



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 20 066 B4 2007.03.01**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 20 066.1**
 (22) Anmeldetag: **03.05.1999**
 (43) Offenlegungstag: **09.11.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **01.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B81B 3/00 (2006.01)**
G01P 15/125 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

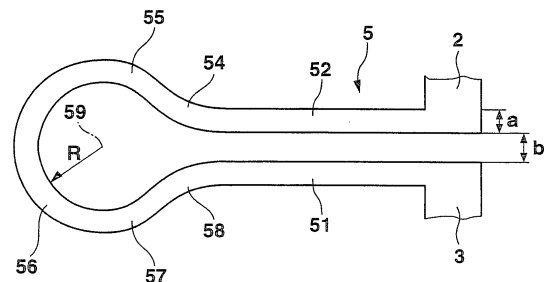
(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Kipp, Andreas, Dr., 72766 Reutlingen, DE; Hauer, Joerg, 72762 Reutlingen, DE; Lutz, Markus, 72762 Reutlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 195 03 236 A1
US 54 87 305 A
US 52 49 465 A

(54) Bezeichnung: **Sensor aus einem mehrschichtigen Substrat mit einem aus einer Halbleiterschicht herausstrukturierten Federelement**

(57) Hauptanspruch: Sensor aus einem mehrschichtigen Substrat (1) mit einer ersten Halbleiterschicht (6), in welcher wenigstens ein Federelement (5) mit zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden und an jeweils einem Endabschnitt miteinander verbundenen Schenkeln (51, 52) durch Strukturieren ausgebildet ist, wobei der erste Schenkel (51) an einem Lagerblock (3) festgelegt ist und der zweite Schenkel (52) mit einer relativ zu dem Lagerblock (3) beweglichen Masse (2) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Endabschnitte (54, 55, 57, 58) der Schenkel (51, 52) in Längsrichtung der Schenkel in der Ebene der Halbleiterschicht (6) zunächst gekrümmt voneinander weg gerichtet sind und anschließend gekrümmt zueinander hin gerichtet sind und sich in einem zentralen gekrümmten Bereich (56) miteinander vereinen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Sensor aus einem mehrschichtigen Substrat mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Stand der Technik

[0002] Ein derartiger Sensor ist beispielsweise aus der DE 195 03 236 A1 bekannt. Derartige Sensoren werden in Oberflächenmikromechanik aus einem mehrschichtigen Halbleitersubstrat hergestellt. Dabei wird in einer ersten Halbleiterschicht des Substrats eine bewegliche Masse durch Strukturieren ausgebildet, die über mehrere ebenfalls aus der Halbleiterschicht herausstrukturierte Federelemente an Lagerblöcken des Substrats befestigt ist. Die bewegliche Masse weist Elektrodenstrukturen auf die zusammen mit weiteren in der Halbleiterschicht ausgebildeten feststehenden Elektrodenstrukturen Kondensatoren bilden. Eine aus Trägheits- und/oder Corioliskräften resultierende Auslenkung der beweglichen Masse entgegen der Spannkraft der Federelemente verändert die Kapazität der Kondensatoren. Die Kapazitätsänderungen werden zur Bestimmung von Beschleunigungen oder Drehraten verwandt.

[0003] Die bekannten Sensoren verwenden U-förmige Federelemente, mit zwei parallel zueinander verlaufenden Schenkeln, die von einem gemeinsamen Verbindungssteg abstehen. Die Federelemente sind so ausgelegt, daß sie in Detektionsrichtung eine geringe Steifheit und in den anderen beiden Raumrichtungen eine hohe Steifheit aufweisen. Hierdurch können störende Einflüsse unterdrückt werden. Als nachteilig bei den bekannten Sensoren hat sich herausgestellt, daß die aus einem Stoß oder Aufprall resultierende Auslenkung der beweglichen Masse senkrecht zur Halbleiterschicht zu einem Bruch der Federelemente führt, die in dieser Richtung nicht stark belastbar sind. Es ist zwar möglich die Auslenkung der beweglichen Masse in der Ebene der Halbleiterschicht durch Anschläge zu begrenzen, jedoch kann eine Auslenkung der beweglichen Masse senkrecht zur Ebene der Halbleiterschicht nicht verhindert werden, da in dieser Richtung aus fertigungstechnischen Gründen keine Anschläge gebildet werden können. Bei den herkömmlichen Sensoren kann daher ein Bruch der Federelemente bei Stoß oder Schüttelbelastungen nicht vermieden werden.

