



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 000 058 A1** 2010.07.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 000 058.5**

(22) Anmeldetag: **07.01.2009**

(43) Offenlegungstag: **08.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01L 9/00** (2006.01)
G01L 19/14 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

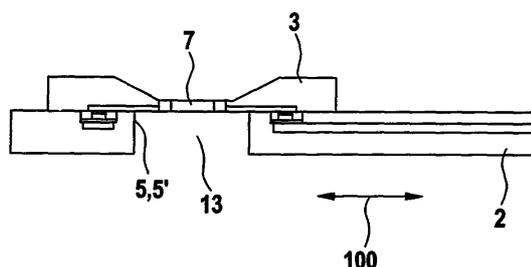
(72) Erfinder:

Benzel, Hubert, 72124 Pliezhausen, DE;
Guenschel, Roland, 72770 Reutlingen, DE;
Guenschel, Harald, 96161 Gerach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sensoranordnung und Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Sensoranordnung, insbesondere eine Drucksensoranordnung, mit einem eine Hauptstreckungsebene aufweisenden Substrat und einem im Wesentlichen parallel zur Hauptstreckungsebene ausgerichteten Sensorelement, wobei das Substrat ein keramisches Material umfasst, wobei das Substrat wenigstens eine Leiterbahn aufweist und wobei das Sensorelement in einem ersten Kontaktbereich mittels Flip-Chip-Technologie elektrisch leitfähig mit der wenigstens einen Leiterbahn verbunden ist und wobei ferner das Sensorelement in einem zweiten Kontaktbereich mechanisch mit dem Substrat verbunden ist, wobei im zweiten Kontaktbereich eine anodische Bondverbindung vorgesehen ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Sensoranordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Solche Sensoranordnungen sind allgemein bekannt. Beispielsweise ist aus der Druckschrift DE 102 05 127 A1 ein elektronisches Halbleiterbauteil mit einem Halbleiterchip, der eine als Sensor- und/oder Aktoroberfläche fungierende aktive Chipfläche auf einer aktiven Vorderseite aufweist, die von einem erhabenen Metallrahmen eingefasst ist, bekannt, wobei der Halbleiterchip mit seiner aktiven Vorderseite in Flip-Chip-Technik auf einem Trägersubstrat angeordnet ist, wobei der Halbleiterchip in ein Kunststoff-Gehäuse eingefasst wird und wobei das Trägersubstrat vorzugsweise ein Keramik-Material umfasst. Nachteilig an diesem Halbleiterbauteil ist, dass zur seitlichen hermetischen Abdichtung der aktiven Chipfläche der Metallrahmen vorgesehen ist, welcher auf der Chipfläche zusätzlich hergestellt bzw. befestigt werden muss. Ferner weist der Metallrahmen aufgrund seiner Ausbildung aus Metall eine von dem Halbleiterchip und dem Keramik-Material verschiedenen thermischen Expansionskoeffizienten auf, so dass besonders nachteilig zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat thermomechanische Spannungen auftreten. Aus der Druckschrift WO 2005/042 426 A2 ist ferner eine Glaskeramik bekannt, welche anodisch mit Silizium gebondet werden kann.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Sensoranordnung und das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung gemäß den nebengeordneten Ansprüchen haben gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass das Sensorelement und das Substrat in einem vergleichsweise kostengünstigen Verfahren sowohl elektrisch leitfähig über den ersten Kontaktbereich, als auch mechanisch über den zweiten Kontaktbereich in nur einem einzigen Verfahrensschritt (entspricht dem zweiten Verfahrensschritt) miteinander zu verbinden sind. Die Herstellungskosten werden somit in erheblicher Weise gesenkt, da im Vergleich zum Stand der Technik wenigstens ein zusätzlicher Herstellungsschritt, wie Herstellung einer mechanischen Verbindung, Aufkleben des Metallrings, Verlöten des Metallrings, etc., vollständig einsparbar ist. Zudem wird die mechanische Belastbarkeit der mechanischen Verbindung zwischen dem Substrat und dem Sensorelement erhöht, da zusätzlich zur Verbindung in FlipChip-Technologie eine rein mechanische Fixierung des Sensorelements gegenüber dem Substrat in Form des zweiten Kontaktbereichs vorgesehen ist. Das Substrat umfasst ein keramisches Material, so dass ein

