



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 196 11 964 B4 2009.01.22**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 11 964.2**  
 (22) Anmeldetag: **26.03.1996**  
 (43) Offenlegungstag: **02.01.1997**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **22.01.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01N 27/14 (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. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**7-176620 19.06.1995 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Figaro Engineering Inc., Minoo, Osaka, JP**

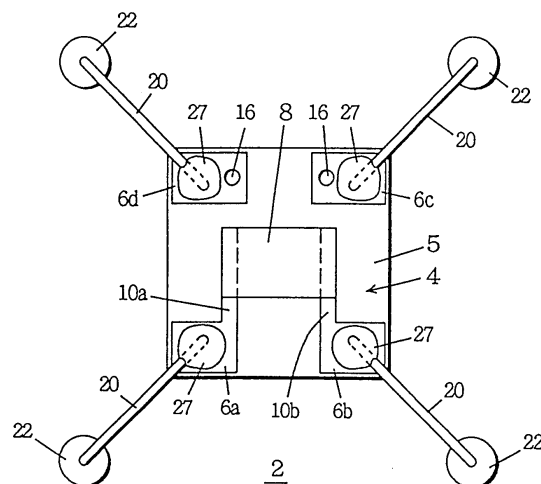
(74) Vertreter:  
**Säger, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Nakahara, Takeshi, Minoo, Osaka, JP; Inoue, Tomohiro, Hyogo, JP; Machida, Hironobu, Toyonaka, Osaka, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
**JP 56-0 13 740 A**  
**JP 03-1 30 654 A**

(54) Bezeichnung: **Gasmeßfühler**

(57) Hauptanspruch: Gasmessfühler, der ein wärmebeständiges Isoliersubstrat (4) sowie eine Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht (1), deren elektrischer Widerstand sich je nach Anwesenheit eines Gases verändert, eine Filmschichtheizung (8) und eine Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (6a-6d), von denen jeder auf dem wärmebeständigen Isoliersubstrat (4) vorgesehen ist, sowie Leitungen (20) aufweist, wobei die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht (1), die Filmschichtheizung (8) und die Leitungen (20) mit der Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (6a-6d) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (6; 6a-6d) aus einer 5 bis 95 Gew.% Gold aufweisenden Legierung gefertigt sind.



**Beschreibung**

Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen bei Metalloxid-Halbleiter-Gasmessfühlern, und insbesondere auf den Anschluß des Messfühlerelements an externe Endgeräte.

Stand der Technik

**[0002]** Eine beträchtliche Anforderung bei Metalloxid-Halbleiter-Gasmessfühlern besteht unter anderem darin, deren Stromverbrauch zu senken und so wiederum die Kosten der Stromversorgungsschaltung zu senken, die für den Betrieb eines Gasmessfühlers erforderlich ist. Hierzu ist es erforderlich, unter Einsatz der Technik gedruckter Schaltungen und der Dünnschichttechnik den Gasmessfühler auf Miniaturgröße zu verkleinern und die Wärmeleitung der für den Gasmessfühler verwendeten Leitungen zu verringern. Die Leitungen sind für den größeren Teil der vom Gasmessfühler abgegebenen Wärme verantwortlich. Zur Verringerung des Stromverbrauchs ist es erforderlich, für die Leitungen einen Werkstoff mit geringer Wärmeleitfähigkeit zu verwenden und den Drahtdurchmesser der Leitungen zu verringern.

**[0003]** Ein Anwendungsgebiet der Metalloxid-Halbleiter-Gasmessfühler, der heutzutage sehr interessant ist, ist der Nachweis von Kohlenmonoxid (CO). In diesem Fall läßt man die Temperatur sich zyklisch verändern. Das Metalloxid-Halbleitermaterial des Gasmessfühlers wird auf hohe Temperaturwerte erwärmt, um es thermisch zu reinigen. Auf der Niedertemperaturseite verhält sich der Ausgang des Metalloxid-Halbleiterfilms gegenüber CO selektiv. Diese Eigenschaft wird für den CO-Nachweis genutzt. Dies bedeutet, dass der Gasmessfühler fortlaufend Wärmestößen bzw. raschen Temperaturwechseln ausgesetzt ist.

**[0004]** Den Erfindern dieser Anmeldung stellten sich im Verlauf der Entwicklung eines Gasmessfühlers mit geringem Stromverbrauch, der sich zum Nachweis von CO eignet, die folgenden Probleme:

- 1) Wurde für die Dickschicht-Elektrodenkontakte, an welche Leitungen anzuschließen sind, reines Gold verwendet, so lösten sich infolge der wiederholten Temperaturänderungen die Kontaktflecke vom Substrat;
- 2) setzte man für die Dickschicht-Elektrodenkontakte Platin ein, um das vorgenannte Problem zu beheben, ließen sich die Leitungen nur mit Schwierigkeiten an die Kontaktflecke anschließen; und
- 3) der Anschluß von Pt-W-Draht (Draht aus Pt-W-Legierung) und APM-Draht (Draht aus Au-Pd-Mo-Legierung), die sich beide wegen ihres geringen Stromverbrauchs für den Anschluß

von Leitungen an die Kontaktflecke eignen, gestaltete sich schwierig, und die Verbindungsfestigkeit von Kontaktflecken aus Platin erwies sich als unzureichend.

**[0005]** Hierzu sollte der Stand der Technik genauer untersucht werden. In der japanischen Offenlegungsschrift JP 03 130654 A wird folgender Gasmessfühler beschrieben. Auf einer Hauptfläche eines praktisch quadratischen Substrats wird ein Metalloxid-Halbleiterfilm angeordnet. Auf der anderen Hauptfläche des Substrats ist eine Filmschichtheizung angebracht. Über Durchführungen werden Elektroden, die mit dem Metalloxid-Halbleiterfilm in Verbindung stehen, zur Seite der Filmschichtheizung geführt, und Dickschicht-Elektrodenkontakte aus Platin sind mit der Filmschichtheizung und dem Metalloxid-Halbleiterfilm verbunden. Dann werden Leitungen an diese Elektrodenkontakte mittels Thermokompressionskontaktierung angeschlossen. Im Ergebnis sind alle Elektrodenkontakte auf der Seite der Filmschichtheizung angebracht, und stehen beide Hauptflächen des Substrats miteinander über die Durchführungen in Verbindung. Die Elektrodenkontakte bestehen jedoch aus Platin, so dass sich Leitungen mit großem Widerstand und geringer Wärmeleitfähigkeit, z. B. Leitungen mit Pt-W-Draht und APM-Draht, anschließen lassen. Damit ist die Verringerung im Stromverbrauch recht begrenzt.