Aufgabenstellung

Vorteile der Erfindung

[0004] Durch den Sensor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, werden die Nachteile des Standes der Technik vermieden. Dies wird erreicht, indem Endabschnitte der Schenkel des wenigstens einen Federelementes in der Ebene der

Halbleiterschicht in Längsrichtung der Schenkel zunächst gekrümmt voneinander weg gerichtet sind und anschließend gekrümmt zueinander hin gerichtet sind und sich miteinander in einem zentralen gekrümmten Bereich vereinen. Hierdurch werden im Verbindungsbereich der beiden Schenkel Ausbuchtungen gebildet, welche die im Material auftretenden Maximalspannungen bei einer Auslenkung der beweglichen Masse senkrecht zur Halbleiterschicht auf Werte reduzieren, bei denen das Bruchrisiko der Federelemente deutlich verringert werden kann. Außerdem weist das Federelement in der parallel zur Halbleiterschicht verlaufenden Detektionsrichtung weiterhin die erforderliche geringe Steifheit auf, so daß eine zuverlässige Auslenkung der beweglichen Masse auch bei kleinen Beschleunigungen weiterhin gewährleistet ist. Vorteilhaft macht die Geometrie des wenigstens einen Federelementes bei der Herstellung des Sensors keinen zusätzlichen Fertigungsaufwand erforderlich. Durch die geometrische Ausgestaltung des Federelementes wird die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Sensors erhöht.

[0005] Weiterbildungen der Erfindung und vorteilhafte Ausgestaltungen werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale ermöglicht.

[0006] Besonders vorteilhaft ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung bei dem die miteinander verbundenen Endabschnitte der beiden Schenkel des Federelementes einen Verbindungsbereich bilden, der aus mehreren sphärisch gekrümmten Bereichen zusammengesetzt ist.

Ausführungsbeispiel

Zeichnungen

[0007] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt

[0008] [Fig. 1](#) eine Aufsicht auf einen aus dem Stand der Technik bekannten Beschleunigungssensor mit Federelementen,

[0009] [Fig. 2](#) einen Querschnitt durch ein mehrschichtiges Substrat während der Herstellung des Sensors aus [Fig. 1](#),

[0010] [Fig. 3](#) einen Querschnitt durch den Sensor aus [Fig. 1](#) entlang der Linie III-III,

[0011] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht eines bekannten Drehratensensors mit Federelementen,

[0012] [Fig. 5](#) ein Federelement nach dem Stand der Technik,

[0013] [Fig. 6](#) ein Federelement des erfindungsge-

mäßen Sensors.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0014] In der [Fig. 1](#) wird eine Aufsicht auf einen aus dem Stand der Technik bekannten Beschleunigungssensor **1** gezeigt. Der Sensor weist eine bewegliche Masse auf, welche aus dem Zentralbalken **2** und den beweglichen Elektroden **21**, **22** gebildet wird. Die bewegliche Masse ist über bewegliche Federelemente **5** an feststehenden Lagerblöcken **3** des Substrats befestigt und kann durch eine Beschleunigung entlang der Längsachse des Zentralbalkens **2** aus ihrer Ausgangslage verschoben werden. Weiterhin weist der Sensor feststehende Elektroden **31**, **32** auf, die an Lagerbalken **4** aufgehängt sind. Die beweglichen Elektroden **21**, **22** und die feststehenden Elektroden **31**, **32** bilden Kondensatoren **41**, **42**. In der [Fig. 3](#) wird ein Querschnitt durch den Sensor aus [Fig. 1](#) entlang der Linie III-III gezeigt. Wie in der [Fig. 3](#) zu erkennen ist, ist der Sensor aus einem mehrschichtigen Substrat gebildet, welches eine erste Halbleiterschicht **6** aus Silicium und eine zweite Halbleiterschicht **8** umfaßt.

