



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 260 863 A1

4(51) A 61 B 5/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP A 61 B / 304 228 5	(22)	29.06.87	(44)	12.10.88
(71)	VEB Meßgerätewerk Zwönitz, Schillerstraße 13, Zwönitz, 9417, DD				
(72)	Kunze, Gerd H., Dipl.-Phys., DD				
(54)	<b>Druckmeßwandler</b>				

(55) Druckmeßwandler, Druckmessung, Blutdruck, Hirndruck, intrakorporale Druckmessung, Langzeitdruckmessung, Nullpunktkorrektur, Empfindlichkeitskontrolle

(57) Die Erfindung betrifft einen Druckmeßwandler zum Messen von Differenzdruckwerten in flüssigen Medien, vorzugsweise für die intrakorporale Druckmessung in physiologischen Flüssigkeiten des Menschen. Die Anwendung erfolgt insbesondere in der Neurologie (Hirndruckmessung) und der Kardiologie bei Langzeiteinsätzen. Erfindungsgemäß verfügt der Druckmeßwandler über eine piezoresistive Widerstandsstruktur, die in den Membranbereich eines Halbleiterplättchens mit Gegenkörper integriert ist. Halbleiterplättchen und Gegenkörper sind in einem Umhüllungskörper aus hochelastischem Material eingebettet, das fest am Gegenkörper und den Randbereichen des Halbleiterplättchens haftet, während es im Membranbereich nur lose aufliegt. Der Trennbereich zwischen Membran und hochelastischem Material ist mit Druck beaufschlagbar. Dadurch ist eine Nullpunktkorrektur und Empfindlichkeitskontrolle in vivo möglich. Fig. 3