**[0006]** Es ist bekannt, einen Draht zum Bonden aus Gold bei einem Halbleiter-Element zu verwenden (JP 56 013740 A).

**[0007]** Die japanische Offenlegungsschrift JP 60-209161 A beschreibt einen anderen Stand der Technik, und zwar offenbart sie die Verwendung von Dickschicht-Platin-Elektrodenkontakten zum Anschluß der Zuleitungen zu einem ZrO<sub>2</sub>-Sauerstoffmeßfühler; dabei sind Pt-Leitungen mittels Thermokompressionskontaktierung oder durch Punktschweißung angeschlossen, und sind die Schweißstellen mit Platinpaste überzogen. Bei dieser Anordnung läßt sich die mangelnde Haftfestigkeit zwischen den Platinkontakten und den Platinleitungen durch Beschichtung mit der Platinpaste verbessern. Nach dieser Schrift ist jedoch kein Kontaktfleckenmaterial vorgesehen, das sich sowohl durch Anhaftung am Substrat als auch die Leistungsfähigkeit der Verbindung mit den Leitungen auszeichnet. Die Außenschicht aus Platinpaste ist außerdem auch dann problematisch, wenn ein Metalloxid-Halbleiter-Gasmessfühler vorgesehen ist. Zum Einbrennen der Platinpaste ist eine Temperatur von rund 900°C erforderlich. Diese Temperatur liegt über der höchstmöglichen Einbrenntemperatur (in der Regel zwischen 600 und 700°C) der Metalloxid-Halbleiter zum Gasnachweis und beeinträchtigt das Metalloxid-Halbleitermaterial. Darüberhinaus ist aus beiden Vorveröffentlichungen keine Anregung dahingehend zu entnehmen, daß bei

Einwirkung wiederholter Temperaturänderungen auf einen Gasmessfühler die Haltekraft zwischen den Kontaktflecken und dem Substrat ein ernstzunehmendes Problem mit sich bringt.

#### Kurzbeschreibung der Erfindung

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Gasmessfühler sowohl hinsichtlich seiner Haltbarkeit beim Herunterfallen, bei Schwingungen, usw. als auch in seiner Festigkeit gegenüber wiederholten Temperaturänderungen zu verbessern.

**[0009]** Eine weitere Zielsetzung der Erfindung ist die Verringerung des Stromverbrauchs des Gasmessfühlers.

**[0010]** Darüberhinaus liegt der Erfindung auch die Aufgabe zugrunde, einen leichten Anschluß der Leitungen an den Gasmessfühler zu erzielen.

**[0011]** Diese Aufgaben werden durch den erfindungsgemäßen Gasmessfühler nach Anspruch 1 gelöst.

**[0012]** Der erfindungsgemäße Gasmessfühler weist danach folgendes auf: ein wärmebeständiges Isoliersubstrat; eine Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht, deren elektrischer Widerstand sich je nach Anwesenheit eines Gases verändert; eine Filmschichtheizung und eine Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten, von denen jeder auf dem wärmebeständigen Isoliersubstrat vorgesehen ist; sowie Leitungen; bei welchem die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht, die Filmschichtheizung und die Leitungen mit der Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten verbunden sind, und der sich dadurch auszeichnet, daß die Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten aus einer goldhaltigen Legierung gefertigt sind.

**[0013]** Bei dem Substrat handelt es sich um ein wärmebeständiges Isoliersubstrat, das beispielsweise aus Aluminiumoxid, Silizium oder  $ZrO_2$  besteht. Das Substrat kann beispielsweise eine quadratische oder rechteckige Form aufweisen. Auf dem Substrat sind eine Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht, eine Filmschichtheizung und eine Dickfilm-Elektrode angeordnet. Die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht und die Filmschichtheizung können in Dünnschicht- oder Dickfilmtechnik ausgeführt sein, doch sind die Elektrodenkontakte nur in Dickfilmtechnik ausgebildet. Der Grund hierfür liegt darin, daß Dünnschicht-Kontaktflecken eine unzureichende Haftkraft zwischen den Kontaktflecken und dem Substrat bedingen; die Kontaktflecken können sich bei der Thermokompressionskontaktierung oder beim Anschweißen der Leitungen leicht ablösen. Die Filmschichtdicke der Elektrodenkontakte liegt beispielsweise zwischen 2 und 50  $\mu m$ , vorzugsweise zwischen 5 und 20  $\mu m$ . Das für die Elektrodenkontakte verwendete Material ist eine

goldhaltige Legierung wie Au-Pt, Au-Rh und Au-Pd. Eine solche Legierung kann zur Bildung der Elektrodenkontakte in einer einzigen Schicht verwendet werden. Die Elektrodenkontakte lassen sich auch in zwei Schichten aufbauen, beispielsweise aus einer unteren Schicht aus Platin und einer oberen Schicht aus Gold. Bei solchen zweischichtigen Kontaktflecken vermischen sich die Bestandteile der oberen und der unteren Schicht unter Bildung einer Legierung. Ein besonders bevorzugtes Material für Elektrodenkontakte ist eine Au-Pt-Legierung. Die Elektrodenkontakte lassen sich von Anfang an aus dieser Legierung bilden oder sie können erst in einer unteren Platinschicht und einer oberen Goldschicht ausgebildet werden, woraufhin die obere und die untere Schicht unter Bildung von Kontaktflecken aus einer Au-Pt-Legierung miteinander legiert werden.

**[0014]** Vorzugsweise werden beide Hauptflächen, die Oberseite und die Rückseite, des Substrats verwendet, und auf einer der Hauptflächen wird dann eine Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht beispielsweise aus  $SnO_2$ ,  $ZnO$  oder  $In_2O_3$  aufgebracht, während auf der anderen Hauptfläche eine Filmschichtheizung, z. B. aus  $RuO_2$  oder Pt, angeordnet wird. Anschließend werden die Dickfilm-Elektrodenkontakte auf einer der Hauptflächen angeordnet, und diese Hauptfläche wird mittels Durchführungen, usw. mit der anderen Hauptfläche verbunden. Statt der Durchführungen kann der Anschluß an die andere Hauptfläche auch beispielsweise mit Hilfe einer oder mehrerer leitfähiger Filmschichten auf einer Kante oder Seite des Substrats erfolgen. Auf diese Weise läßt sich der Stromverbrauch senken und die Befestigung der Leitungen leichter realisieren, da alle Leitungen auf einer Substratfläche vorgesehen sind.

**[0015]** Zur Verringerung des Stromverbrauchs des Gasmessfühlers ist es wünschenswert, einen Draht mit großem elektrischen Widerstand für die Leitungen zu verwenden. Im allgemeinen besitzt ein Draht mit großem Widerstand eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Zu den in Frage kommenden Drahtarten gehören beispielsweise Pt-W-Drähte (W-Gehalt zwischen 2 und 12 Gew.%), APM-Drähte (Pd-Gehalt zwischen 10 und 60 Gew.%, Mo-Gehalt zwischen 1 und 10 Gew.%, der Rest Gold), Pt-ZGS-Drähte (Pt- $ZrO_2$ -Legierung, in welcher  $ZrO_2$  an der Korngrenze von Platin ausgefällt ist), und Pt-Pd-Drähte (Pd-Gehalt zwischen 5 und 60 Gew.%). Hierbei handelt es sich um Drähte aus edelmetallhaltigen Legierungen, wobei Pt-W- und APM-Drähte besonders bevorzugt werden.