[0015] Die einzelnen Elemente des Sensors **1** sind im Wesentlichen aus der ersten Halbleiterschicht **6** herausstrukturiert. Die Federelemente **5**, der Zentralbalken **2** und die beweglichen Elektroden **21**, **22** sind aus der ersten Halbleiterschicht **6** herausstrukturiert und weisen einen Abstand zur zweiten Halbleiterschicht **8** auf. Diese Elemente sind daher gegenüber der zweiten Halbleiterschicht **8** beweglich. Die Lagerblöcke **3** der Federelemente **5** sind durch eine dielektrische Schicht **7** mit der zweiten Halbleiterschicht **8** verbunden. Die Lagerblöcke **3** sind in diesem Beispiel somit fest auf der zweiten Halbleiterschicht **8** verankert. Weiterhin sind die Lagerbalken **4** durch die dielektrische Schicht **7** mit der Halbleiterschicht **8** verbunden. Auch die Lagerbalken **4** sind somit fest auf der zweiten Halbleiterschicht **8** verankert. Die feststehenden Elektroden **31**, **32** sind an den Lagerbalken **4** aufgehängt. Die geometrischen Abmessungen der feststehenden Elektroden **31**, **32** sind derartig gewählt, daß sie bei Beschleunigungen nur unwesentlich ausgelenkt werden. Demgegenüber sind die Federelemente **5** derart ausgebildet, daß durch eine Beschleunigung entlang der Längsachse des Zentralbalkens **2** (Detektionsrichtung) eine Verformung der Federelemente **5** bewirkt wird. Wie in [Fig. 1](#) erkennbar ist, ist die bewegliche Masse **2**, **21**, **22** des Sensors **1** mit insgesamt vier im Wesentlichen U-förmigen Federelementen **5** an zwei Lagerblöcken **3** aufgehängt. Eine Auslenkung des Zentralbalkens **2** bewirkt, daß sich der Abstand der beweglichen Elektroden **21**, **22** zu den feststehenden Elektroden **31**, **32** verändert. Diese Veränderung des Abstandes der Elektroden untereinander kann nachgewiesen werden, indem die Kapazität zwischen den beweglichen Elektroden **21**, **22** und den feststehenden Elektroden

31, **32** gemessen wird. Der bekannte Sensor aus [Fig. 1](#) wird als kapazitiver Beschleunigungssensor verwandt.

[0016] Zur Kontaktierung der Elektroden sind Leiterbahnen **11** vorgesehen, durch die die Lagerblöcke **3** und Lagerbalken **4** kontaktiert werden. Durch die Leiterbahnen **11** kann dann eine direkte Verbindung zwischen dem Sensor **1** und einer Auswerteschaltung hergestellt werden. Da die Schichtdicke der ersten Halbleiterschicht **6** relativ zur Leiterbahndicke groß ist und die herausstrukturierten Elemente senkrechte Kanten aufweisen, sind Verbindungselemente **10** vorgesehen, die zwischen dem Lagerbalken **4** bzw. dem Lagerblock **3** und dem Rest der ersten Halbleiterschicht **6** angeordnet sind. Über diese Verbindungselemente **10** hinweg werden die Leiterbahnen geführt, so daß die Leiterbahnen nur geringe Höhenunterschiede überwinden müssen.

[0017] Die Lagerblöcke **3**, die Lagerbalken **4**, die Federelemente **5**, der Zentralbalken **2** und die Elektroden **21**, **22**, **31**, **32** sind hoch dotiert. Durch diese hohe Dotierung wird sichergestellt, daß die Elektroden als Kondensatorplatten wirken und so die Kapazitäten zwischen den Elektroden meßbar sind. Die Verbindungselemente **10** sind gering dotiert. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, daß der Sensor gegen die erste Halbleiterschicht **6** isoliert ist. Weiterhin wird durch diese Maßnahme eine Isolation der beweglichen Elektroden **21**, **22** gegen die feststehenden Elektroden **31**, **32** gewährleistet.

[0018] In den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) wird das bekannte Herstellungsverfahren der Sensoren erläutert. Auf einer zweiten Halbleiterschicht **8**, beispielsweise einem Siliciumwafer, wird eine dielektrische Schicht **7** und eine erste Halbleiterschicht **6** aus Silicium aufgebracht. Für die dielektrische Schicht **7** wird an die üblichen aus der Halbleiterfertigung bekannten dielektrischen Materialien wie Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder verschiedene Glasschichten gedacht. Für die weitere Beschreibung wird davon ausgegangen, daß es sich bei dem Material für die dielektrische Schicht **7** um Siliziumoxid handelt. Die dielektrische Schicht **7** kann, wie in der [Fig. 2](#) gezeigt wird, unterhalb der Sensorstruktur angeordnet sein. Wenn die dielektrische Schicht **7** strukturiert ist, wird die erste Halbleiterschicht **6** zweckmäßigerweise durch einen Abscheidungsprozeß aufgebracht. Dazu kann beispielsweise eine Polysiliciumschicht in der Dicke von wenigen µm aufgebracht werden. Die erste Halbleiterschicht **6** besteht dann vollständig aus Polysilicium. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Prozeß zu verwenden, der aus der Halbleiterherstellung zur Abscheidung von Epitaxieschichten bekannt ist. Nur über der dielektrischen Schicht **7** besteht die erste Halbleiterschicht **6** dann aus Polysilicium, während sie in den Bereichen, in denen die erste Halbleiterschicht **6** in unmittelbarem Kontakt zur einkristalli-

