweise in **Fig. 3A** dargestellt ist, wird angenommen, dass der erste Bezugsdruck P_a von der ersten Bezugsdruckkammer **40** auf die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** ausgeübt wird und der Druck P_b von dem Bezugsmedium auf die erste Membran **15a** ausgeübt wird. Außerdem wird angenommen, dass ein zweiter Bezugs-

druck P_c von der zweiten Bezugsdruckkammer **60** auf die zweite Membran **15b** ausgeübt wird. In diesem Fall entspricht ein Inspektionssignal, das dem Differenzdruck zwischen dem Druck P_b des Bezugsmediums und dem ersten Bezugsdruck P_a entspricht, einem Signal entsprechend $P_b - P_a$. Ein Bezugssignal, das einem Differenzdruck zwischen dem zweiten Bezugsdruck P_c und dem ersten Bezugsdruck P_a entspricht, entspricht einem Signal entsprechend $P_c - P_a$. Ein Offset-Wert als ein Differenzwert zwischen dem Inspektionssignal $P_b - P_a$ und dem Bezugssignal $P_c - P_a$ entspricht einem Signal entsprechend $P_b - P_c$.

[0049] Wenn das Messmedium in nach dem Einschalten des Zündschalters die erste Vertiefung **14a** eingeführt wurde, berechnet die Leiterplatte **90** einen Differenzwert zwischen dem Erfassungssignal und dem Offset-Wert, um den Druck zu erfassen.

[0050] Es wird angenommen, dass das Messmedium einen Druck P_d aufweist und ein Erfassungssignal, das dem Differenzdruck zwischen dem Druck P_d des Messmediums und dem ersten Bezugsdruck P_a entspricht, einem Signal entsprechend $P_d - P_a$ entspricht. Die Leiterplatte **90** erfasst somit einen Druck entsprechend einem Differenzwert $P_d - P_a - P_b + P_c$ zwischen dem Erfassungssignal $P_d - P_a$ und dem Offset-Wert $P_b - P_c$.

[0051] Wenn, wie es in **Fig. 3B** dargestellt ist, Fremdeilchen **120** wie beispielsweise ölverschleichernde Teilchen an einem Abschnitt der ersten Membran **15a**, der zu dem Messmedium freiliegt, anhaften, verringern die Fremdeilchen **120** einen Druck, der auf die erste Membran **15a** ausgeübt wird, so dass dieser kleiner als ein tatsächlicher Druck des Messmediums ist.

[0052] Es wird angenommen, dass ein Verringerungsdruck P_e durch die Fremdeilchen verursacht ist und das Inspektionssignal einem Signal entsprechend $(P_b - P_e) - P_a$ entspricht. Ein Offset-Wert als ein Differenzwert zwischen dem Inspektionssignal $(P_b - P_e) - P_a$ und dem Bezugssignal $P_c - P_a$ entspricht einem Signal entsprechend $(P_b - P_e) - P_c$. Die Fremdeilchen **120** beeinflussen das Bezugsmedium ebenso wie das Messmedium. Das Erfassungssignal entspricht somit einem Signal entsprechend $(P_d - P_e) - P_a$.

[0053] Die Leiterplatte **90** berechnet dann den Differenzwert $P_d - P_a - P_b + P_c$ zwischen dem Erfassungssignal $(P_d - P_e) - P_a$ und dem Offset-Wert $(P_b - P_e) - P_c$ und erfasst einen Druck entsprechend dem Differenzwert $P_d - P_a - P_b + P_c$. Der Druck P_e , der eine Verringerung durch die Fremdeilchen **120** bewirkt, wird somit eliminiert, um eine Druckerfassung ähnlich wie in einem Fall, in dem keine Fremdeilchen

120 an der ersten Membran **15a** anhaften, zu ermöglichen.

[0054] Die obige Beschreibung betrifft beispielhaft einen Fall mit dem ersten Bezugsdruck P_a und dem zweiten Bezugsdruck P_c . Alternativ sind der erste Bezugsdruck und der zweite Bezugsdruck gleich.

[0055] Wie es oben beschrieben wurde, enthält die vorliegende Ausführungsform die Berechnung eines Offset-Werts aus einem Differenzwert zwischen einem Inspektionssignal und einem Bezugssignal und die Erfassung eines Drucks entsprechend einem Differenzwert zwischen einem Erfassungssignal und dem Offset-Wert.