**[0016]** Das Verfahren zur Verwendung des Gasmessfühlers ist Ermessenssache. Die vorliegende Erfindung ist jedoch besonders gut in den Fällen geeignet, in denen eine periodische Änderung der Temperatur des Gasmessfühlers veranlaßt wird. Soll sich die Temperatur des Gasmessfühlers periodisch ändern,

so sind die Grenzflächen zwischen den Elektrodenkontakten und dem Substrat wiederholten Wärmestößen ausgesetzt, weshalb sich die Kontaktflecken gegebenenfalls ablösen. Zur Lösung dieses Problems werden bei der vorliegenden Erfindung Dickfilm-Elektrodenkontakte aus Goldlegierung eingesetzt, um so die Haftkraft zwischen dem Substrat und dem Kontaktflecken zu verbessern und eine Ablösung der Kontaktflecken zu verhindern. Die Kontaktflecken aus Goldlegierung lassen sich leicht mit Leitungen verbinden, und auch dann, wenn ein Draht aus edelmetallhaltiger Legierung mit großem Widerstand, der sich recht schwierig anschließen läßt, ist eine ausreichende Kontaktierungsfestigkeit erzielbar. Durch Verwendung von Draht aus edelmetallhaltiger Legierung sinkt der Wärmeverlust über die Leitungen und damit wiederum nimmt der Stromverbrauch des Gasmessfühlers ab.

**[0017]** Wenn nun die Verbindungen zwischen den Leitungen und den Dickfilm-Elektrodenkontakten mit einer Dickfilmschicht überdeckt sind, lassen sich durch die Aufbringung der dicken Filmschicht die Leitungen an den Kontaktflecken sichern. Infolgedessen läßt sich die Verbindungskraft zwischen den Leitungen und den Kontaktflecken verbessern. Au, Au-Pt und Au-Rh sind Beispiele für gegebenenfalls geeignete Werkstoffe für die Dickfilmschicht. Das Dickfilmmaterial kann beispielsweise in Form einer Paste auf die Anschlüsse aufgebracht und anschließend zur Verfestigung eingebrannt werden. Um die Einbrenntemperatur niedrig zu halten und so wiederum nachteilige Einflüsse auf die Qualität des Metalloxid-Halbleiters zu verhindern, ist es günstig, Gold als Dickfilm-Beschichtungsmaterial zu verwenden, das sich bei niedriger Temperatur leicht einbrennen läßt. Darüberhinaus handelt es sich bei Gold um einen Werkstoff, der leicht eine Verbindung mit den Kontaktflecken und den Leitungen eingehen kann, und außerdem wird Gold auch zur Verbesserung der Festigkeit der Leitungsanschlüsse bevorzugt.

**[0018]** Die Verbindung zwischen den Leitungen und den Dickfilm-Elektrodenkontakten wird durch Schweißen hergestellt, beispielsweise Parallelspaltschweißen, Fixierung mittels einer dicken Schicht Goldpaste, usw., oder auch durch Thermoultraschall-Druckkontaktierung oder ähnlicher Verfahren. Im Vergleich zur Thermoultraschall-Druckkontaktierung ist beim Parallelspaltschweißen die Verschweißungsarbeit leichter durchzuführen. Beim Schweißvorgang selbst können allerdings die Leitungen auf den Kontaktflecken nicht abgetrennt werden, sondern hierzu ist ein anderes Verfahren notwendig. Vorzugsweise wird für diesen Arbeitsgang eine Schmelztechnik eingesetzt. Wenn auf zwei Kontaktflecken auf dem Substrat eine Leitung angeschweißt wird, bleibt zwischen den beiden Kontaktflecken ein Leitungsabschnitt bestehen. Läßt man durch den Leitungsabschnitt zwischen diesen Kontaktflecken zum

Abschmelzen Strom mit hoher Stromstärke hindurchfließen, so wird der Leitungsabschnitt infolge der dabei erzeugten Wärme schmelzflüssig. Sind beispielsweise vier Elektrodenkontakte vorhanden, befinden sich diese Kontaktflecke an den jeweiligen Eckpunkten. Zunächst werden zwei Leitungen kreuzweise angeordnet. Dabei ist jede Leitung mit zwei Kontaktflecken an zwei diagonal liegenden Ecken des Vierecks verbunden. Danach verlaufen nach dem Abschmelzen der beiden Leitungsabschnitte die Leitungen vom Substrat aus kreuzförmig nach außen. Die jeweiligen Leitungen sind dabei praktisch parallel zu den entsprechenden Diagonalen dieses Vierecks. Wenn sich die Leitungen vom Substrat aus kreuzförmig erstrecken, verbessert sich die Festigkeit des Gasmessfühlers gegenüber Schwingungen und von außen einwirkenden Kräften in verschiedenen Richtungen.

**[0019]** Erfindungsgemäß wird für die Dickfilm-Elektrodenkontakte des Gasmessfühlers eine Goldlegierung verwendet. Infolgedessen ist die Haltekraft zwischen den Kontaktflecken und dem Substrat groß. Somit lösen sich die Kontaktflecken auch dann nicht vom Substrat, wenn auf den Gasmessfühler wiederholt Temperaturänderungen einwirken. Die Kontaktflecke aus Goldlegierung sorgen für eine hohe Festigkeit der Verbindung mit den Leitungen. Auch wenn für die Leitungen Kontaktflecke Draht aus edelmetallhaltiger Legierung oder dergleichen verwendet wird, die eine niedrige Wärmeleitfähigkeit besitzt, läßt sich die Festigkeit der Anschlüsse der Leitungen auf einem hohen Wert halten. Dies bedeutet, daß sich der Stromverbrauch des Gasmessfühlers senken läßt.

**[0020]** Die Verbindung zwischen den Leitungen und den Kontaktflecken kann durch Verschweißen, beispielsweise Parallelspaltschweißen, Thermokompressionskontaktierung wie Thermoultraschall-Kompressionskontaktierung, oder mittels Fixierung mit einer Schutzschicht, z. B. einer Dickfilmschicht aus Gold usw., realisiert werden. Vorzugsweise werden die Leitungen durch Verschweißen oder mit Thermokompressionskontaktierung angeschlossen, woraufhin die Anschlüsse mit einer Schutzschicht in Dickfilmtechnik bedeckt werden. Auf diese Weise wird die Verbindungskraft zwischen der Leitung und dem Kontaktflecken verbessert. Als Material für die Schutzschicht wird Gold bevorzugt, da Gold sich bei niedriger Temperatur leicht einbrennen läßt und für eine hervorragende Anhaftung an den Leitungen sorgt.