nen zweiten Halbleiterschicht **8** steht, aus einkristallinem Silicium besteht. Die mit dem Epitaxieprozeß erzielbaren Schichtdicken liegen in der Größenordnung von 10 bis 20 μm und sind deutlich dicker als bei der Verwendung eines Prozesses, der ein Polysilicium abscheidet. Bei der Epitaxie wird ein Prozeß verwendet, der eine schwach dotierte hochohmige erste Halbleiterschicht **6** aus Silicium bildet. Um zu erreichen, daß die Sensorstrukturen stark dotiert sind und die Verbindungselemente **10** schwach dotiert sind, wird eine Diffusionszone **17** eingebracht. Zu diesem Zweck wird eine Maskierung **15** aufgebracht, unterhalb derer keine Dotierung der ersten Halbleiterschicht **6** erfolgt. Durch einen Plasmaätzprozeß wird die erste Siliziumschicht **6** strukturiert (**Fig. 3**). Dabei werden die Lagerblöcke **3**, die Lagerbalken **4**, die Federelemente **5**, der Zentralbalken **2**, die Elektroden **21**, **22**, **31**, **32** und die Verbindungselemente **10** aus der ersten Halbleiterschicht **6** herausstrukturiert. Durch eine Maskierung werden die Bereiche der ersten Halbleiterschicht **6**, die nicht strukturiert werden sollen, geschützt. Ebenso werden die bereits aufgebrachten Leiterbahnen **11** und Passivierungsschichten **16** geschützt. Die Leiterbahnen **11** sind durch eine Passivierungsschicht **16** gegen die Siliciumschicht **6** isoliert. Nur im Bereich der Lagerblöcke **3** oder Lagerbalken **4** liegen die Leiterbahnen **11** unmittelbar auf dem Silicium auf. Nur an diesen Stellen erfolgt somit eine Kontaktierung des Sensors. In einem weiteren Ätzschritt wird dann die dielektrische Schicht **7** unterhalb der Federelemente **5**, des Zentralbalkens **2** und der beweglichen Elektroden **21**, **22** entfernt. Dies kann dadurch erfolgen, daß das mehrschichtige Substrat nach der Strukturierung der ersten Halbleiterschicht **6** mit einem Ätzmedium beaufschlagt wird, welches die dielektrische Schicht **7** ätzt. Aufgrund der relativ breiten Abmessungen der Lagerblöcke **3**, der Lagerbalken **4** und der Verbindungselemente **10** verbleibt unter diesen noch eine dielektrische Schicht **7**, sofern die Ätzung rechtzeitig unterbrochen wird. Die Federelemente **5**, der Zentralbalken **2** und die beweglichen und feststehenden Elektroden **21**, **22**, **31**, **32** sind jedoch von ihren geometrischen Abmessungen so bemessen, daß zu diesem Zeitpunkt die dielektrische Schicht **7** unter diesen Elementen bereits vollständig entfernt ist.

[0019] **Fig. 4** zeigt einen weiteren aus dem Stand der Technik bekannten Sensor **100** aus einem mehrschichtigen Substrat, der als Drehratensensor verwendet wird. Der Sensor **100** umfaßt zwei der in **Fig. 1** gezeigten Beschleunigungssensoren **1**. Jeder der beiden Beschleunigungssensoren **1** ist über vier Federelemente **5** an einer beweglichen Halbleiterplatte **101** beziehungsweise einer beweglichen Halbleiterplatte **102** befestigt. Die Halbleiterplatten **101**, **102** sind wiederum an ihren Randabschnitten **2a** über jeweils vier Federelemente **5a** an Lagerblöcken **3a** eines feststehenden Halbleiterrahmens **103** festgelegt. Im Betrieb werden die Halbleiterplatten **101**, **102** in

Richtung der Pfeile B in Schwingungen versetzt. Bei einer Drehung des Sensors **101** um die Z-Achse in **Fig. 4** werden die Beschleunigungssensoren **1** in Richtung der Pfeile A ausgelenkt. Mit dem Sensor **100** können auf diese Weise Drehraten gemessen werden.

[0020] Die in **Fig. 1** und **Fig. 4** gezeigten bekannten Sensoren verwenden sowohl für die Federelemente **5** als auch für die Federelemente **5a** die in **Fig. 5** gezeigte Geometrie und weisen zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Schenkel **51**, **52** auf. Ein erster Schenkel **51** ist an einem Ende mit dem Lagerblock **3** verbunden. Das andere Ende des Schenkels **51** ist mit einem Verbindungssteg **53** verbunden, mit dem auch der zweite Schenkel **52** verbunden ist. Das nicht mit dem Verbindungssteg **53** verbundene Ende des zweiten Schenkels **52** ist mit einer relativ zu dem Lagerblock **3** beweglichen Masse **2** verbunden. Wie in **Fig. 4** am besten zu erkennen ist, wird die maximale Auslenkung der Federelemente **5**, **5a** in x-Richtung und y-Richtung durch in der ersten Halbleiterschicht ausgebildete Anschläge begrenzt. Bei einer Auslenkung senkrecht zur Ebene des Substrats in Z-Richtung sind aber keine Anschläge vorhanden. Da die in **Fig. 5** gezeigten Federelemente bei einer Auslenkung in Z-Richtung nicht stark belastbar sind, brechen daher die Schenkel **51**, **52** von dem Verbindungssteg **53** ab. Der Sensor wird dadurch unbrauchbar. Die Belastbarkeit der Federelemente **5** in Z-Richtung kann durch eine Abrundung der durch den Verbindungssteg **53** und die Schenkel **51**, **52** gebildeten Kanten verbessert werden.

