



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 234 559 A3

4(51) A 61 B 5/02
G 01 L 9/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP A 61 B / 266 923 6

(22) 03.09.84

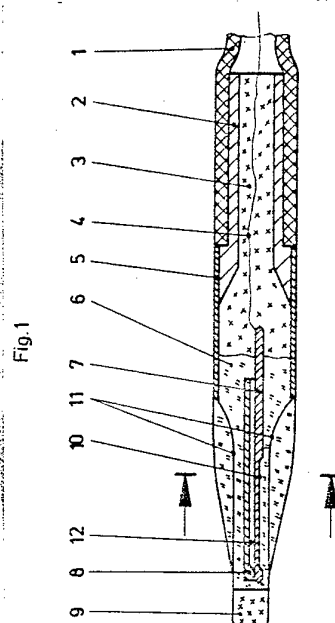
(45) 09.04.86

(71) VEB Meßgerätewerk Zwönitz, 9417 Zwönitz, Schillerstraße 13, DD

(72) Kunze, Hans Gerd, Dipl.-Phys.; Lippold, Andreas, Dipl.-Ing.; Thümmeler, Matthias, Dipl.-Med.; Köhler, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., DD

(54) Druckmeßwandler

(57) Die Erfindung betrifft einen Druckmeßwandler zum Messen von absoluten Druckwerten und Differenzdruckwerten in flüssigen Medien, vorzugsweise für die intrakorporale Druckmessung in physiologischen Flüssigkeiten des Menschen. Sie hat das Ziel, bei geringem technologischem Herstellungsaufwand einen kleinen Linearitätsfehler, hohe zeitliche und thermische Stabilität, den Schutz vor Zerstörung und eine Vermeidung der Thrombosierung zu erreichen. Die Aufgabe besteht u. a. darin, eine ebene Druckeinleitungsfläche zu schaffen, den unmittelbaren Kontakt der Meßflüssigkeit mit dem druckempfindlichen Element zu verhindern und eine glatte, geschlossene Oberfläche des gesamten Druckwandlers zu erreichen. Erfindungsgemäß ist der Wandler auf der Basis einer in Silizium integrierten druckabhängigen Widerstandsstruktur aufgebaut, in dem ein abgedünnter Bereich des Siliziums als Membran dient. Das eigentliche Wandlerelement ist in einem Körper aus hochelastischem Material mit großer Schichtdicke eingebettet und in einem Gehäuse untergebracht, das auf zwei gegenüberliegenden Seiten Öffnungen aufweist. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

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 Halbleiterplättchen eine Kammer bildet, die mit einem Referenzdruck beaufschlagbar ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Halbleiterplättchen und der Gegenkörper mit ihrem freien Ende in einem Körper aus hochelastischem Material mit geringer Oberflächenrauigkeit und geringer Stoffaustauschneigung gegenüber dem Meßmedium eingebettet sind, dessen Schichtdicke die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet und das an den Oberflächen der Membran und des Gegenkörpers fest haftet, und daß sich Halbleiterplättchen und Gegenkörper in einem Gehäuse befinden, das auf zwei gegenüberliegenden Seiten Öffnungen aufweist.
2. Druckmeßwandler nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Körper aus hochelastischem Material in mindestens zwei übereinanderliegenden Schichten aufgebracht ist, wobei die an das Halbleiterplättchen angrenzende Schicht einen Füllstoffanteil aufweist.
3. Druckmeßwandler nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß es sich bei dem hochelastischen Material vorzugsweise um Silikonkautschuk handelt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Druckmeßwandler zum Messen von absoluten Druckwerten und Differenzdruckwerten in flüssigen Medien, vorzugsweise für die intrakorporale Druckmessung in physiologischen Flüssigkeiten des Menschen. Die Anwendung erfolgt insbesondere in der Kardiologie, der Urologie und der Gastroenterologie.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Ein prinzipiell für das oben genannte Anwendungsgebiet geeigneter Druckmeßwandler ist in der DE-AS 22 06 624 beschrieben. Er verfügt über ein in einem Gehäuse abgedichtet angeordnetes Biegeelement, dessen durch Einwirkung des zu messenden Drucks verursachte Durchbiegung mittels Dehnungsmeßstreifen meßbar ist. Der technologische Fertigungsaufwand ist auf Grund des Aufbaus aus diskreten Elementen als verhältnismäßig hoch einzuschätzen. Das wegen der notwendigen Realisierung einer ebenen Druckeinleitungsfläche bei geringen Abmessungen des Wandlers sich zwangsläufig ergebende scharfkantige Gehäuse birgt eine Verletzungsgefahr des Patienten z. B. beim Einführen des Wandlers in die Blutgefäße in sich. Eine mögliche Ablagerung von Blutbestandteilen kann zur Thrombenbildung führen. Die Säuberung, Desinfektion und Sterilisation des Wandlers ist ebenfalls erschwert. Durch die hydrodynamisch ungünstige Form kann sich der Strömungswiderstand verfälschend auf die Druckmessungen bei strömenden Medien auswirken.