thermischer Expansionskoeffizient des Substrats ähnlich dem thermischen Expansionskoeffizienten des Sensorelements ist, wobei das Sensorelement Halbleitermaterial und insbesondere Silizium umfasst. Die anodische Bondverbindung im zweiten Kontaktbereich gewährleistet dabei in vorteilhafter Weise, dass im Bereich der mechanischen Kontaktierung zwischen dem Substrat und dem Sensorelement keine thermomechanischen Spannungen auftreten. Dies wird dadurch erreicht, dass die anodische Bondverbindung kein zusätzliches Bondmaterial benötigt, welches zwangsläufig zusätzliche thermische Expansionskoeffizienten aufweisen würde. Vielmehr weist die anodische Bondverbindung insbesondere einen thermischen Expansionskoeffizienten auf, welcher im Wesentlichen mit dem thermischen Expansionskoeffizienten des Sensorelements und mit dem thermischen Expansionskoeffizienten des Substrats vergleichbar ist. Im Gegensatz zum Stand der Technik wird somit eine vergleichsweise gute Anpassung des thermischen Expansionskoeffizienten des Substrats an den thermischen Expansionskoeffizienten des Sensorelements über den zweiten Kontaktbereich erzielt, so dass die Gefahr von Beschädigungen der Sensoranordnung, beispielsweise durch die Ablösung des Sensorelements von dem Substrat, durch Rissbildungen im Kontaktbereich oder durch Beschädigungen des Sensorelements, und/oder die Beeinträchtigungen der Messgenauigkeit des Sensorelements, beispielsweise durch Verwölbungen, mechanische Verzerrungen oder Verkippen des Sensorelements gegenüber dem Substrat, wirksam unterbunden werden. Die erfindungsgemäße Sensoranordnung weist somit im Vergleich zum Stand der Technik eine höhere mechanische Stabilität, eine bessere Temperaturbeständigkeit und eine höhere Messgenauigkeit auf. Eine Verbindung in Flip-Chip-Technologie im Sinne der vorliegenden Erfindung umfasst alle Arten von Verbindung zwischen zwei im Wesentlichen planparallelen Kontaktierungsflächen (face-to-face), wobei vorzugsweise Kügelchen aus leitfähigem Material ("Bumps") zwischen den zwei Kontaktierungsflächen angeordnet werden. Die Kügelchen werden dabei vorzugsweise erhitzt und umfassen insbesondere eine Lötpaste oder einen elektrisch leitfähigen Kleber, welcher vorzugsweise isotrop oder anisotrop leitend vorgesehen ist. Das, insbesondere mehrlagige, Substrat umfasst insbesondere die Funktion einer konventionellen Leiterplatte und weist dazu eine Mehrzahl von Leiterbahnen auf, welche parallel und/oder senkrecht zur Haupterstreckungsebene voneinander benachbart und elektrisch voneinander isoliert sind. Das Substrat weist zudem insbesondere eine anodisch bondbare Glaskeramikoberschicht auf.

[0004] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen zu entnehmen.

[0005] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Sensorelement eine Druckmembran aufweist, wobei bevorzugt im Bereich der Druckmembran piezoresistive Elemente und/oder eine Kaverne mit einem Referenzdruck angeordnet sind. Besonders vorteilhaft umfasst die Sensoranordnung somit ein Sensorelement in Form eines Drucksensors, so dass die Sensoranordnung zur Messung von Drücken nutzbar ist, wobei die Auslenkung der Druckmembran senkrecht zur Haupterstreckungsebene in Abhängigkeit eines zu messenden Drucks mittels der piezoresistiven Element messbar ist. Aufgrund der Integration einer Kaverne in die Druckmembran ermöglicht die Sensoranordnung besonders vorteilhaft die Bestimmung eines Absolutdruckes in Abhängigkeit des gemessenen Drucks und eines in der Kaverne eingeschlossenen bekannten Referenzdrucks. Das Sensorelement wird vorzugsweise auf einer dem Substrat abgewandten zweiten Seite mit dem Messmedium, welches den zu messenden Druck aufweist, beaufschlagt. Die Kaverne wird vorzugsweise durch die Erzeugung und Ätzung von porösen Schichten in der Membran mittels APSM-Technologie erzeugt.

[0006] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass der zweite Kontaktbereich als wenigstens ein Bondring ausgebildet ist, wobei bevorzugt die Projektion des wenigstens einen Bondrings senkrecht zur Haupterstreckungsebene die Druckmembran umschließend vorgesehen ist. Besonders vorteilhaft umfasst der Bondring somit eine Barriere für das Messmedium, so dass in vorteilhafter Weise zwei Druckräume mittels des Bondrings voneinander trennbar sind und/oder der erste Kontaktbereich, elektrische und/oder elektronische Schaltungen von dem Messmedium isoliert und dadurch geschützt werden. Eine Passivierung des ersten Kontaktbereichs, der elektrischen und/oder elektronischen Schaltungen beispielsweise mittels eines Gels ist somit vollständig einparbar.

[0007] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Sensorelement eine Schaltung aufweist, welche auf einer dem Substrat senkrecht zur Haupterstreckungsebene zugewandten ersten Seite des Sensorelements angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist somit die Schaltung mittels des ersten Kontaktbereichs direkt mit dem Substrat elektrisch leitfähig zu verbinden, so dass die Schaltung ohne Verwendung von Durchkontaktierungen oder vergleichsweise empfindlicher und aufwändig herzustellender Bonddrahtverbindungen in Flip-Chip-Technologie mit dem Substrat elektrisch leitfähig zu verbinden ist. Die Schaltung ist dadurch über die Leiterbahnen des Substrats kontaktierbar und insbesondere ansteuerbar und/oder auslesbar. Bei einer Druckbeaufschlagung des Sensorelements mit dem Messmedium auf der zweiten Seite wird die Schaltung durch das Sensorelement und insbeson-

dere durch den Bondring vor dem Messmedium isoliert und somit geschützt. Das Sensorelement weist auf der zweiten Seite vorzugsweise eine Vertiefung im Bereich von der Druckmembran auf.

[0008] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass zwischen dem Substrat und der Druckmembran ein weiterer Referenzdruck eingeschlossen ist, wobei bevorzugt das Substrat im Bereich der Druckmembran eine Aussparung aufweist. Besonders vorteilhaft ist der weitere Referenzdruck zwischen dem Substrat und dem Sensorelement, vorzugsweise mittels des Bondrings, hermetisch eingeschlossen, so dass besonders vorteilhaft keine Kaverne in der Druckmembran benötigt wird. Zur Ausbildung eines ausreichend großen Druckraums für den weiteren Referenzdruck weist das Substrat vorzugsweise die Aussparung auf.