[0021] Bei dem erfindungsgemäßen Sensor werden die einstückig mit der ersten Halbleiterschicht **6** verbundenen Federelemente **5** oder die Federelemente **5a** des in **Fig. 4** dargestellten Drehratensensors mit der in **Fig. 6** dargestellten Geometrie hergestellt. Da die Federelemente wie oben beschrieben durch Ätzen aus der ersten Halbleiterschicht **6** gefertigt werden, ist dies vorteilhaft ohne größere Abänderungen des Herstellungsverfahrens möglich. Wie in **Fig. 6** zu erkennen ist, weist das aus Halbleitermaterial, beispielsweise Silicium, gefertigte Federelement **5** zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Schenkel **51**, **52** mit rechteckförmigem Querschnitt auf. Der Abstand b der Schenkel voneinander beträgt beispielsweise 4 μm , die Breite a eines Schenkels beispielsweise ebenfalls 4 μm . Der Schenkel **51** ist endseitig mit einem Lagerblock verbunden, der Schenkel **52** mit einer beweglichen Masse. Der Lagerblock kann beispielsweise der in **Fig. 4** dargestellte, fest mit der beweglichen Halbleiterplatte **101** verbundene Lagerblock **3** sein oder auch der fest mit der zweiten Halbleiterschicht **8** verbundene Lagerblock **3a**. Die bewegliche Masse kann beispielsweise der in **Fig. 1** gezeigte Zentralbalken **2** oder der in **Fig. 4** gezeigte Randabschnitt **2a** der Halbleiterplatten **101**, **102** sein. Der Lagerblock **3**, **3a** muß also nicht not-

wendig, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, an der zweiten Halbleiterschicht **8** fest verankert sein. Wesentlich ist, daß die bewegliche Masse und der Lagerblock relativ zueinander beweglich sind.

[0022] Wie nun weiterhin in [Fig. 6](#) dargestellt ist, sind die von dem Lagerblock **3** und der beweglichen Masse **2** abgewandten Endabschnitte der beiden Schenkel **51**, **52** in Längsrichtung der Schenkel in der Ebene der ersten Halbleiterschicht **6** zunächst gekrümmt voneinander weg gerichtet und anschließend gekrümmt zueinander hin gerichtet und vereinen sich in einem zentralen gekrümmten Bereich **56**. Der Verbindungsbereich der beiden Schenkel besteht hier aus beispielsweise fünf gekrümmten Bereichen **54**, **55**, **56**, **57** und **58**. Der zentrale gekrümmte Bereich **56** ist annähernd halbkreisförmig oder C-förmig ausgestaltet. An den zentralen Bereich **56** schließen sich zwei um etwa einen Achtelkreis gekrümmte Bereiche **55** und **57** an, die etwa um den gleichen Krümmungsmittelpunkt **59** gekrümmt sind. Daran schließen sich zwei weitere gekrümmte Bereiche **54**, **58** an, deren Krümmungsmittelpunkte oberhalb des Schenkels **52** und unterhalb des Schenkels **51** in [Fig. 6](#) liegen. An die gekrümmten Bereiche **54**, **58** schließen sich die Schenkel **51**, **52** an. Die Breite der gekrümmten Federbereiche entspricht etwa der Breite a der Schenkel **51**, **52**, kann aber auch größer oder kleiner sein. Der innere Krümmungsradius R des zentralen Bereiches **56** und der Bereiche **55**, **57** beträgt hier beispielsweise $11\ \mu\text{m}$ und ist damit immer deutlich größer als der Abstand b der Schenkel **51** und **52**. Aber auch andere Krümmungsradien sind möglich. Vorzugsweise liegt der Krümmungsradius R zwischen 5 und $20\ \mu\text{m}$. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die gekrümmten Bereiche **54** bis **58** als im Wesentlichen sphärisch gekrümmte Bereiche auszugestalten. Darüber hinaus ist es natürlich auch möglich, eine Krümmung mit einem variablen oder nicht sphärischen Krümmungsradius zu verwenden und gleichzeitig die Breite der gekrümmten Bereiche zu verändern. Wichtig ist, daß die gekrümmten Bereiche **54**, **58**, welche sich unmittelbar an die parallelen Abschnitte der Schenkel **51**, **52** anschließen, zunächst voneinander weggekrümmt sind und sich anschließend wieder zueinander hinkrümmen bis sie sich in einem gemeinsamen Krümmungsbereich **56** ohne Kante oder Knick vereinen. Kantige Strukturen an der Außen- und Innenwandung der Federelemente im Verbindungsbereich der beiden parallelen Schenkel, welche einen Bruch der Federelemente bei einer Auslenkung in Z-Richtung zur Folge haben können, werden auf diese Weise vermieden.