**[0021]** Sind die Leitungen durch Anschweißen oder mittels einer Schutzschicht mit den Kontaktflecken verbunden, lassen sich die Leitungsabschnitte durch Abschmelzen leicht von den Kontaktflecken abtrennen. Sind beispielsweise vier Kontaktflecken vorhanden und sind die Leitungen praktisch parallel zu den Diagonalen eines die vier Kontaktflecken verbindenden

den Vierecks angeordnet, so können die Richtungen der Leitungen unterschiedlich sein. Das Substrat wird von den vier Leitungen in einer Ebene gehalten; das Substrat läßt sich entgegen Schwingungen und von außen einwirkenden Kräften in unterschiedlichen Richtungen halten. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß die Leitungen entlang den Diagonalen des Vierecks angeordnet und angeschlossen werden, und anschließend durch Abschmelzen getrennt werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0022] [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht auf einen wesentlichen Teil eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Gasmessfühlers.

[0023] [Fig. 2](#) zeigt den wesentlichen Teil des Ausführungsbeispiels des Gasmessfühlers in einer Ansicht von unten.

[0024] [Fig. 3](#) ist eine Unteransicht eines wesentlichen Teils des Gasmessfühlers, bei dem Durchführungsbereiche modifiziert wurden.

[0025] [Fig. 4](#) zeigt einen Schnitt durch einen wesentlichen Teil des Ausführungsbeispiels des Gasmessfühlers mit der Darstellung der Verbindung zwischen einem Kontaktflecken und einer Leitung.

[0026] [Fig. 5](#) zeigt ein typisches Diagramm für die Zusammensetzung der Legierung der Kontaktflecken bei diesem Ausführungsbeispiel des Gasmessfühlers.

[0027] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht eines wesentlichen Teils dieses Ausführungsbeispiels des Gasmessfühlers.

[0028] [Fig. 7](#) stellt die Beziehung zwischen der Art der Verbindung und dem Stromverbrauch bei diesem Ausführungsbeispiel des Gasmessfühlers in einem typischen Diagramm dar.

[0029] [Fig. 8](#) ist ein typisches Diagramm zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen der Art des Dickfilm-Elektrodenkontakts und der Haltbarkeit sowie der Beziehung zwischen der Art des Kontaktflecks und der Festigkeit der Verbindung der Leitung.

[0030] [Fig. 9](#) zeigt einen Schnitt durch einen wesentlichen Teil mit der Darstellung eines Schmelzbereichs bei diesem Ausführungsbeispiel des Gasmessfühlers.

[0031] [Fig. 10](#) zeigt einen Schmelzbereich der Leitungen bei diesem Ausführungsbeispiel des Gasmessfühlers in Draufsicht.

[0032] [Fig. 11](#) veranschaulicht den Vorgang beim Abschmelzen einer Leitung bei diesem Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung.

[0033] [Fig. 12](#) ist eine schematische Darstellung des Vorgangs beim Anschluß von Leitungen an den Gasmessfühler bei diesem Ausführungsbeispiel.

[0034] [Fig. 13](#) stellt schematisch den Ablauf bei der Vornahme einer Modifizierung des Gasmessfühlers dar.

#### Ausführungsbeispiel

[0035] [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) zeigen ein Ausführungsbeispiel und dessen modifizierte Formen. Die jeweiligen Modifizierungen sind mit Ausnahme der hier näher bezeichneten bestimmten Punkte mit dem Ausführungsbeispiel identisch. Dabei stellt [Fig. 1](#) einen wesentlichen Teil des Ausführungsbeispiels des Gasmessfühlers dar. Mit **2** ist das Meßfühlerenteil, und mit **4** ein wärmebeständiges Isoliersubstrat, beispielsweise aus Aluminiumoxid, Silizium oder  $ZrO_2$ , angegeben. Die Bezugszeichen **6a** bis **6d** geben vier Dickfilm-Elektrodenkontakte an. Diese Kontaktflecke sind alle auf einer Hauptfläche **5** des Substrats **4** angeordnet. Jeder Elektrodenkontakt besteht aus einer Goldlegierung wie Au-Pt, Au-Rh und Au-Pd. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine Au-Pt-Legierung eingesetzt. Die Dicke des Elektrodenkontakts **6** beträgt beispielsweise 2 bis 50  $\mu m$ , vorzugsweise 5 bis 20  $\mu m$ . Im letztgenannten Stärkebereich verbessert sich die Haftkraft zwischen dem Kontaktfleck und dem Substrat **4**, und diese Stärke kann mittels eines einfachen oder zweifachen Druckvorgangs ausgebildet werden. Der Goldgehalt des Kontaktflecks **6** beträgt, bezogen auf die vier Kontaktflecke **6**, im Mittel zwischen 5 und 95 Gew.%, vorzugsweise 20 bis 80 Gew.%; dabei wird berücksichtigt, daß sich die Zusammensetzung des Kontaktflecks **6** in Richtung der Tiefe verändern kann. Mit **8** ist eine Filmschicht angegeben, die beispielsweise in Form einer  $RuO_2$ -Filmschicht (Filmstärke etwa 10  $\mu m$ ) oder eines Pt-Dünnschicht vorgesehen ist. Im Falle einer  $RuO_2$ -Filmschicht wird über die gesamte Fläche durch Überstreichen ein Isolierfilm gebildet. Die Heizelektroden **10a** und **10b** sind an die Filmschicht **8** angeschlossen. Die Heizelektroden **10a** und **10b** sind mit den Elektrodenkontakten **6a** und **6b** verbunden.

[0036] Ein Metalloxid-Halbleiterfilm **12**, beispielsweise eine  $SnO_2$ -Filmschicht, ist auf der gegenüberliegenden Hauptfläche **7** des Substrats **4** vorgesehen. Die Filmschichtdicke beträgt beispielsweise 10  $\mu m$ . Ein Paar Elektroden **14a** und **14b** sind mit der Filmschicht **12** verbunden und stehen über die Durchführungen **16**, auf deren Innenwandungen leitfähige Schichten vorgesehen sind, jeweils mit den Elektrodenkontakten **6c** und **6c** in Verbindung. Gemäß [Fig. 3](#) können anstelle der Durchführungen **16** leitfähige Schichten beispielsweise an den Kanten der Eckbereiche des Substrats **4** vorgesehen sein. Ein solches Beispiel ist in [Fig. 3](#) dargestellt, wobei

das Bezugszeichen **3** ein neues Meßfühlerenteil bezeichnet und mit **17a** und **17b** neue Elektroden angegeben sind. Die Elektroden **10** und **14** können aus demselben Werkstoff wie die Elektrodenkontakte **6** oder einem anderen Material bestehen. Die Filmschichtdicke der Elektroden **10** und **14** kann die gleiche wie bei den Elektrodenkontakten **6** sein oder auch anders als diese.