[0009] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Substrat einen Schichtaufbau umfasst und/oder dass das Substrat im Bereich der Druckmembran einen Kanal aufweist und/oder dass die Leiterbahnen Durchkontaktierungen umfassen. Besonders bevorzugt ist die erste Seite des Sensorelements mittels des Kanals mit einem Druckraum verbunden, welcher mittels des Kanals von dem Sensorelement beabstandet ausbildbar oder anschließbar ist. Besonders bevorzugt ist der Kanal als Durchlass im Substrat ausgebildet, so dass die Druckmembran als Differenzdrucksensor zwischen einem Druck auf einer Oberseite und einem weiteren Druck auf einer der Oberseite senkrecht zur Haupterstreckungsebene gegenüberliegenden Unterseite fungiert, wobei besonders bevorzugt der erste Druck von dem weiteren Druck durch den Bondring getrennt ist. Alternativ wird der zu messende Druck auf der ersten Seite und/oder auf einer der ersten Seite senkrecht zur Haupterstreckungsebene eingestellt, so dass in vorteilhafter Weise mittels der Sensoranordnung wahlweise ein Absolutdrucksensor oder ein Differenzdrucksensor realisierbar ist. Aufgrund des Mehrlagenaufbaus ist die Realisierung von im Substratmaterial vergrabenen Leiterbahnen im Substrat möglich, wodurch in vorteilhafter Weise ein vergleichsweise guter Korrosionsschutz der Leiterbahnen gewährleistet ist.

[0010] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Substrat und/oder das Sensorelement eine Antihafbeschichtung aufweisen. Besonders vorteilhaft verhindert die Antihafbeschichtung Ablagerungen auf dem Substrat und/oder auf dem Sensorelement. Ferner werden die Auswirkungen von Vereisungen auf die Sensoranordnung reduziert.

[0011] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung, wobei in einem ersten Verfahrens-

schritt das Substrat und das Sensorelement bereitgestellt werden, wobei in einem zweiten Verfahrensschritt im Wesentlichen gleichzeitig sowohl der erste Kontaktbereich zwischen dem Sensorelement und der wenigstens einen Leiterbahn mittels Flip-Chip-Technologie, als auch der zweite Kontaktbereich zwischen dem Sensorelement und dem Substrat durch anodisches Bonden hergestellt werden. Wie oben bereits detailliert ausgeführt, wird somit eine vergleichsweise kostengünstige Herstellung der Sensoranordnung mit im Vergleich zum Stand der Technik weniger Herstellungsschritten ermöglicht, wobei die Sensoranordnung darüberhinaus im Vergleich zum Stand der Technik eine höhere mechanische Stabilität, eine bessere Temperaturbeständigkeit und eine höhere Messgenauigkeit aufweist.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass im zweiten Verfahrensschritt sowohl zwischen dem Sensorelement und dem Substrat eine Gleichspannung angelegt wird, als auch in einem Bereich zwischen dem Sensorelement und dem Substrat eine Temperaturerhöhung, vorzugsweise mittels Ultraschalleinstrahlung, durchgeführt wird. Besonders vorteilhaft wird durch die Erhöhung der Temperatur der erste Kontaktbereich und zusätzlich durch die angelegte Gleichspannung der zweite Kontaktbereich ausgebildet. Besonders bevorzugt wird dabei das Sensorelements senkrecht zur Hauptstreckungsrichtung in Richtung des Substrat druckbeaufschlagt, um eine möglichst festen und dichten zweiten Kontaktbereich herzustellen.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass in einem dritten Verfahrensschritt zeitlich vor dem zweiten Verfahrensschritt eine anodisch bondbare Glaskeramikkpaste auf das Substrat gedruckt wird und/oder dass in einem vierten Verfahrensschritt zeitlich nach dem dritten Verfahrensschritt das Substrat gesintert und insbesondere anschließend poliert wird, so dass in vorteilhafter Weise eine polierte Keramikoberfläche auf dem Substrat erzeugt wird. Die erste Seite des Sensorelements weist im Bereich des zweiten Kontaktbereichs vorzugsweise eine unpassivierte und vergleichsweise glatte Siliziumoberfläche auf.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass in einem fünften Verfahrensschritt zeitlich vor dem zweiten und/oder dritten Verfahrensschritt Kontaktpads der Leiterbahnen auf das Substrat gedruckt werden und/oder dass in einem sechsten Verfahrensschritt zeitlich nach dem fünften und/oder vierten Verfahrensschritt Bondkügelchen auf den Kontaktpads angeordnet werden. Besonders vorteilhaft werden die Kontaktpads und/oder die Bondkügelchen auf das Substrat aufgedruckt, so dass eine vergleichsweise kostengünstige Realisierung des ersten Kontaktbereichs ermöglicht wird.