Patentansprüche

1. Sensor aus einem mehrschichtigen Substrat (**1**) mit einer ersten Halbleiterschicht (**6**), in welcher wenigstens ein Federelement (**5**) mit zwei im Wesentlichen parallel zueinander verlaufenden und an

jeweils einem Endabschnitt miteinander verbundenen Schenkeln (**51**, **52**) durch Strukturieren ausgebildet ist, wobei der erste Schenkel (**51**) an einem Lagerblock (**3**) festgelegt ist und der zweite Schenkel (**52**) mit einer relativ zu dem Lagerblock (**3**) beweglichen Masse (**2**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endabschnitte (**54**, **55**, **57**, **58**) der Schenkel (**51**, **52**) in Längsrichtung der Schenkel in der Ebene der Halbleiterschicht (**6**) zunächst gekrümmt voneinander weg gerichtet sind und anschließend gekrümmt zueinander hin gerichtet sind und sich in einem zentralen gekrümmten Bereich (**56**) miteinander vereinen.

2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Federelement (**5**) aus Silicium besteht.

3. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die miteinander verbundenen Endabschnitte der beiden Schenkel (**51**, **52**) des Federelementes (**5**) einen Verbindungsbereich bilden, der aus mehreren gekrümmten Bereichen (**54**, **55**, **56**, **57**, **58**) zusammengesetzt ist.

4. Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gekrümmten Bereiche (**54**, **55**, **56**, **57**, **58**) im Wesentlichen sphärisch gekrümmt sind.

5. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Krümmungsradius R im Verbindungsbereich der Schenkel (**51**, **52**) größer als der Abstand b der parallelen Schenkelabschnitte ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1 (Stand der Technik)