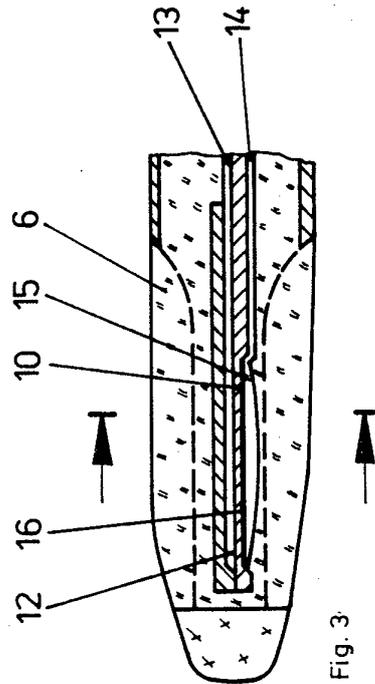


Fig. 3

## Patentansprüche:

1. Druckmeßwandler mit einem Halbleiterplättchen aus vorzugsweise monokristallinem Silizium mit einem dünnen, flexiblen, als Membran ausgebildeten Mittelteil, in dessen Oberfläche in Brücke geschaltete piezoresistive Widerstände eingearbeitet sind, wobei das Halbleiterplättchen mit einem Gegenkörper aus Silizium verbunden ist und der Gegenkörper im Bereich der Membran eine Ausnehmung aufweist, so daß er zusammen mit dem Halbleiter-Plättchen eine Kammer bildet, die mit Druck beaufschlagbar ist, daß Halbleiterplättchen und Gegenkörper in einem Umhüllungskörper aus hochelastischem Material mit geringer Oberflächenrauigkeit und geringer Stoffaustauschneigung gegenüber dem Meßmedium eingebettet sind, dessen Schichtdicke die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet und daß sich Halbleiterplättchen und Gegenkörper in einem Gehäuse befinden, das mindestens eine seitliche Öffnung für den Meßdruck aufweist, **gekennzeichnet dadurch**, daß das hochelastische Material des Umhüllungskörpers (6) am Gegenkörper (8) und an den Randbereichen des Halbleiterplättchens (7) fest haftet, während es im Membranbereich (10) nur lose aufliegt, und daß der Trennbereich zwischen Membran (10) und hochelastischem Material durch einen feinen Kanal (14) mit Druck beaufschlagbar ist oder/und mit der Kammer (12) zwischen Gegenkörper (8) und Halbleiterplättchen (7) verbunden ist.
2. Druckmeßwandler nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Verbindung von der Kammer (12) zwischen Gegenkörper (8) und Halbleiterplättchen (7) zum Trennbereich zwischen Membran (10) und hochelastischem Material des Umhüllungskörpers (6) durch eine kleine Öffnung in der Membran (10) realisiert ist.
3. Druckmeßwandler nach den Ansprüchen 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das lose Aufliegen des hochelastischen Materials des Umhüllungskörpers (6) im Membranbereich (10) durch Aufbringen einer die Benetzung verhindernden dünnen Trennschicht (16) bewirkt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Druckmeßwandler zum Messen von Differenzdruckwerten in flüssigen Medien, vorzugsweise für die intrakorporale Druckmessung in physiologischen Flüssigkeiten des Menschen. Die Anwendung erfolgt insbesondere in der Neurologie (Hirndruckmessung) und der Kardiologie bei Langzeiteinsätzen.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Ein prinzipiell für das oben genannte Anwendungsgebiet geeigneter Druckmeßwandler ist im DD-WP 234.559 dargestellt. Die Druckmessung erfolgt auf der Basis einer in Silizium integrierten piezoresistiven Widerstandsstruktur, die zum Schutz gegen mechanische und chemische Einflüsse in einem Körper aus hochelastischem Material eingebettet ist, dessen Schichtdicke die Stärke der Siliziummembran um ein Vielfaches überschreitet und das an den Oberflächen der Membran und des Gegenkörpers fest haftet. Dieser Wandler verfügt jedoch über keine Möglichkeit einer Nullpunktkorrektur während der Messung im menschlichen Körper. Für einen Langzeiteinsatz über mehrere Wochen müssen daher mit aufwendigen Verfahren Exemplare mit hoher zeitlicher Stabilität des Nullpunktes aus der Menge der gefertigten Wandler speziell ausgesucht werden. Weiterhin sind Wandler bekannt geworden, die mit miniaturisierten Dehnungsmeßstreifen arbeiten und bei denen jederzeit eine Kontrolle und Nachstellung des Nullpunktes von außen möglich ist. Zu diesem Zweck ist über der Meßmembran ein kleiner Ballon aus dünnstem Silikongummi gespannt, der während der Messung auf der Membran aufliegt und zur Nullpunktkorrektur aufgebläht werden kann und damit die Meßmembran vom Meßdruck abkoppelt. Nachteilig ist vor allem, daß bei der Herstellung eine technologisch aufwendige Anpassung des Ballons an die jeweilige Wandlergeometrie erfolgen muß. Weiterhin ist die Lebensdauer des Ballons stark begrenzt, bereits geringe Lecks können zur Meßwertverfälschung und Zerstörung des Wandlers führen. Die bei der zur Nullpunktkorrektur erforderlichen Aufblähung des Ballons erfolgende Volumenvergrößerung ist insbesondere bei der Messung in dünnen Gefäßen von Nachteil, da sie zur Behinderung der Durchblutung führt. Bei der Lagerung der Wandler macht sich ein Schutz des Ballonmaterials vor UV-Licht erforderlich, so daß die Aufbewahrung in einer zusätzlichen Schutzhülle erfolgen muß. Insgesamt gesehen ergibt sich somit durch diese Lösung eine Einschränkung der medizinischen Gebrauchswerte der Wandler.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Wandler für die intrakorporale Langzeit-Druckmessung mit hoher Zuverlässigkeit und Lebensdauer, bei geringem technologischen Aufwand und ohne Einschränkung der medizinischen Gebrauchswerte zu schaffen.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in einem Miniaturdruckmeßwandler auf der Basis einer in Silizium integrierten druckabhängigen Widerstandsstruktur, die gegen mechanische und chemische Einflüsse dauerhaft geschützt ist, mit der Möglichkeit einer Nullpunkts- und Empfindlichkeitskontrolle in vivo, ohne dabei die Wandlergeometrie wesentlich zu beeinflussen.