[0056] Sogar in einem Fall, in dem die Fremdteilchen **120** an der ersten Membran **15a** anhaften, wird jeglicher Einfluss der Fremdteilchen eliminiert, so dass eine Verschlechterung der Erfassungsgenauigkeit beschränkt bzw. verhindert wird.

[0057] Die erste Membran **15a** ist näher bei dem ersten Ende des ersten Substrats **10** als die zweite Membran **15b** angeordnet. Mit anderen Worten, die erste Membran **15a** ist näher bei dem festen Ende als die zweite Membran **15b** angeordnet. Diese Konfiguration verhindert, dass eine thermische Spannung, die zwischen dem Formharz **110** und den ersten, zweiten und dritten Substraten **10**, **30** und **50** erzeugt wird, auf die erste Membran **15a** ausgeübt wird, auf die das Messmedium tatsächlich angewendet wird.

(Zweite Ausführungsform)

[0058] Im Folgenden wird die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die vorliegende Ausführungsform ähnelt der ersten Ausführungsform mit der Ausnahme, dass die Konfiguration des dritten Substrats **50** gegenüber derjenigen der ersten Ausführungsform modifiziert ist. Dementsprechend werden gemeinsame Merkmale hier nicht beschrieben.

[0059] Wie es in **Fig. 4** dargestellt ist, ist das dritte Substrat **50** gemäß der vorliegenden Ausführungsform nur um eine Öffnung der zweiten Vertiefung **15b** in der zweiten Oberfläche **10b** des ersten Substrats **10** herum vorhanden. Abschnitte in der zweiten Oberfläche **10b** des ersten Substrats **10**, die nicht der Umfang der Öffnung der zweiten Vertiefung **14b** sind, liegen somit von dem ersten Substrat **50** frei. Das Trägerelement **70** ist mit dem ersten Substrat **10** über das Verbindungselement **80** verbunden.

[0060] Die vorliegende Ausführungsform erzielt mit dem reduzierten dritten Substrat **50** ähnliche Wirkungen wie die erste Ausführungsform.

(Weitere Ausführungsformen)

[0061] Das erste Substrat **10** gemäß den jeweiligen oben beschriebenen Ausführungsformen wird alternativ beispielsweise aus einem Siliziumsubstrat oder Ähnlichem anstelle des SOI-Substrats ausgebildet.

[0062] In jeder der obigen Ausführungsformen ist die erste Membran **15a** alternativ nicht näher bei dem zweiten Ende (festes Ende) als die zweite Membran **15b** angeordnet. Ein derartiger Drucksensor ist ebenfalls ausgelegt, einen Offset-Wert aus einem Differenzwert zwischen einem Inspektionssignal und einem Bezugssignal zu berechnen und einen Druck entsprechend einem Differenzwert zwischen einem Erfassungssignal und dem Offset-Wert wie oben beschrieben zu erfassen, wodurch eine Verschlechterung der Erfassungsgenauigkeit verhindert wird.

[0063] In jeder der obigen Ausführungsformen sind die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b** alternativ nur aus der Halbleiterschicht **13** ausgebildet. Mit anderen Worten, der Isolierfilm **12** wird optional von den ersten und zweiten Vertiefungen **14a** und **14b** entfernt.

[0064] In jeder der obigen Ausführungsformen weisen alternativ die Halbleiterschicht **13** und die Kontaktschicht **20** den P-Typ auf, wohingegen die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b**, die ersten und zweiten Verbindungsdrahtschichten **17a** und **17b**, die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** und die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** den N-Typ aufweisen. In diesem Fall wird ein Druck in einem Zustand erfasst, in dem die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b**, die ersten und zweiten Verbindungsdrahtschichten **17a** und **17b**, die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b** und die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** ein höheres Potenzial als die Halbleiterschicht **13** aufweisen.