[0015] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0016] Es zeigen

[0017] [Fig. 1a](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0018] [Fig. 1b](#) eine schematische Seitenansicht einer Vorläuferstruktur zur Herstellung einer Sensoranordnung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0019] [Fig. 1c](#) eine vergrößerte Perspektivansicht eines Teilbereichs der Vorläuferstruktur zur Herstellung einer Sensoranordnung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0020] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0021] [Fig. 3](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0022] [Fig. 4](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0023] [Fig. 5](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0024] [Fig. 6](#) eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung **1** gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

[0025] [Fig. 7](#) eine schematische Seitenansicht einer Mehrzahl von weiteren Vorläuferstrukturen **1''** zur Herstellung einer Sensoranordnung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] In den Figuren sind gleiche Elemente stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher in der Regel auch jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

[0027] In [Fig. 1a](#) ist eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung **1** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und in [Fig. 1b](#) eine schematische Seitenansicht einer Vorläuferstruktur **1'** zur Herstellung einer Sensoranordnung **1** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die Sensoranordnung **1** in Form einer Drucksensoranordnung ausgebildet ist, wobei die Sensoranordnung **1** ein eine Hauptstreckungsebene **100** aufweisendes Subst-

rat **2** und ein im Wesentlichen parallel zur Hauptstreckungsebene **100** ausgerichtetes Sensorelement **3** umfasst, wobei das Sensorelement **1** eine Druckmembran **7** aufweist, wobei die Druckmembran **7** auf einer ersten dem Substrat **2** zugewandten Seite **3'** des Sensorelements **1** angeordnet ist und wobei im Bereich der Druckmembran **7** auf einer der ersten Seite **3'** senkrecht zur Hauptstreckungsebene **100** gegenüberliegenden zweiten Seite **3''** eine Einkerbung **9'** aufweist. Im Bereich der Druckmembran **7** sind piezoresistive Elemente **8** angeordnet, welche eine Auslenkung der Druckmembran **7** relativ zum Sensorelement und im Wesentlichen senkrecht zur Hauptstreckungsebene **100** in Abhängigkeit eines auf die zweite Seite **3''** wirkenden Drucks eines Messmediums messen. Optional ist auf der ersten Seite **3'** eine nicht abgebildete elektrische und/oder elektronische Schaltung insbesondere zur Auswertung von Messsignalen der piezoresistiven Elemente **8** angeordnet. Die piezoresistiven Elemente **10** sind vorzugsweise in Brückenschaltungen, wie beispielsweise in eine Wheatstone Brücke, angeordnet. Die Druckmembran **7** bzw. die Einkerbung **9'** wird beispielsweise mittels anisotropen KOH-Ätzen hergestellt. Das Sensorelement **3** umfasst insbesondere Silizium. Das Substrat **2** umfasst ein keramisches Material, in welches eine Mehrzahl von elektrisch leitfähiger Leiterbahnen **6** eingebettet sind. Das Sensorelement **3** ist mittels zwei erster Kontaktbereiche **4** mit den Leiterbahnen **6** elektrisch leitfähig verbunden, so dass die piezoresistiven Elemente **10** und/oder die Schaltungen mittels der Leiterbahnen **10** ansteuerbar bzw. auslesbar vorgesehen sind. Die ersten Kontaktbereiche **4** umfassen eine Flip-Chip-Technologie, so sind beispielsweise im ersten Kontaktbereich **4** Lötbumps **4'** angeordnet, welche den elektrisch leitfähigen Kontakt vorzugsweise in einem Thermokompressions-Bondverfahren herstellen, welches besonders bevorzugt bei Temperaturen zwischen 300 und 500 Grad Celsius durchgeführt wird. Das Sensorelement **3** ist ferner in einem zweiten Kontaktbereich **5** mechanisch mit dem Substrat **2** verbunden, wobei der zweite Kontaktbereich **5** eine anodische Bondverbindung zwischen dem Sensorelement **3** und dem Substrat **2** umfasst. Das Sensorelement **3** weist im zweiten Kontaktbereich **5** eine unpassivierte und glatte Siliziumoberfläche auf, während das Substrat **2** im zweiten Kontaktbereich **5** eine polierte Keramikoberfläche aufweist und wobei die anodische Bondverbindung zwischen diesen Oberflächen mit einer Gleichspannung zwischen bevorzugt 500 und 1500 Volt, besonders bevorzugt 850 und 1150 Volt und ganz besonders bevorzugt im Wesentlichen 1000 Volt zwischen dem Sensorelement **3** und dem Substrat **2** hergestellt wird. Das Substrat **2** wird vorher vorzugsweise mit einer anodisch bondbaren Glaskeramikpaste im zweiten Kontaktbereich **5** bedruckt, welche beispielsweise in einem Siebdruckverfahren aufgebracht wird und eine Dicke senkrecht zur Hauptstreckungsebene von bevorzugt 5 bis 15