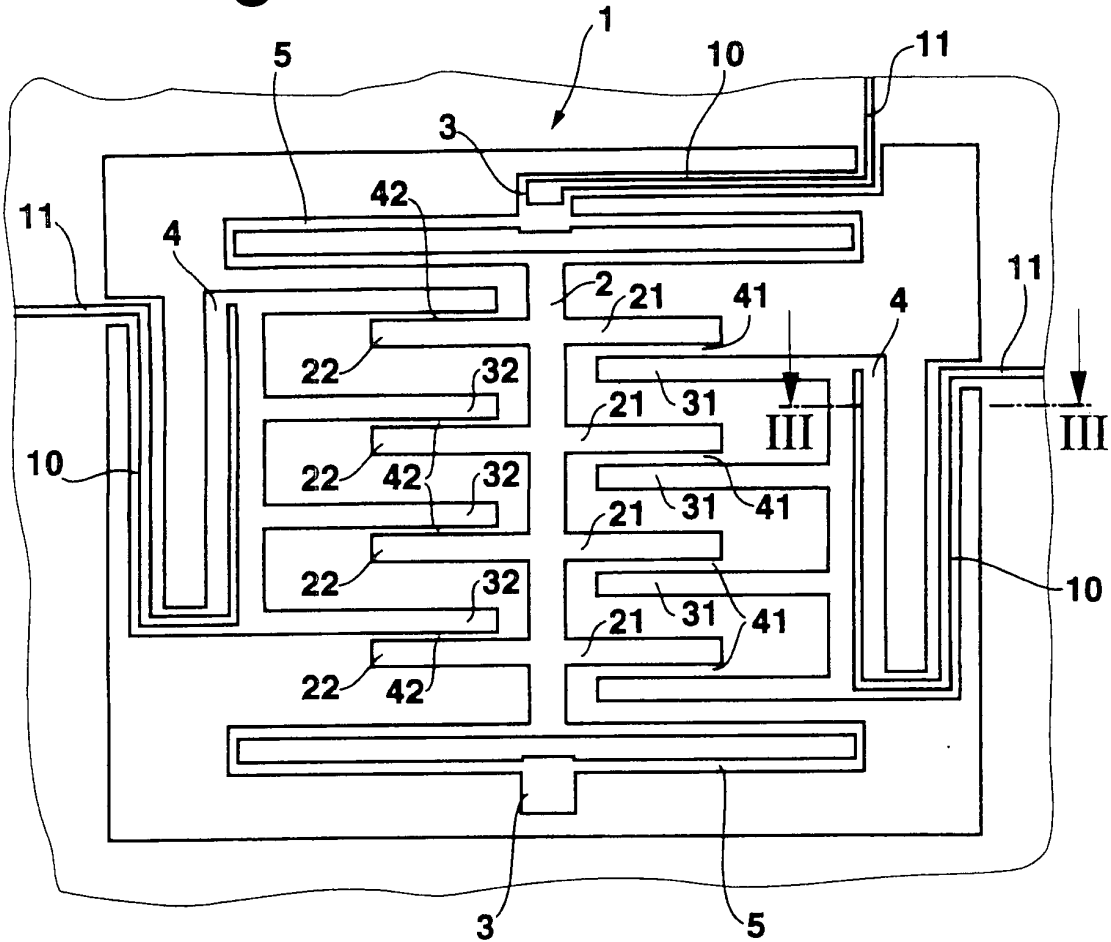


Fig. 2

(Stand der Technik)

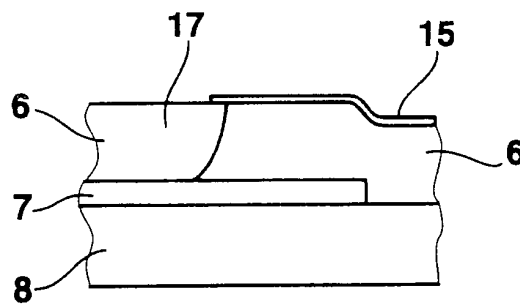


Fig. 3

(Stand der Technik)

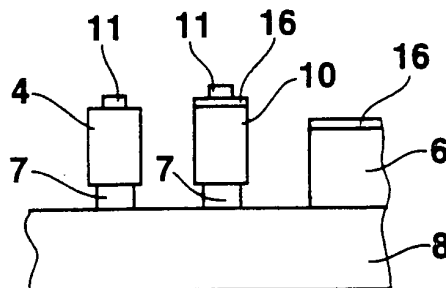
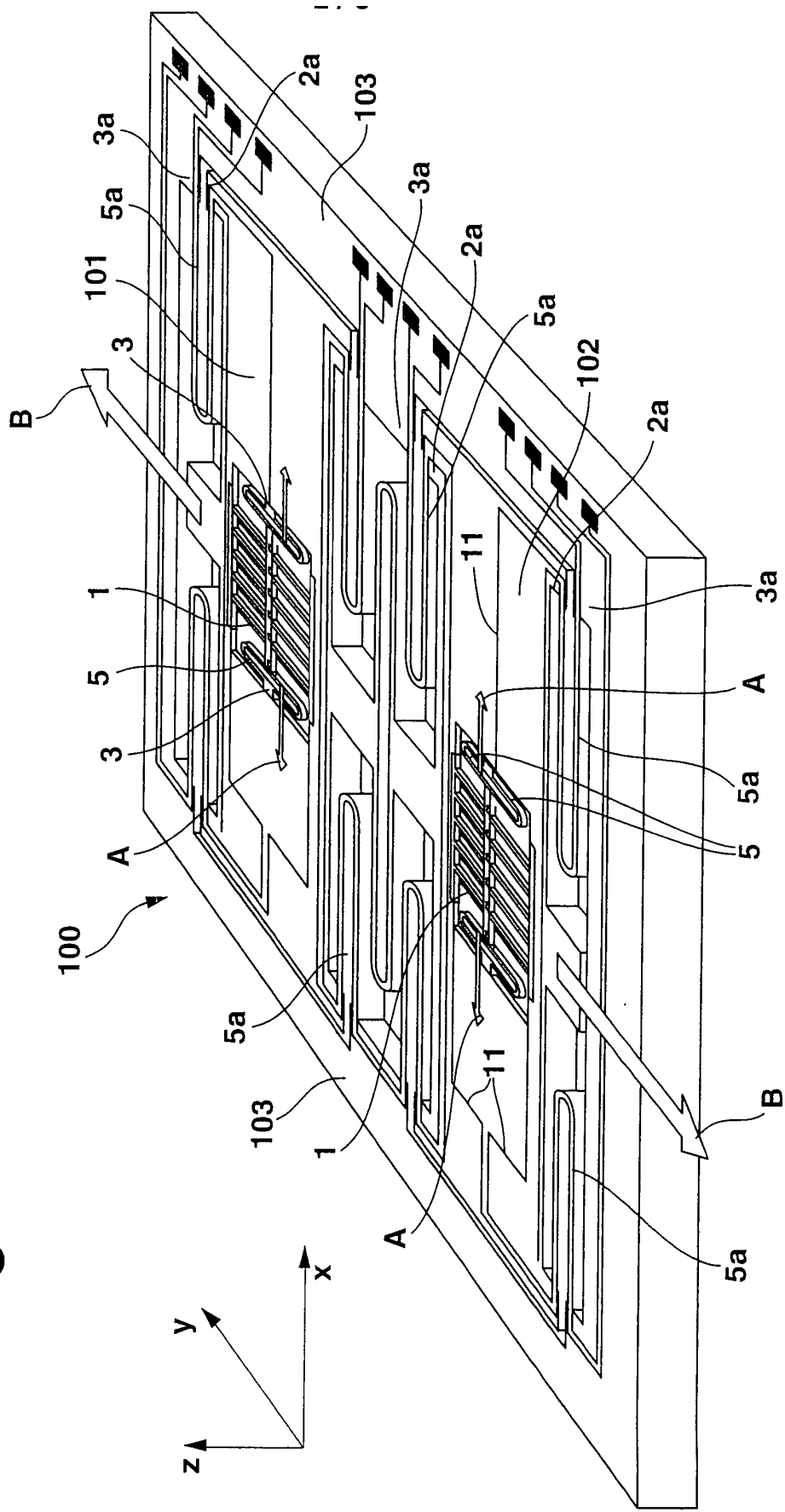