**[0037]** In [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wiederum ist mit **20** eine Leitung aus Draht angegeben, der aus einer edelmetallhaltigen Legierung besteht. Mit **22** ist ein Stift als Außenanschluß angegeben, an den eine Leitung **20** angeschweißt ist. Für die Leitungen **20** wird ein legierter Draht mit großem Widerstand und geringer Wärmeleitfähigkeit verwendet, beispielsweise Pt-W und Au-Pd-Mo, wobei allerdings ein Pt-W-Draht besonders günstig ist, da er eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist und sich leicht an die Kontaktflecke **6** anschließen läßt. Der Drahtdurchmesser der Leitungen **20** beträgt beispielsweise 20 bis 60 µm, vorzugsweise liegt er zwischen 30 und 50 µm. Mit dem Bezugszeichen **24** (27?) wird eine Dickfilm-Schutzschicht angegeben, die durch Einbrennen einer Goldpaste hergestellt wird. Die Schutzschicht überdeckt die Anschlüsse zwischen den Kontaktflecken **6** und den Leitungen **20**. Die Anordnung einer solchen Schutzschicht ist nicht erforderlich, wenn die Haltekraft zwischen den Kontaktflecken **6** und den Leitungen **20** groß genug ist.

**[0038]** [Fig. 4](#) zeigt die Verbindung zwischen der Leitung **20** und dem Kontaktfleck **6**. Der Kontaktfleck **6** besteht aus einer Goldlegierung, so daß er besser am Substrat **4** anhaftet. [Fig. 4](#) zeigt dabei ein Beispiel, bei welchem eine obere Schicht **26** aus reinem Gold über einer unteren Schicht **24** aus reinem Platin aufgebaut ist. Wie allerdings [Fig. 5](#) zeigt, wird die obere Schicht **24** mit der unteren Schicht **26** legiert, während die obere Schicht **26** eingebrannt wird. Was man tatsächlich erhält, ist ein Kontaktfleck aus einer Gold-/Platin-Legierung. Die Erfinder haben beispielsweise eine untere Pt-Schicht **24** mit einer Dicke von 7 µm aufgedruckt und bei 850°C eingebrannt, und danach eine 7 µm dicke obere Goldschicht **26** aufgedruckt und ebenfalls bei 850°C eingebrannt. Die Oberfläche des so erhaltenen legierten Kontaktflecks wies keine Goldfarbe auf, sondern sah silbrig weiß aus, sie hatte also die Farbe einer Au-Pt-Legierung. Somit lassen sich Gold und Platin leicht legieren. Was man tatsächlich erhält, ist eine Gold-/Platin-Legierung, auch wenn zwei unterschiedlich zusammengesetzte Schichten aufgedruckt werden. Dieser Legiervorgang beschränkt sich nicht auf die Kombination Au-Pt, sondern funktioniert auch mit anderen Werkstoffen, beispielsweise Au-Rh und Au-Pd.

**[0039]** Die Bezugszeichen **28** und **28** geben Schweißbereiche an, die durch Parallelspaltschweißen gebildet werden. Stattdessen kann die Verbind-

ung zwischen den Leitungen **20** und den Kontaktflecken **6** auch durch Thermokompressionskontakttierung hergestellt werden, oder die Leitungen **20** können mittels einer Schutzschicht **27** ohne Verschweißung oder Thermokompressionskontakttierung an den Kontaktflecken **6** befestigt werden. Mit **30** ist ein Abschmelzbereich auf der Leitung **20** angegeben. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) sind zwei Leitungen vorgesehen, von denen die eine so angeordnet wird, daß sie mit den Kontaktflecken **6a** und **6c** verbunden ist, und dann eine Parallelspaltschweißung vorgenommen wird. Als nächstes wird ein Paar Schweißelektroden nahe den Abschmelzbereichen **30** und **30** mit der Leitung kontaktiert, woraufhin man quer zu den Kontaktflecken **6a** und **6c** bzw. **6b** und **6d** Strom mit hoher Stromstärke fließen läßt. Da die Leitung vom Substrat quer zu den Kontaktflecken abgehoben ist und es keinen Weg gibt, über den die Wärme abgeführt werden kann, wird die Leitung schmelzflüssig und bricht ab. Nun wird auf einem Ende der Leitung ein Abschmelzbereich gebildet.

**[0040]** Die Merkmale des so gebildeten Gasmeßfühlers werden im folgenden erläutert. Das Substrat **4** besitzt eine Stärke von 0,5 mm und eine rechteckige Form. Gemäß [Fig. 1](#) beträgt seine Abmessung in Querrichtung 1 mm und seine Erstreckung in vertikaler Richtung 0,9 mm. Die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht **12** wurde aus SnO<sub>2</sub> (mit einer Filmschichtdicke von etwa 10 µm gebildet, und die Einbrenntemperatur nach dem Aufdrucken der SnO<sub>2</sub>-Schicht betrug 700°C. Wurden die Kontaktflecke **6** in einer Schicht aufgebaut und von vornherein aus einer Legierung gebildet, hatten sie eine Dicke von 7 µm. Waren die Kontaktflecke **6** aus zwei Schichten aufgebaut, und zwar die untere aus Platin und die obere aus Gold, und wurden die beiden Schichten miteinander legiert, betrug die Dicke der Platinschicht 7 µm und die der Goldschicht ebenfalls 7 µm, so daß die Gesamtstärke des Kontaktflecks **6** 14 µm betrug. Für die Leitungen **20** wurde Platindraht (Drahtdurchmesser 40 µm), Pt-ZGS-Draht (Drahtdurchmesser 50 µm; mit an den Korngrenzen von Pt ausgeschiedenem ZrO<sub>2</sub>; ZrO<sub>2</sub>-Gehalt etwa 0,06 Gew.%), APM-Draht (Drahtdurchmesser 40 µm; Goldgehalt 55 Gew.%, Pd-Gehalt 40 Gew.%, Mo-Gehalt 5 Gew.%), Pt-W-Draht (Drahtdurchmesser 40 µm; Pt-Gehalt 92 Gew.%, W-Anteil 8 Gew.%) verwendet. Diese Drahtmaterialien wurden von Tanaka Kikinzoku Kogyo hergestellt. Die Drähte wurden mit den Kontaktflecken **6** unter den folgenden Bedingungen (Parallelspaltschweißen) verschweißt: Schweißspannung 5 V, Dauer des Schweißstromdurchgangs 11 msec. Das Material der Schutzschicht **27** war Goldpaste. Diese Paste wurde aufgetragen und bei 700°C eingebrannt.