Technologisch vorteilhafter lassen sich Druckmeßwandler auf der Basis einer in Silizium integrierten druckabhängigen Widerstandsstruktur realisieren. In der US-PS 40 23 562 ist ein solcher Druckmeßwandler beschrieben, der über ein Halbleiterplättchen aus Silizium mit einem dünnen, flexiblen, als Membran ausgebildeten Mittelteil verfügt, 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 einem Referenzdruck beaufschlagbar ist. Als nachteilig ist anzusehen, daß der durch das Herausätzen der Membran entstehende Hohlraum keine ebene Druckeinleitungsfläche bildet, da sich die Meßbrücke aus Schutzgründen auf der dem Meßmedium abgewandten Seite der Membran befindet. Trotz einer damit erzielten gewissen Schutzwirkung kommt es zu nachteiligen Wechselwirkungen des Meßmediums mit der Brückenstruktur, z. B. durch Eindiffundieren von Ionen in die Siliziumoberfläche, wodurch die zeitliche Stabilität verringert wird. Auf Grund der geringen Dicke der Membran ergeben sich auch negative Auswirkungen durch kurzzeitige Temperaturschwankungen. Bei Überlastung des Wandlers ist eine Zerstörung der Membran möglich, wodurch auch eine unzumutbare Gefährdung der Patienten durch den Eintritt von Membranbruchstücken in die Blutbahn besteht.

Ein eventuell naheliegendes Einbetten des Wandlers in ein Metallgehäuse ähnlich DE-OS 22 06 624 würde bei Druckbelastungen zu Lageveränderungen des Elementes im Gehäuse und damit zu einem hohen Linearitätsfehler führen.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, bei geringem technologischen Herstellungsaufwand einen kleinen Linearitätsfehler, hohe zeitliche und thermische Stabilität, den Schutz vor Zerstörung und eine Vermeidung der Thrombosierung zu erreichen.

Wesen der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Wandler für die intrakorporale Druckmessung auf der Basis einer in Silizium integrierten druckabhängigen Widerstandsstruktur zu schaffen, in dem ein abgedünnter Bereich des Siliziums als Membran dient, wobei eine ebene Druckeinleitungsfläche geschaffen werden soll, die Lage des druckempfindlichen Elements durch Druckbelastung nicht beeinflußt werden darf, ein unmittelbarer Kontakt der Meßflüssigkeit mit dem Membranbereich verhindert wird und eine glatte, geschlossene Oberfläche des gesamten Druckwandlers erreicht wird, bei weitestgehender mechanischer Entkopplung des druckempfindlichen Elements vom Gehäuse.

Der erfindungsgemäße Druckmeßwandler verfügt über ein Halbleiterplättchen aus vorzugsweise 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 einem Referenzdruck beaufschlagbar ist.

Das Halbleiterplättchen und der Gegenkörper sind mit ihrem freien Ende in einem Körper aus hochelastischem Material mit geringer Oberflächenrauigkeit und geringer Stoffaustauschneigung gegenüber dem Meßmedium eingebettet, dessen Schichtdicke die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet und das an den Oberflächen der Membran und des Gegenkörpers fest haftet. Halbleiterplättchen und Gegenkörper befinden sich in einem Gehäuse, das auf zwei

gegenüberliegenden Seiten Öffnungen aufweist. Vorzugsweise ist der Körper aus hochelastischem Material in mindestens zwei übereinanderliegenden Schichten aufgebracht, wobei die an das Halbleiterplättchen angrenzende Schicht einen Füllstoffanteil aufweist. Vorteilhafterweise findet als hochelastisches Material Silikonkautschuk Verwendung.

Ausführungsbeispiel

Die Zeichnung zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckmeßwandlers zur Druckmessung in menschlichen Blutgefäßen.