Fig. 4 (Stand der Technik)



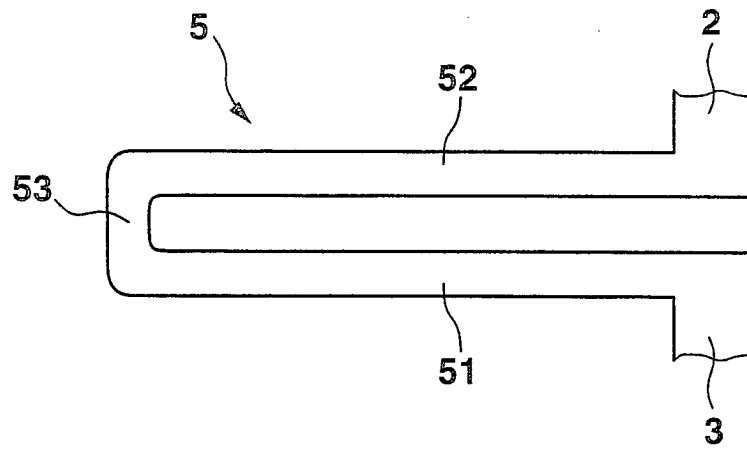


Fig. 5 (Stand der Technik)

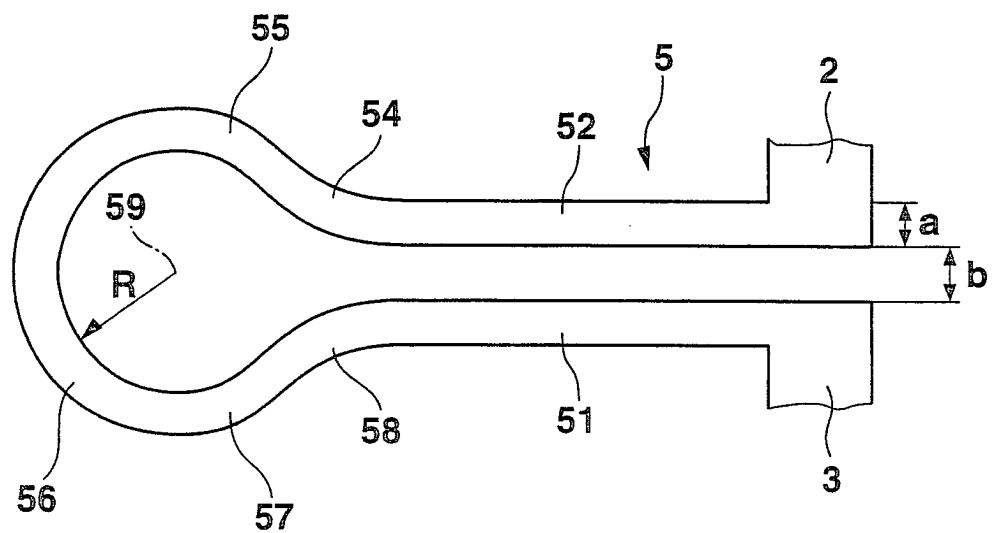


Fig. 6