Mikrometer, von besonders bevorzugt 9 bis 11 Mikrometer und ganz besonders bevorzugt von im Wesentlichen 10 Mikrometer umfasst. Das Substrat **2** weist im Bereich der Druckmembran **7** eine Aussparung **9** auf, welche zusammen mit dem ersten Kontaktbereich **4**, der ersten Seite **3'** der Druckmembran **7** und/oder den optionalen Schaltungen durch die anodische Verbindung im zweiten Kontaktbereich **5**, welche vorzugsweise parallel zur Hauptstreckungsebene **100** als geschlossener Ring um die Druckmembran **7** ausgebildet ist, von dem Messmedium auf der zweiten Seite **3''** isoliert und somit vor Korrosion geschützt sind. Besonders vorteilhaft ist die Aussparung **9** derart ausgebildet, dass eine Auslenkung der Druckmembran **7** in Richtung Substrat **2** ermöglicht wird und die Wandung der Aussparung **9** gleichzeitig als Anschlag für zu große Auslenkungen der Druckmembran **7** fungiert. In der Aussparung **9** wird vorzugsweise ein Referenzdruck, insbesondere ein Referenzvakuum, eingestellt, so dass mittels der durch die piezoresistiven Elemente **8** gemessenen Auslenkung der Druckmembran **7** ein Absolutdruck des Messmediums bestimmbar ist. Das Sensorelement **3** und das Substrat **2** weisen auf dem Messmedium ausgesetzten Flächen vorzugsweise eine Antihafbeschichtung **10** auf. Das Substrat **2** umfasst vorzugsweise einen Schichtaufbau, so dass eine Mehrzahl von Leiterbahnen **6** in das Substrat **2** eingebettet sind, welche senkrecht und/oder parallel zueinander beabstandet, voneinander isoliert und gleichzeitig vor Korrosion geschützt sind. Voraussetzung für die anodische Bondverbindung im zweiten Kontaktbereich **5** ist eine polierte Keramikoberfläche und eine unpassivierte, glatte Oberfläche in dem definierten Bondbereich auf der Vorderseite des Sensorelements **3**. Geeignete Antihafschichten **10** für vergleichsweise hohe Temperaturen können beispielsweise aus Siliziumkarbid oder Siliziumnitrid bestehen, für niedrigere Temperaturen eignet sich beispielsweise Silanisieren. Für die elektrische Verbindung im ersten Kontaktbereich **4** gibt es mehrere Möglichkeiten, hier einige Beispiele: Um die elektrische Kontaktierung zu realisieren werden Kontaktierpads des Sensorelements **3** mittels Thermokompressionsbonden (auch ultraschallunterstützt = Thermosonic-Bonding) mit den passend angeordneten Leiterbahnen **4** bzw. Kontaktierpads des Substrats **2** bzw. Keramikträgers verbunden. Die verwendeten hochschmelzenden Lote für die Löt-Bumps **4'** sind zur Vermeidung von Hohlräumen vorzugsweise flussmittelfrei und -metallkompatibel zu den verwendeten Substratleiterbahnen, welche für Hochtemperaturanwendungen aus temperaturfesten Legierungen Au, Pt, Pd mit Sn oder Ni bestehen. Im (Keramik-)Substrat **2** befinden sich beispielsweise die Kontaktierpads in Vertiefungen, um die Löt-Bumps **4'** aufzunehmen. Die „Lot-Bumps“ **4'** werden vorzugsweise vor dem Flip-Chip-Prozess auf die metallisierten Kontaktierpads des Sensorelements **3** bzw. des Si-Chips gebondet. Eine weitere Möglichkeit die elektrische Verbindung im ersten

Kontaktbereich 4 herzustellen, ist die Verwendung von Leitklebern oder besser Dickschichtleiterpasten im ersten Kontaktbereich 4, die ähnlich wie Durchkontaktierungen innerhalb der LTCC oder HTCC-Keramik durch Drucken von Leitpaste in Bohrungen (Via-Filling) hergestellt werden. Die Herstellung des Substrates 2 mit eingebetteten Leiterbahnen 6 erfolgt beispielsweise mittels Dickschichttechnik. Die Leiterbahnen 6 werden dabei mit einer Sieb-Maske gedruckt, anschließend mit einer Glaskeramikpaste überdruckt und unter Druck gesintert, um die lateralen Abmessung durch die Sinterschwindung gering zu halten. Nur an den Stellen der späteren Anschlusspads der Leiterbahnen 6 zur Kontaktierung der Pads auf dem Sensorelement 5 bzw. Siliziumchip bleibt die Leiterbahn 6 frei. Die Abdeckung der Leiterbahnen 6 kann alternativ auch durch das Auflaminieren einer weiteren Glaskeramik-folie mit ausgesparten Bondpads erfolgen. Nach dem Sintern wird planarisiert z. B. durch Polieren um das anodische Bonden durchführen zu können. Anhand der in Fig. 1b dargestellte Vorläuferstruktur 1' ist das Substrat 3 nach dem Drucken der Leiterbahnen 6 bzw. der mit den Leiterbahnen elektrisch verbundenen Kontaktierpads für den Thermokompressions-Bondprozess dargestellt, wobei das Substrat 2 ferner mit der zum keramischen Substrat 2 kompatiblen, anodisch bondbaren Glaskeramikpaste bedruckt wird. Die Oberfläche des Substrats 2 wird anschließend gesintert und nach dem Sintern für das anodische Bonden plan poliert. Das insbesondere als Schichtaufbau ausgebildete Substrat 2 wird zur Einhaltung der Positioniergenauigkeit parallel zur Haupterstreckungsebene 100 vorzugsweise unter Belastung gesintert, so dass lediglich eine Sinterschwindung senkrecht zur Haupterstreckungsebene 100 auftritt. In Fig. 1c ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Teilbereichs der Vorläuferstruktur 1' zur Herstellung einer Sensoranordnung 1 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei in Fig. 1c ein Bondkugelnchen 4' dargestellt ist, welches auf eine Leiterbahn 6 bzw. auf ein mit einer Leiterbahn 6 elektrisch leitfähig verbundenen Kontaktierpad des Substrats 2 gebondet ist, bevor das Substratelement 3 mittels des Thermokompressions-Bondprozess mit dem Substrat 2 verbunden wird.