Fig. 1: Längsschnitt durch den Druckmeßwandler

Fig. 2: Querschnitt durch den Druckmeßwandler in der Fig. 1 angegebenen Schnittebene

Für den angegebenen Anwendungsfall ist der Druckmeßwandler mit einem Katheter 1 versehen, der zur Einführung und Positionierung des Wandlers in den Blutgefäßen, der Zuführung des Referenzdruckmediums sowie der Anschlußdrähte 4 dient. Der Katheter 1 sitzt dabei auf einem Stutzen 2 fest auf, der zur Abdichtung eine Epoxydharzfüllung 3 aufweist, in der die Anschlußdrähte 4 vergossen sind. Das rohrförmige Gehäuse 5 aus Edelstahl verfügt über zwei Öffnungen 11, die an gegenüberliegenden Seiten angeordnet und so ausgeführt sind, daß das Gehäuse 5 an der Wandler Spitze in gabelförmigen, sich in axialer Richtung erstreckenden Zylinderwandsegmenten endet, die durch ein aus der Zeichnung nicht ersichtliches Querstück miteinander verbunden sind. Die Epoxydharzfüllung 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 verbunden sind. Das Halbleiterplättchen 7 ist mit einem Gegenkörper 8 aus Silizium verklebt, der im Bereich der Membran 10 über eine Ausnehmung verfügt, so daß er zusammen mit dem Halbleiterplättchen 7 eine Kammer 12 bildet, die mit einem Referenzdruck beaufschlagbar ist. Die für die Zuführung des Referenzdruckmediums erforderliche Kanüle durch die Epoxydharzfüllung 3 ist der besseren Übersicht halber in der Zeichnung nicht dargestellt. Die gabelförmigen Enden des Gehäuses 5 sind mit einer Epoxydharzspitze 9 versehen. Die Öffnungen des Gehäuses 5 sind vollständig mit Silikonkautschuk 6 ausgefüllt, der fest an den Oberflächen der Membran 10 und des Gegenkörpers 8 haftet. Die Füllung mit dem Silikonkautschuk 6 verläuft dabei an der Oberfläche vom rohrförmigen Teil des Gehäuses 5 bis zu dessen gabelförmigen Enden mit aufgesetzter Epoxydharzspitze 9 stromlinienartig, so daß eine hydrodynamisch günstige Form und eine ebene Druckeinleitungsfläche entsteht. Der Silikonkautschuk 6 ist mit einer Schichtdicke aufgebracht, die die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet (Dickungsverhältnis ca. 600:1). Damit ist ein ausgezeichneter mechanischer Schutz der Membran 10 des Halbleiterplättchens 7 gewährleistet. Die geringe Stoffaustauschneigung des Silikonkautschuks 6 reduziert die chemische und elektrische Beeinflussung des Halbleiterplättchens 7 durch das Meßmedium wesentlich, da in den Silikonkautschuk 6 eindringende Ionen in diesem verweilen und nach kurzer Zeit zu einem stabilen Zustand führen, wodurch sich eine hohe zeitliche Konstanz der Wandlerkennwerte, insbesondere des Nullpunktes, ergibt. Die Füllung mit Silikonkautschuk 6 verhindert ebenfalls das Eindringen von Membranbruchstücken bei Defekten in das Meßmedium, was bei medizinischen Anwendungen von außerordentlicher Bedeutung ist. Weiterhin ist eine sehr gute Wärmeisolation des Halbleiterplättchens gegeben und damit eine Unempfindlichkeit gegenüber kurzzeitigen Temperaturschwankungen. Die hydrodynamisch günstige Form und geringe Oberflächenrauigkeit ermöglicht eine einfache Platzierung des Wandlers im Gefäß und reduziert das Absetzen von Rückständen bei strömenden Medien, wodurch im medizinischen Anwendungsfall insbesondere die Thrombenbildung bei intravasaler Druckmessung vermieden wird.

Des weiteren wird die Säuberung, Desinfektion und Sterilisation erleichtert. Die durch die Öffnungen 11 ermöglichte beiderseitige Druckeinwirkung sorgt für eine stabile Lage des Halbleiterplättchens 7 und somit durch die Verhinderung einseitiger Krafteinwirkungen für den Ausschluß von Meßwertverfälschungen. Trotz der Tatsache, daß die Schichtdicke des Silikonkautschuks 6 die Membranstärke um ein Vielfaches überschreitet, hat dies überraschenderweise keinen wesentlichen Einfluß auf Übertragungsfaktor, Linearität und Hysteresefehler.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Silikonkautschuk in zwei übereinanderliegenden Schichten aufgebracht, wobei die in das Halbleiterplättchen angrenzende Schicht aus Silikonkautschuk mit einem ca. 10%igen Anteil aus Füllstoffen, z. B. Kreide, besteht, während es sich bei der darüberliegenden Schicht um reinen Silikonkautschuk handelt. Dies hat den Vorteil, daß eine sehr gute Haftung des Materials auf dem Halbleiterplättchen erreicht wird, während im oberflächennahen Bereich die Eigenschaften der besseren Formbarkeit, hohen Elastizität und geringen Oberflächenrauigkeit erhalten bleiben.