**[0041]** Was die Einsatzbedingungen für den Meßfühler angeht, so dauerte der Temperaturwechsel **30** Sekunden. 10 Sekunden dieses Zeitraums entfielen auf den Hochtemperaturbereich, und die übrigen 20



Sekunden lagen im niedrigen Temperaturbereich. Die maximale Temperatur im Hochtemperaturbereich betrug etwa 400°C, und die Endtemperatur im niedrigen Temperaturbereich lag in etwa bei Raumtemperatur. Das Ausgangssignal des Meßfühlers wurde abgegriffen, beispielsweise unmittelbar vor dem Ende des Niedertemperaturbereichs. Der Meßfühler war dieser zyklischen Wiederholung von Temperaturänderungen über die Dauer eines Jahres ausgesetzt. Zur Messung der Haftkraft der Leitungen **20** gemäß [Fig. 6](#) wird das Meßfühlerenteil **2** an Stifte **22** angeschlossen, woraufhin das Meßfühlerenteil **2** mittels einer speziellen Vorrichtung nach oben gezogen wird. Die Haftfestigkeit der Leitung **20** wird durch die Stärke an dem Punkt ausgedrückt, an dem sich die Leitung **20** löst. Die Stellen, an denen sich die Leitung **20** löst, waren in den meisten Fällen die Verbindungen zwischen dem Kontaktfleck **6** und der Leitung **20**. In [Fig. 6](#) ist mit **32** ein Trägerteil angegeben.

**[0042]** [Fig. 7](#) veranschaulicht die Veränderung des Stromverbrauchs (mittlerer Stromverbrauch für einen Zeitraum) in Abhängigkeit von der Art der Zuleitungen **20**. Der Stromverbrauch nimmt vom Pt-Draht zu einem Pt-W-Draht hin ab. Drähte aus Pt-W und APM werden bevorzugt, ganz besonders Pt-W-Draht.

**[0043]** [Fig. 8](#) zeigt die Haltbarkeit der Kontaktflecke **6** bei zyklischen Temperaturänderungen und die Haftkraft der Leitungen **20**. Die Haltbarkeit der Kontaktflecke **60** wird durch ihre Beständigkeit gegenüber der Anzahl von Erwärmungszyklen zwischen etwa 400°C und ca. Raumtemperatur innerhalb des vorgenannten Zeitraums von 30 Sekunden angezeigt. Dieser Wert für die Haltbarkeit wird über fünf Meßfühler gemittelt. Bei Kontaktflecken aus reinem Gold lösten sich die Kontaktflecke **6** nach durchschnittlich 6620 Zyklen vom Substrat **4**, was, in Betriebsstunden des Meßfühlers ausgedrückt, nur etwa 55 Stunden entspricht. Die Kontaktflecken aus Pt und Au dagegen (in zwei Ausführungen: Filmschicht aus Au-Pt-Legierung, 7 µm stark; und eine Goldschicht von 7 µm Dicke, über einer 7 µm starken Platin-schicht gebildet und anschließend mit dieser legiert) überstanden die Dauerprüfung mit Erfolg über ein Jahr lang, ohne daß sich ein Kontaktfleck löste. Diese einjährige Dauerprüfung entspricht 1.050.000 zyklischen Temperaturänderungen.

**[0044]** Zur Bestimmung der Verbindungsfestigkeit (Gesamtfestigkeit der vier Leitungen) bei Pt-W-Draht und APM-Draht wurde die Art der Kontaktflecke **6** verändert. Bei Pt-Kontaktflecken betrug die Verbindungsfestigkeit etwa 10 g ohne Schutzschichten **27** und rund 40 g mit den Schutzschichten **27**. Bei Kontaktflecken aus Gold und bei legierten Kontaktflecken, beispielsweise aus Gold-/Platin-Legierung, betrug dagegen die Verbindungsfestigkeit etwa 20 g ohne die Schutzschichten und rund 80 g mit den Schutzschichten. Dies belegt, daß die Platin-Kontakt-

flecken ungenügend fest mit den Leitungen verbunden waren und die Kontaktflecken **6** aus Gold-/Platin-Legierung eine hervorragende Anhaftung am Substrat **4** und eine erhöhte Verbindungsfestigkeit an den Leitungen **20** aufwiesen. Wie sich aus [Fig. 8](#) deutlich ergibt, besitzt der Pt-W-Draht eine höhere Festigkeit in seiner Verbindung mit den Kontaktflecken **6** als der APM-Draht. Die Erfinder stellten zusätzlich zu den Platin-/Gold-Schichten auch zweischichtige Kontaktflecken her, beispielsweise aus Rh-Au und Pd-Au. In allen Fällen bestand die obere Schicht aus Gold und die untere Schicht aus Rh, Pd, usw. Die Stärke der oberen wie auch der unteren Schicht betrug 7 µm. In allen diesen Fällen wurde das Gold mit Rh oder Pd legiert, wobei die sich ergebende Verbindungsfestigkeit bei Pt-W-Draht rund 20 g betrug (ohne die Schutzschichten **27**).

**[0045]** Aus den vorstehenden Erläuterungen ergibt sich deutlich folgendes:

- 1) Durch Verwendung von Drähten aus edelmetallhaltiger Legierung, z. B. Pt-W und APM, sinkt der Stromverbrauch des Gasmeßfühlers.
- 2) Die Verwendung von Kontaktflecken aus Goldlegierung verbessert die Beständigkeit des Gasmeßfühlers bei Temperaturänderungen und gewährleistet eine hohe Festigkeit der Verbindung zwischen den Leitungen und den Kontaktflecken.
- 3) Zur weiteren Verbesserung der Verbindungsfestigkeit der Leitungen ist es günstig, nach dem Anschließen der Leitungen **20** an die Kontaktflecken **6** durch Parallelspaltschweißen, Thermoultraschall-Druckkontaktierung, usw. Schutzschichten **27** aufzubringen. Gold wird als Material für die Schutzschichten **27** bevorzugt; es läßt sich bei niedrigen Temperaturen einbrennen und führt nicht zu einer Beschädigung der Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht **12** und läßt sich darüberhinaus leicht mit den Kontaktflecken **6** und den Leitungen **20** verbinden.

#### Abschmelzung

**[0046]** [Fig. 9](#) bis [Fig. 12](#) zeigen im einzelnen den Abschmelzvorgang. Dabei sind in [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) Abschmelzbereiche **30** der Leitung **20** zu erkennen. Gemäß [Fig. 10](#) weist der Abschmelzbereich **30** eine andere Form auf als der Bereich, der beim Abtrennen der Leitung **20** mittels anderer Verfahren entsteht. Der Abschmelzbereich **30** ist typischerweise rund. Beispielsweise gibt das Bezugszeichen **36** in [Fig. 10](#) die Form des oberen Endes einer Leitung **20** an, wenn diese mit einem Werkzeug mit Schneide abgetrennt wird. Das Bezugszeichen **38** zeigt dagegen die Form des oberen Endes einer Leitung **20** bei Belastung und Abriß.