[0028] In Fig. 2 ist eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung 1 gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die zweite Ausführungsform im Wesentlichen identisch der ersten Ausführungsform illustriert in Fig. 1a ist, wobei das Substrat 2 im Bereich der Druckmembran 7 einen Kanal 13 in Form eines Durchlasses im Substrat 2 aufweist, so dass die Druckmembran 7 zusätzlich auch auf der ersten Seite 3' mit einem weiteren Messmedium beaufschlagbar ist. Die Sensoranordnung 1 ist somit zur Relativedruckmessung zwischen einem Druck des Messmediums und einem weiteren Druck des weiteren Mess-

mediums nutzbar. Das ersten Kontaktbereich 4 ist mittels eines weiteren zweiten Kontaktbereichs 5 in Form eines weiteren Bondrings vom weiteren Messmedium isoliert, wobei der ersten Kontaktbereich 4 zwischen dem Bondring und dem weiteren Bondring angeordnet ist.

[0029] In Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung 1 gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die dritte Ausführungsform im Wesentlichen identisch der zweiten Ausführungsform dargestellt in Fig. 2 ist, wobei in die Druckmembran 7 eine Kavertne 15 integriert ist, welche eine weiteren Referenzdruck aufweist, so dass die Sensoranordnung 1 ferner eine Absolutdruckmessung ermöglicht.

[0030] In Fig. 4 ist eine schematische Draufsicht einer Sensoranordnung 1 gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die vierte Ausführungsform im Wesentlichen der ersten Ausführungsform dargestellt in Fig. 1a ist, wobei die Sensoranordnung 1 einen hochtemperaturstabilen Absolutdrucksensor für Hochtemperaturanwendungen umfasst, wobei sich das Substrat 2 von einem "heißen" Bereich 300 bis zu einem "kalten" Bereich 301 erstreckt, wobei das Sensorelement 3 im "heißen" Bereich 300 angeordnet ist und mittels der Leiterbahnen 6 mit einer Auswertschaltung 303 auf einem zusätzlichen Chip 304 verbunden ist, wobei der zusätzliche Chip 304 im "kalten" Bereich 301 angeordnet ist.

[0031] In Fig. 5 ist eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung 1 gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die fünften Ausführungsform im Wesentlichen identisch der zweiten Ausführungsform dargestellt in Fig. 2 ist, wobei der Kanal 13 sich im Wesentlichen parallel zur Haupterstreckungsebene 100 erstreckt und nicht senkrecht zur Haupterstreckungsebene 100 einen Durchlass im Substrat darstellt. Durch den Kanal 14 im Substrat 2 ist besonders bevorzugt ein Referenzdruck von dem Sensorelement 3 beabstandet einstellbar. Vorzugsweise verläuft der Kanal 14 in einen "kalten" Bereich 301 und weist dort eine Steckerverbindung auf.

[0032] In Fig. 6 ist eine schematische Seitenansicht einer Sensoranordnung 1 gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die sechste Ausführungsform im Wesentlichen identisch der vierten Ausführungsform dargestellt in Fig. 4 ist, wobei die Sensoranordnung in einen Abgassensor 181 integriert ist, wobei der Abgassensor 181 eine Medienseite 115 zur Beaufschlagung des Sensorelements 3 mit dem Messmedium, eine Kontaktseite 116 zur Kontaktierung der Leiterbahnen 6 im Substrat 2 mittels einer Steckerverbindung 111 und einer Dichtung 116 zur gasdichten

Trennung der Medienseite **115** von der Kontaktseite **116**.

[0033] In [Fig. 7](#) ist eine schematische Seitenansicht einer Mehrzahl von weiteren Vorläuferstrukturen **1''** zur Herstellung einer Sensoranordnung gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei die weiteren Vorläuferstrukturen **1''** jeweils ein nichtvereinzelttes Sensorelement **3** und ein nichtvereinzelttes Substrat **2** aufweisen, welche mittels des ersten und zweiten Kontaktbereichs **4, 5** miteinander verbunden sind, wobei die jeweiligen Sensoranordnungen **1** insbesondere durch Sägen der nichtvereinzeltten Sensorelemente **3** und der nichtvereinzeltten Substrate **2** entlang vorbestimmter Schnittlinien **112** vereinzelt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10205127 A1 [\[0002\]](#)
- WO 2005/042426 A2 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Sensoranordnung (1), insbesondere Drucksensoranordnung, mit einem eine Hauptstreckungsebene (100) aufweisendem Substrat (2) und einem im Wesentlichen parallel zur Hauptstreckungsebene (100) ausgerichteten Sensorelement (3), wobei das Substrat (2) ein keramisches Material umfasst, wobei das Substrat (2) wenigstens eine Leiterbahn (6) aufweist und wobei das Sensorelement (3) in einem ersten Kontaktbereich (4) mittels Flip-Chip-Technologie elektrisch leitfähig mit der wenigstens einen Leiterbahn (6) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sensorelement (3) in einem zweiten Kontaktbereich (5) mechanisch mit dem Substrat (2) verbunden ist, wobei im zweiten Kontaktbereich (5) eine anodische Bondverbindung vorgesehen ist.

2. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (3) eine Druckmembran (7) aufweist, wobei bevorzugt im Bereich der Druckmembran (7) eine Kaverne (14) mit einem Referenzdruck (11) angeordnet sind.

3. Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kontaktbereich (5) als wenigstens ein Bondring (5') ausgebildet ist, wobei bevorzugt die Projektion des wenigstens einen Bondrings (5') senkrecht zur Hauptstreckungsebene (100) die Druckmembran (7) umschließend vorgesehen ist.

4. Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (3) eine Schaltung (8) aufweist, welche auf einer dem Substrat (2) senkrecht zur Hauptstreckungsebene (100) zugewandten ersten Seite (3') des Sensorelements (3) angeordnet ist.

5. Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Substrat (2) und der Druckmembran (7) ein weiterer Referenzdruck (11') eingeschlossen ist.

6. Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (2) einen Schichtaufbau umfasst und/oder dass das Substrat (2) im Bereich der Druckmembran (7) einen Kanal (13) aufweist.

7. Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (2) und/oder das Sensorelement (3) eine Antihafbeschichtung (10) aufweisen.

8. Verfahren zur Herstellung einer Sensoranordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprü-

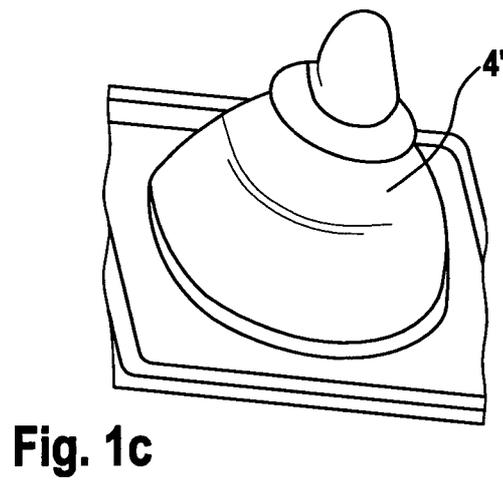
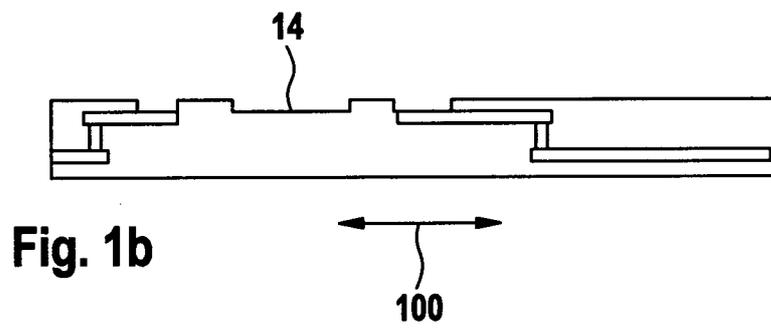
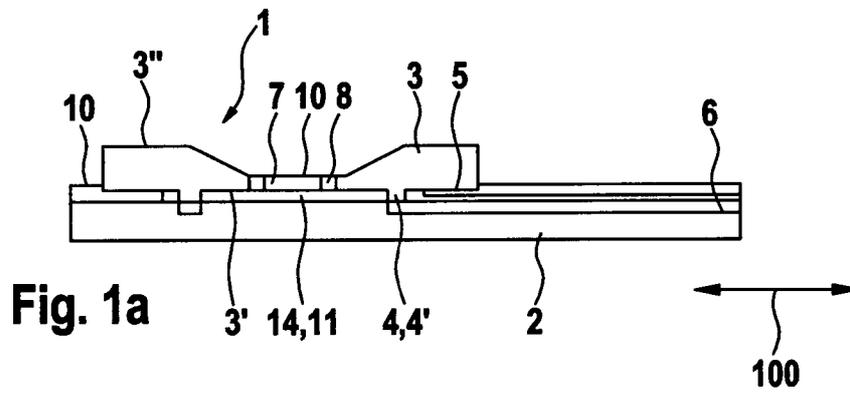
che, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Verfahrensschritt das Substrat (2) und das Sensorelement (3) bereitgestellt werden, wobei in einem zweiten Verfahrensschritt im Wesentlichen gleichzeitig sowohl der erste Kontaktbereich (4) zwischen dem Sensorelement (3) und der wenigstens einen Leiterbahn (6) mittels FlipChip-Technologie, als auch der zweite Kontaktbereich (5) zwischen dem Sensorelement (3) und dem Substrat (2) durch anodisches Bonden hergestellt werden.