[0065] In jeder der obigen Ausführungsformen sind die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b**, die ausgelegt sind, eine Energieversorgungsspannung an die ersten und zweiten Messwiderstände **16a** und **16b** anzulegen, und die ersten und zweiten Leitungsdrahtschichten **18a** und **18b**, die ausgelegt sind, ein Massepotenzial daran anzulegen, alternativ gemeinsam vorhanden. Insbesondere sind in diesem Fall sieben Durchgangslöcher **34** (Durchgangselektroden **36**) angeordnet. Diese Konfiguration erzielt eine Verringerung der Anzahl der Durchgangslöcher **34** (Durchgangselektroden **36**), um Bereiche für die Bereitstellung dieser Komponenten zu verringern und eine Verringerung der Größe zu ermöglichen.

[0066] In jeder der obigen Ausführungsformen weisen die ersten und zweiten Membranen **15a** und **15b**

alternativ unterschiedliche Gestalten auf. In jeder der obigen Ausführungsformen weisen die ersten und zweiten Verbindungen **19a** und **19b** und die Kontaktschicht **20** alternativ rechteckige Gestalten, Polygonalgestalten oder Ähnliches anstelle der kreisförmigen Gestalten in einer Flächenansicht auf.

[0067] In jeder der obigen Ausführungsformen werden eine Verbindung zwischen den ersten und zweiten Substraten **10** und **30** und eine Verbindung zwischen den ersten und dritten Substraten **10** und **50** alternativ entsprechend einer Verbindungstechnik wie beispielsweise anodisches Bondieren, Zwischenschichtverbinden oder Schmelzverbinden erstellt. Weiter alternativ wird eine Verarbeitung wie beispielsweise Hochtemperaturhärten zur Verbesserung der Verbindungsqualität ausgeführt.

[0068] Während die vorliegende Erfindung mit Bezug auf ihre Ausführungsformen beschrieben wurde, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Die vorliegende Erfindung deckt verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen ab. Während verschiedene Kombinationen und Konfigurationen beschrieben wurden, sind außerdem andere Kombinationen und Konfigurationen einschließlich mehr, weniger oder eines einzelnen Elements ebenfalls innerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung möglich.

Patentansprüche

1. Drucksensor, der aufweist:

ein erstes Substrat (**10**), das eine Oberfläche (**10a**) und eine andere Oberfläche (**10b**), die der einen Oberfläche gegenüberliegt, aufweist und eine erste Membran (**15a**) auf der einen Oberfläche enthält, die durch eine erste Vertiefung (**14a**) auf der anderen Oberfläche bereitgestellt wird;

ein erstes Erfassungselement (**16a**), das in der ersten Membran auf der einen Oberfläche angeordnet ist; und

ein zweites Substrat (**30**), das auf der einen Oberfläche des ersten Substrats angeordnet ist und eine erste Bezugsdruckkammer (**40**) bereitstellt, die zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat angeordnet ist und einen ersten Bezugsdruck auf die eine Oberfläche der ersten Membran ausübt, wobei das erste Erfassungselement ein Erfassungssignal entsprechend einer Druckdifferenz zwischen einem Druck eines Messmediums, das in die erste Vertiefung eingeführt ist, und dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer ausgibt;

das erste Substrat eine zweite Membran (**15b**) auf der einen Oberfläche enthält, die durch eine zweite Vertiefung (**14b**) auf der anderen Oberfläche bereitgestellt wird; und

die erste Bezugsdruckkammer den ersten Bezugsdruck auf die eine Oberfläche der zweiten Membran

zusammen mit der einen Oberfläche der ersten Membran ausübt;

der Drucksensor außerdem aufweist:

ein drittes Substrat (**50**), das an der anderen Oberfläche des ersten Substrats angebracht ist und eine zweite Bezugsdruckkammer (**60**) enthält, die die zweite Vertiefung abdichtet und einen zweiten Bezugsdruck auf die andere Oberfläche der zweiten Membran ausübt;

ein zweites Erfassungselement (**16b**), das in der zweiten Membran auf der einen Oberfläche angeordnet ist und ein Bezugssignal entsprechend einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer und dem zweiten Bezugsdruck in der zweiten Bezugsdruckkammer ausgibt; und

einen Rechner (**90**), der einen Offset-Wert durch Berechnen eines Differenzwerts zwischen dem Bezugssignal und einem Inspektionssignal, das von dem ersten Erfassungselement entsprechend einer Druckdifferenz zwischen dem ersten Bezugsdruck in der ersten Bezugsdruckkammer und einem Druck eines Bezugsmediums, der sich von dem Druck des Messmediums unterscheidet, das in die erste Vertiefung einzuführen ist, ausgegeben wird, berechnet und den Druck des Messmediums entsprechend einem Differenzwert zwischen dem Erfassungssignal und dem Offset-Wert erfasst.