Erfindungsgemäß verfügt der Druckmeßwandler über ein Halbleiterplättchen aus monokristallinem Silizium mit einem dünnen, flexiblen, als Membran ausgebildeten Mittelteil, in dessen Oberfläche in Brücke geschaltete piezoresistive Widerstände eingearbeitet sind. Das Halbleiterplättchen ist mit einem Gegenkörper aus Silizium verbunden, wobei der Gegenkörper im Bereich der Membran eine Ausnehmung aufweist, so daß er zusammen mit dem Halbleiterplättchen eine Kammer bildet, die mit Druck beaufschlagbar ist. Halbleiterplättchen und Gegenkörper sind in einem Umhüllungskörper aus hochelastischem Material mit geringer Oberflächenrauigkeit und geringer Stoffaustauschneigung gegenüber dem Meßmedium eingebettet, dessen Schichtdicke die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet. Halbleiterplättchen und Gegenkörper befinden sich in einem Gehäuse, das mindestens eine seitliche Öffnung für den Meßdruck aufweist.

Das hochelastische Material des Umhüllungskörpers haftet fest am Gegenkörper und an den Randbereichen des Halbleiterplättchens, während es im Membranbereich nur lose aufliegt. Der Trennbereich zwischen Membran und hochelastischem Material des Umhüllungskörpers ist über einen feinen Kanal mit Druck beaufschlagbar oder/und mit der Kammer zwischen Gegenkörper und Halbleiterplättchen verbunden. Diese Verbindung kann vorteilhafterweise durch eine kleine Öffnung in der Membran realisiert sein. Das lose Aufliegen des hochelastischen Materials im Membranbereich wird vorzugsweise durch das Aufbringen einer die Benetzung verhindernden dünnen Trennschicht bewirkt. Die Trennschicht verhindert während der Herstellung des Wandlers das Zustandekommen einer Klebeverbindung zwischen Membran und Umhüllungskörper, ermöglicht aber gleichzeitig dessen formschlüssiges Aufliegen auf der Membran und damit eine exakte Druckankopplung während des Meßvorganges.

Bei der Injektion von Luft durch den feinen Kanal kommt es zum blasenförmigen Anheben des hochelastischen Materials im Bereich der Membran, wenn der Injektionsdruck größer als der auf den Wandlerkopf wirkende Meßdruck ist. Wird der Injektionsdruck gleichzeitig an die Kammer zwischen Halbleiterplättchen und Gegenkörper angelegt, so wird die Membran durch den Meßdruck nicht mehr durchgewölbt, sie begibt sich in Ruhestellung.

Die Brückennullspannung (Ausgangssignal im drucklosen Zustand) kann ermittelt und die gemessenen Druckwerte können entsprechend korrigiert werden.

Wird ein definierter Unterdruck an den Injektionskanal angelegt, so legt sich das hochelastische Material des Umhüllungskörpers auf die Membran auf. Wenn dieser Unterdruck gleichzeitig an der Kammer zwischen Halbleiterplättchen und Membran angelegt wird, so kommt es zu einer Durchbiegung der Membran, die einem positiven Druck entspricht. Das Meßsignal wird um diesen Druckwert verschoben. Mit der Höhe der Druckstufe wird die Empfindlichkeit des Wandlers kontrolliert.

## Ausführungsbeispiel

Die Zeichnung zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckmeßwandlers zur Langzeitdruckmessung im menschlichen Körper.