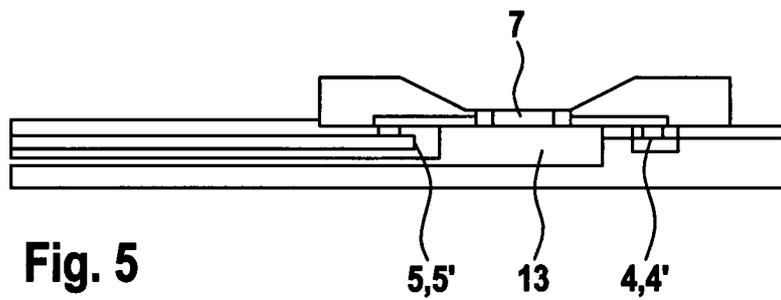
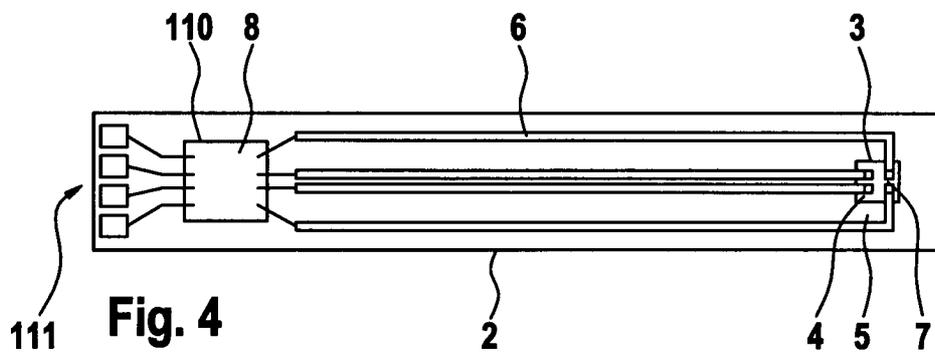
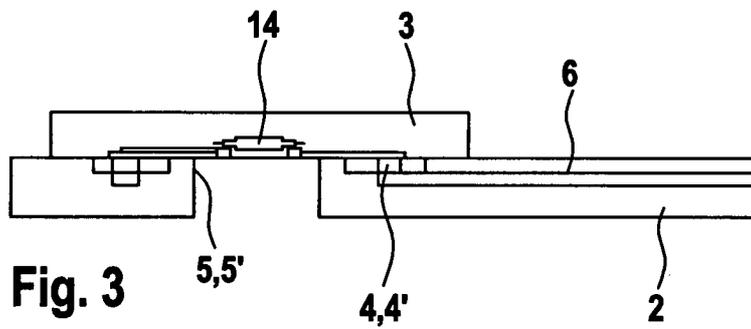
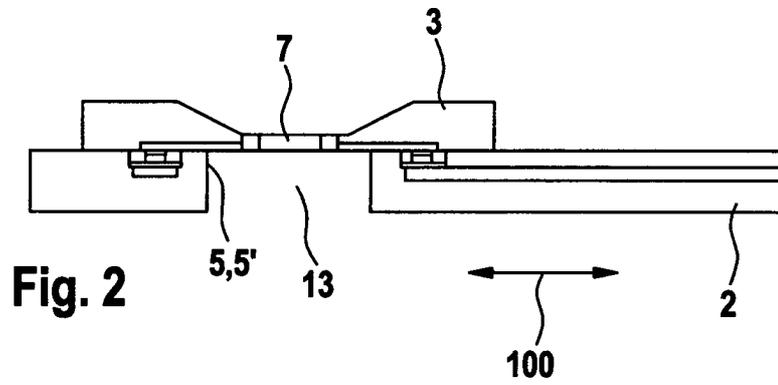
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Verfahrensschritt sowohl zwischen dem Sensorelement (3) und dem Substrat (2) eine Gleichspannung angelegt wird, als auch in einem Bereich zwischen dem Sensorelement (3) und dem Substrat (2) eine Temperaturerhöhung, vorzugsweise mittels Ultraschalleinstrahlung, durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dritten Verfahrensschritt zeitlich vor dem zweiten Verfahrensschritt eine anodisch bondbare Glaskeramikapaste auf das Substrat (2) gedruckt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





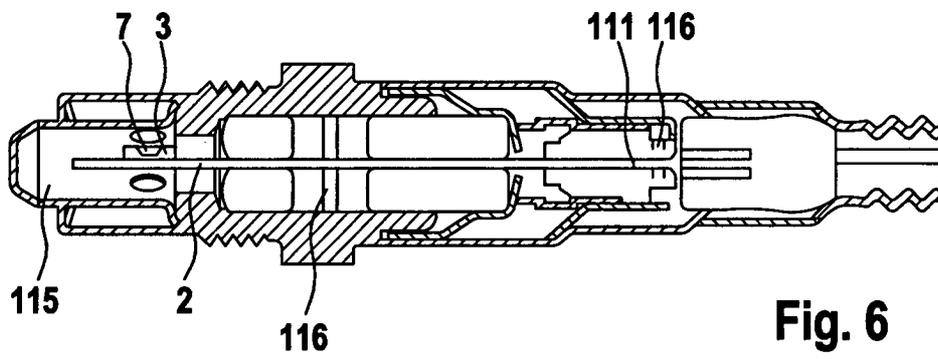


Fig. 6

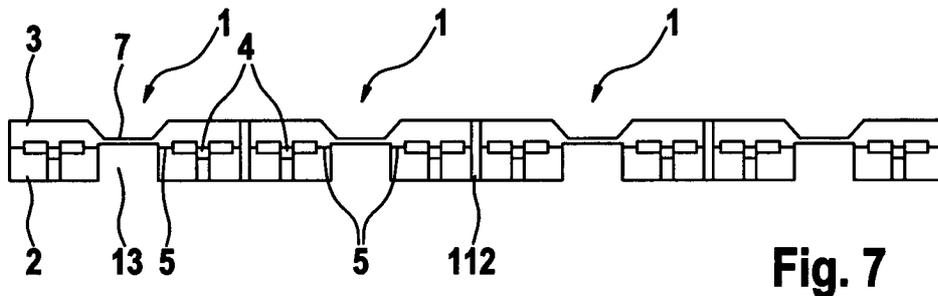


Fig. 7