2. Drucksensor nach Anspruch 1, wobei wenn das erste Substrat eine Richtung als eine Längsrichtung aufweist, das erste Substrat ein Ende in der Längsrichtung als ein festes Ende, das durch ein Formharz (**110**) abgedichtet wird, und ein anderes Ende in der Längsrichtung als ein freies Ende aufweist; und

die erste Membran näher bei dem freien Ende als die zweite Membran angeordnet ist.

3. Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei das dritte Substrat um eine Öffnung der zweiten Vertiefung auf der anderen Oberfläche des ersten Substrats herum angeordnet ist.

4. Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei

das erste Substrat ein Halbleitersubstrat ist, das ein Trägersubstrat (**11**), einen Isolierfilm (**12**) und eine Halbleiterschicht (**13**) enthält, die in dieser Reihenfolge aufeinander geschichtet sind; und

die Halbleiterschicht auf der einen Oberfläche des ersten Substrats angeordnet ist und das Trägersubstrat auf der anderen Oberfläche des ersten Substrats angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

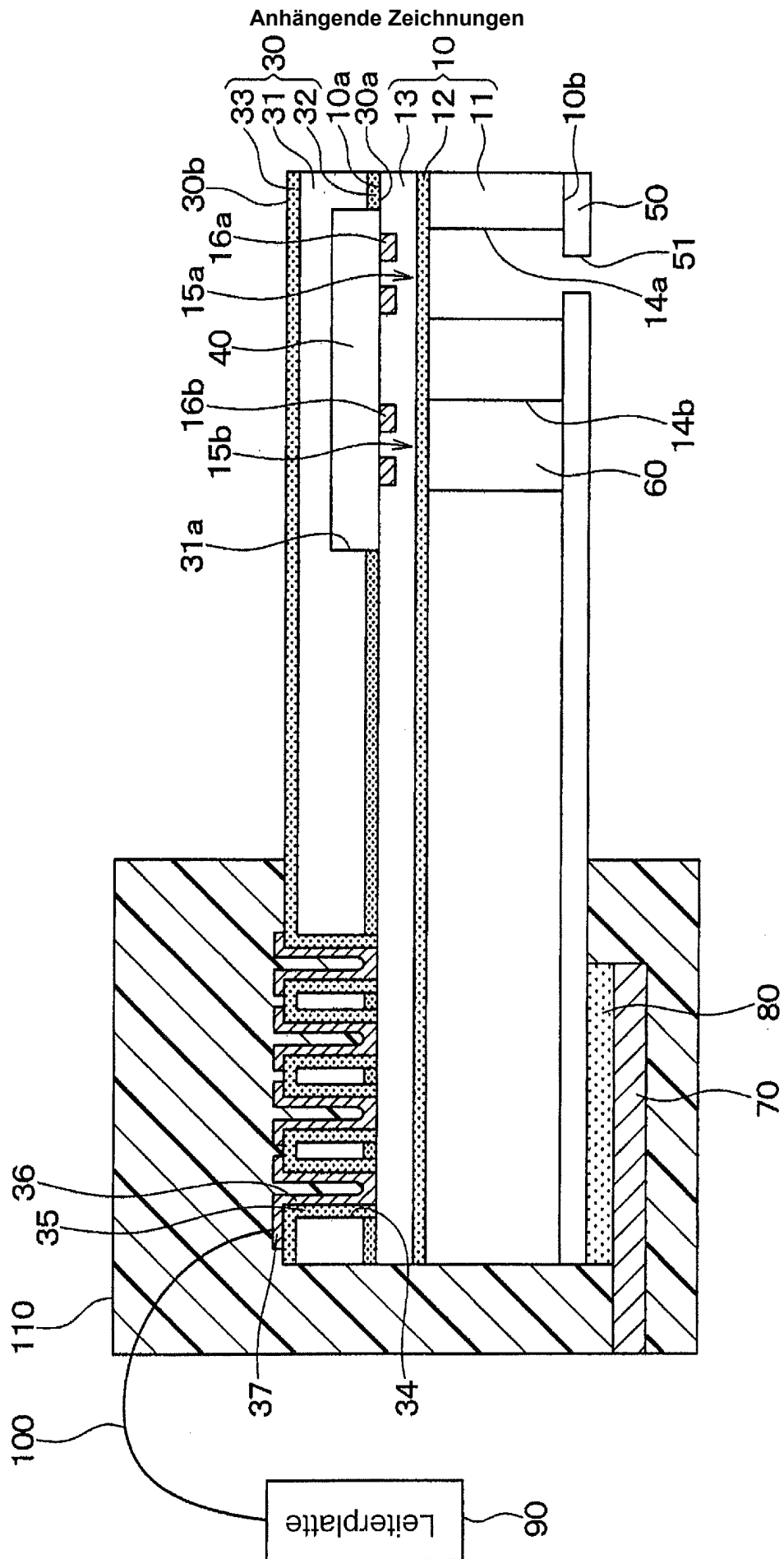


FIG. 2

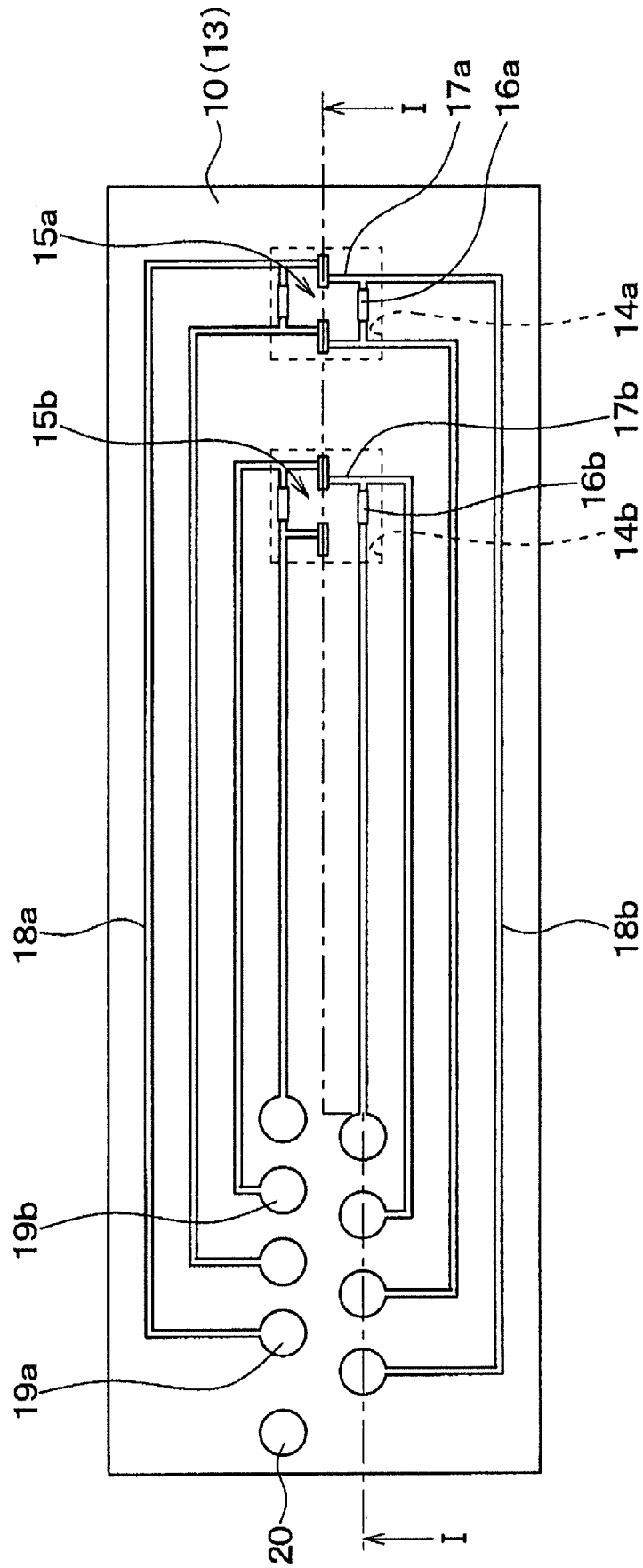


FIG. 4