Fig. 1 Längsschnitt durch den Druckmeßwandler, Injektionsdruck kleiner als der Meßdruck

Fig. 2 Querschnitt durch den Druckmeßwandler, Injektionsdruck kleiner als der Meßdruck

Fig. 3 Längsschnitt durch den relevanten Teil des Druckmeßwandlers, Injektionsdruck größer als der Meßdruck

Fig. 4 Querschnitt durch den Druckmeßwandler, Injektionsdruck größer als der Meßdruck

Für den angegebenen Anwendungsfall ist der Druckmeßwandler mit einem mindestens einlumigen Katheter 1 versehen, der zur Einführung und Positionierung des Wandlers zum gewünschten Meßort im menschlichen Körper, der Zuführung des Referenz- und des Injektionsdruckes sowie der Anschlußdrähte 4 dient. Der Katheter 1 sitzt dabei auf einem Stutzen 2 fest auf, der zur Abdichtung eine Epoxydharzfällung 3 aufweist, in der die Anschlußdrähte 4 vergossen sind.

Das rohrförmige Gehäuse 5 aus Edelstahl verfügt über zwei Öffnungen 11. Die Epoxydharzfällung 3 reicht ein Stück in den rohrförmigen Teil des Gehäuses 5 hinein und verankert dort einseitig das Halbleiterplättchen 7, das aus monokristallinem Silizium mit einem dünnen, als Membran 10 ausgebildeten Mittelteil besteht, in dessen Oberfläche in Brücke geschaltete piezoresistive Widerstände eingearbeitet sind, die mit den Anschlußdrähten 4 elektrisch in Kontakt stehen. Das Halbleiterplättchen 7 ist mit einem Gegenkörper 8 aus Silizium verbunden, der im Bereich der Membran 10 über eine Ausnehmung verfügt, so daß er zusammen mit dem Halbleiterplättchen 7 eine Kammer 12 bildet, die über den Referenzdruckkanal 13 mit dem Referenzdruck bzw. Injektionsdruck beaufschlagbar ist. Das Gehäuse 5 weist eine Epoxydharzspitze 9 auf. Die Öffnungen 11 des Gehäuses 5 sind vollständig mit dem Silikonkautschuk des Umhüllungskörpers 6 ausgefüllt, das fest an den Oberflächen des Gehäuses 5, des Halbleiterplättchens 7 und des Gegenkörpers 8 haftet. Im Bereich der Membran 10 liegt der Silikonkautschuk nur lose auf dieser auf. Zur vorteilhaften Herstellung des Druckmeßwandlers wird der Membranbereich vor Aufbringen des Umhüllungskörpers 6 mit einer die Benetzung verhindernden dünnen Trennschicht 16 versehen. Dieser Bereich steht über den Injektionskanal 14, ebenso wie der Referenzdruckkanal, mit dem Lumen des Katheters 1 in Verbindung. Wird über eine sich am proximalen Ende des Katheters 1 befindliche Lufteintrittsöffnung eine Luftmenge injiziert, so daß der Druck im Katheter 1 größer ist als der Meßdruck, der auf die Gehäuseöffnungen 11 wirkt, so bildet sich über der Membran 10 eine Luftblase 15 aus (Fig. 3, Fig. 4). Damit liegt sowohl auf der Membranoberseite als auch auf der Rückseite (Kammer 12) derselbe Druck an. Die Membran 10 begibt sich unabhängig vom Meßdruck in ihre mechanische Ruhelage. Trotz anliegenden Meßdruckes kann also, ohne den Druckmeßwandler vom Meßort zu entfernen, dessen Nullpunktstabilität überprüft werden. Der Silikonkautschuk des Umhüllungskörpers 6 ist mit einer Schichtdicke aufgebracht, die die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet (Verhältnis ca. 600:1). Damit ergibt sich im Vergleich zu der dünnen Hülle eines Ballons bei Luftinjektion eine kaum spürbare Verformung der Oberfläche des Umhüllungskörpers 6 und damit des Druckmeßwandlers. Bei Messungen z. B. in dünnen Blutgefäßen kommt es somit durch die Injektion von Luft zum Nullpunktsabgleich zu keiner weiteren

Querschnittsverengung, die die Durchblutung behindern würde. Die dicke Silikonkautschukschicht des Umhüllungskörpers 6 sichert einen hohen Schutz gegen mechanische und chemische Einflüsse. Durch Einbringen einer Öffnung in die Membran 10 kann eine direkte Verbindung zwischen der Kammer 12 und der Luftblase 15 hergestellt werden, die den Druckausgleich zwischen beiden ermöglicht. In diesem Falle kann der Injektionskanal 14 entfallen. Aus der daraus resultierenden Wegverkürzung ergibt sich eine wesentlich geringere Phasenverschiebung zwischen Ober- und Unterseite der Membran 10 bei höherfrequenten Druckschwankungen.