**[0047]** [Fig. 11](#) veranschaulicht den Abschmelzvorgang. Beispielsweise wird eine Leitung **20** durch Parallelspaltschweißen auf die Kontaktflecken **6** aufge-

schweißt. Nun wird ein Paar Elektroden **40** und **40** angeordnet und man läßt einen Abschmelzstrom *i* durchfließen. Die Leitung **20** ist quer zu den Kontaktflecken **6a** und **6c** vom Substrat **4** abgelöst, und auch wenn die Leitung **20** mit der Filmschichtheizung **8** in Kontakt steht, fließt der Abschmelzstrom durch die Leitung **20**, da die Oberfläche der Filmschichtheizung **8** durch Überstreichen isoliert ist. Die dabei erzeugte Wärme läßt die Leitung **20** schmelzflüssig werden und brechen. [Fig. 12](#) zeigt ein Verfahren zum Anschließen von Leitungen **20** bei diesem Ausführungsbeispiel. Dabei zeigt die Teilfigur [Fig. 12](#) (1) einen Metallrahmen, an dem Leitungen **20** durch Anschweißen oder dgl. befestigt sind. Als nächstes werden Meßfühler Teile **2** relativ zum Rahmen **50** mittels einer geeigneten Vorrichtung ausgerichtet. Der sich dabei ergebende Zustand ist in der Teilfigur [Fig. 12](#) (2) dargestellt. Anschließend werden die Leitungen **20** an die Kontaktflecke **6a** bis **6d** angeschweißt, beispielsweise durch Parallelspaltschweißen. Danach werden die Leitungen **20** abgeschmolzen (Teilfigur [Fig. 12](#) (3)). Danach wird Goldpaste aufgetragen und zur Bildung der Schutzschichten **27** zusammen mit dem gesamten Rahmen **50** erwärmt. Als nächstes werden die Trägerteile **32** der Gasmessfühler ausgerichtet und die Leitungen **20** an die Stifte **22** angeschweißt. Im allgemeinen ist es schwierig, Leitungen **20** auf die Elektrodenkontakte **6** aufzuschweißen und gleichzeitig die Leitungen **20** abzutrennen. Es ist jedoch möglich, die Leitungen **20** an die Stifte **22** anzuschweißen und sie gleichzeitig abzutrennen. Vorzugsweise werden die Leitungen **20** an die Stifte **22** angeschweißt und gleichzeitig werden die Leitungen **20** abgetrennt (Teilfigur [Fig. 12](#) (4)). Auf diese Weise werden die Trägerteile **32** vom Rahmen **50** unabhängig, und damit ist die Montage der Meßfühler Teile **2** auf den Stiften **22** abgeschlossen. Wie in der Teilfigur [Fig. 12](#) (4) deutlich zu erkennen ist, verändern die vier Leitungsdrähte ihre Richtung um etwa 90 Grad und verlaufen praktisch parallel zu den Diagonalen des Vierecks, das die vier Kontaktflecke **6** umfaßt (wobei die Winkelabweichung jedes Leitungsdrahts gegenüber der Diagonalen innerhalb eines Bereichs von  $\pm 15$  Grad liegt). Infolgedessen sind die Meßfühler Teile **2** gegenüber Kräften, die sowohl in X-Richtung als auch in Y-Richtung (in [Fig. 12](#)) wirksam sind, widerstandsfähig, und damit verbessert sich die Festigkeit, mit der die Meßfühler Teile **2** angebracht sind, noch weiter.

**[0048]** [Fig. 13](#) zeigt eine zweite modifizierte Form des Gasmessfühlers. In dieser schematischen Darstellung sind mit **70** neue Meßfühler Teile angegeben, ist **72** ein Leiterraum und **74** eine von dessen Leitungen. Der Leiterraum **72** besteht aus einer Legierung aus unedlen Metallen, beispielsweise SUS316 und Eisen-Chrom-Aluminium. Die Querschnittsfläche der Leitung **74** beträgt beispielsweise 20 bis 50  $\mu\text{m}^2$ . Bei dem Meßfühler Teil **70** ist ein Paar Metalloxid-Halbleiter-Filmschichten **76** und **78** auf

der Rückseite des Substrats **4** vorgesehen. Beispielsweise wird die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht **76**, die näher bei der Filmschichtheizung **8** liegt, als Metalloxid-Halbleiter-Film für den Nachweis von Methan verwendet und die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht **78**, die von der Filmschichtheizung entfernt ist, dient für den Nachweis von Kohlenmonoxid. Der Kontaktfleck **6b** ist mittels einer Durchführung **16** sowohl an die Oberseite wie auch an die Rückseite des Substrats angeschlossen und dient als gemeinsamer Kontakt für die beiden Metalloxid-Halbleiter-Filmschichten **76** und **78**.

**[0049]** Eine modifizierte Ausführungsform gemäß [Fig. 13](#) ist dem Aufbau des Gasmessfühlers aus [Fig. 1](#) ähnlich, allerdings mit dem Unterschied, daß als Leitungen Winkelleitungen **74** aus unedlem Metall verwendet werden und das Meßfühler Teil **70** ein Paar Metalloxid-Halbleiter-Filmschichten **76** und **78** aufweist. Beispielsweise bestehen die Kontaktflecken **6** alle aus Goldlegierung. Diese Kontaktflecken weisen gegenüber dem Substrat **4** eine hohe Haftkraft und gegenüber den Leitungen **74** eine hohe Verbindungsfestigkeit auf. Darüberhinaus sind bei dieser modifizierten Ausführungsform die Meßfühler Teile **70** relativ zum Rahmen **72** ausgerichtet, und sind die Leitungen **74** an vier Punkten an die Elektrodenkontakte **6a** bis **6d** angeschweißt, wobei die redundanten Bereiche abgeschmolzen und entfernt werden. Anschließend werden die Leitungen **74** auf Stifte **22** aufgeschweißt und die Leitungen **74** gleichzeitig abgetrennt.

### Patentansprüche

1. Gasmessfühler, der ein wärmebeständiges Isoliersubstrat (**4**) sowie eine Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht (**1**), deren elektrischer Widerstand sich je nach Anwesenheit eines Gases verändert, eine Filmschichtheizung (**8**) und eine Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (**6a-6d**), von denen jeder auf dem wärmebeständigen Isoliersubstrat (**4**) vorgesehen ist, sowie Leitungen (**20**) aufweist, wobei die Metalloxid-Halbleiter-Filmschicht (**1**), die Filmschichtheizung (**8**) und die Leitungen (**20**) mit der Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (**6a-6d**) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vielzahl von Dickfilm-Elektrodenkontakten (**6; 6a-6d**) aus einer 5 bis 95 Gew.% Gold aufweisenden Legierung gefertigt sind.

2. Gasmessfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung **20** bis 80 Gew.% Gold aufweist.

3. Gasmessfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitungen (**20**) aus Draht eine edelmetallhaltige Legierung mit Pt-W oder AU-Pd-Mo oder Pt-ZrO<sub>2</sub> oder Pt-Pd aufweisen.