---

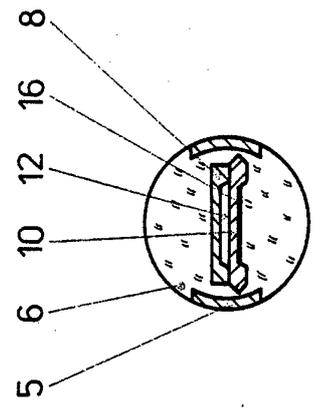


Fig. 2

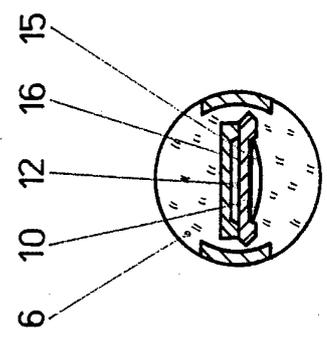


Fig. 4

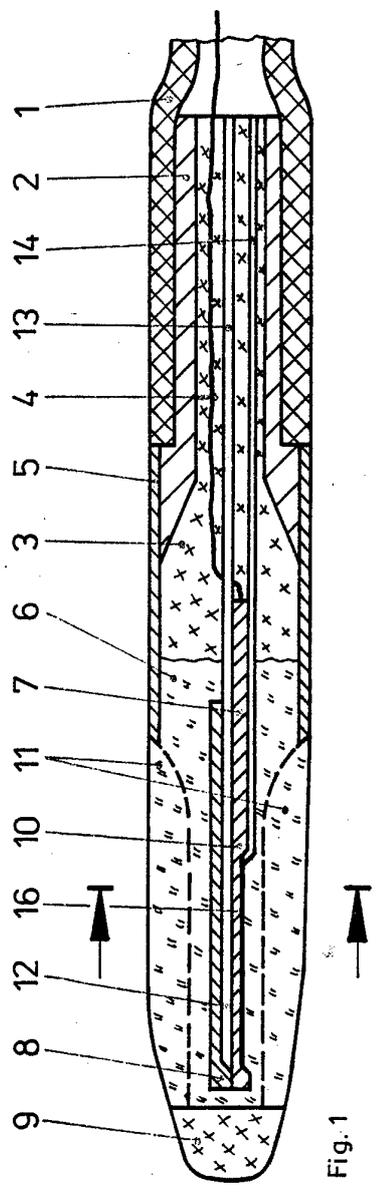


Fig. 1

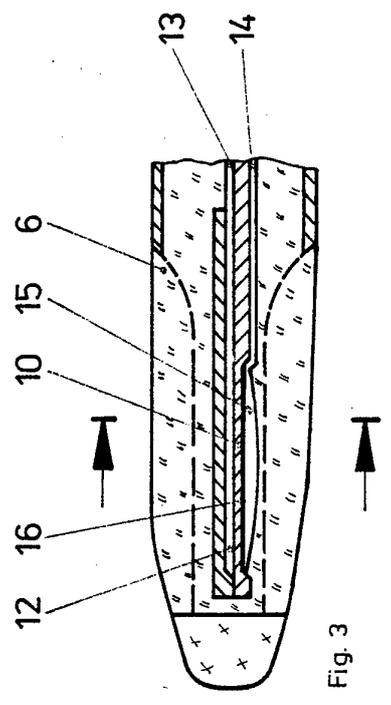


Fig. 3