4. Gasmessfühler nach Anspruch 3, dadurch ge-



kennzeichnet, dass die edelmetallhaltige Legierung mit Pt-W einen W-Gehalt zwischen 2 und 12 Gew.%, mit Au-Pd-Mo einen Pd-Gehalt zwischen 10 und 60 Gew.%, einen Mo-Gehalt zwischen 1 und 10 Gew.%, und als Rest Gold, mit Pt-ZrO<sub>2</sub>, bei welcher ZrO<sub>2</sub> an der Korngrenze von Platin ausgefällt ist, und mit Pt-Pd Pd-Gehalt zwischen 5 und 60 Gew.% aufweisen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

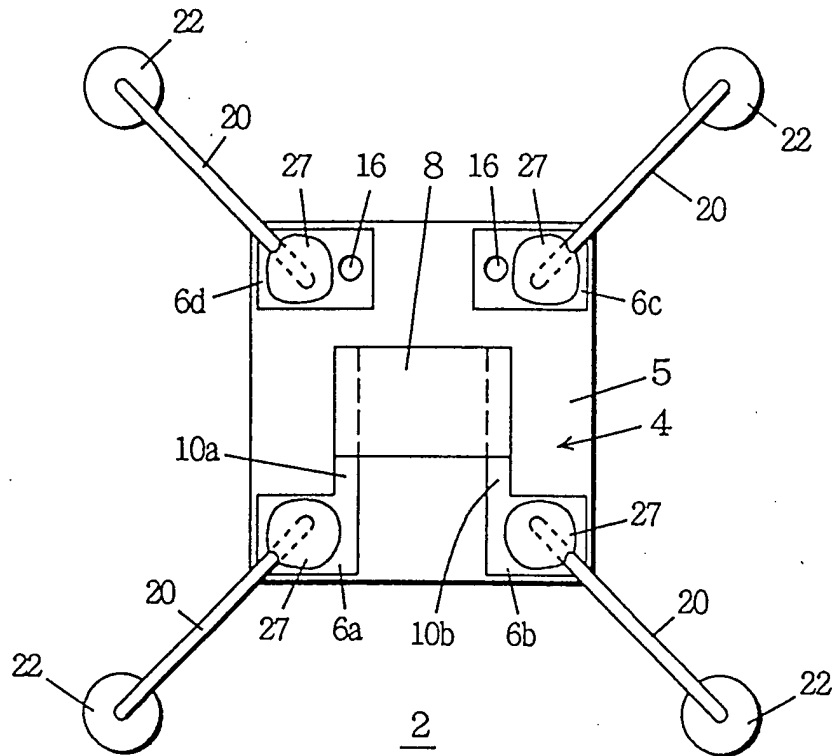


FIG. 2

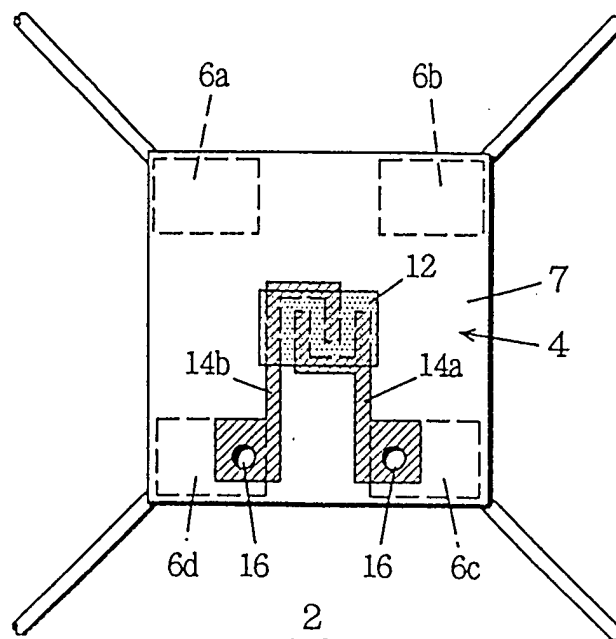
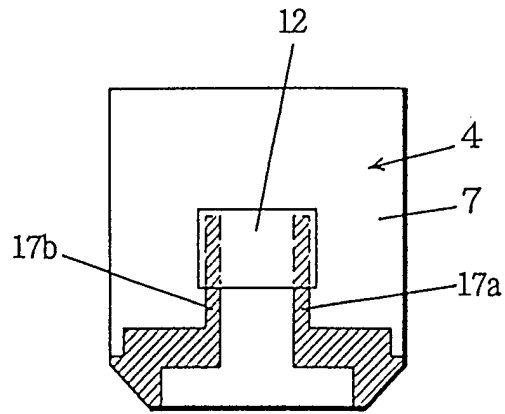


FIG. 3



3

FIG. 4

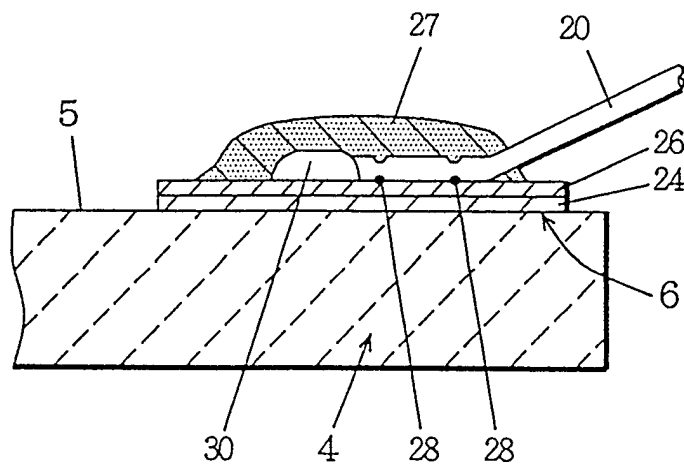


FIG. 5

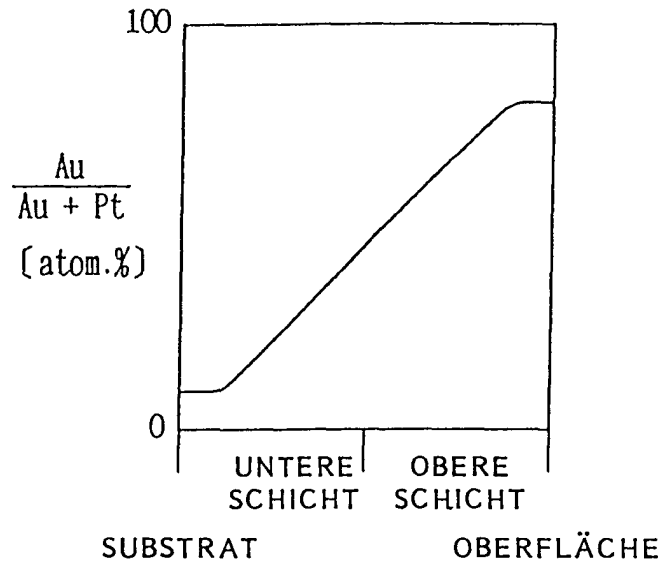


FIG. 6

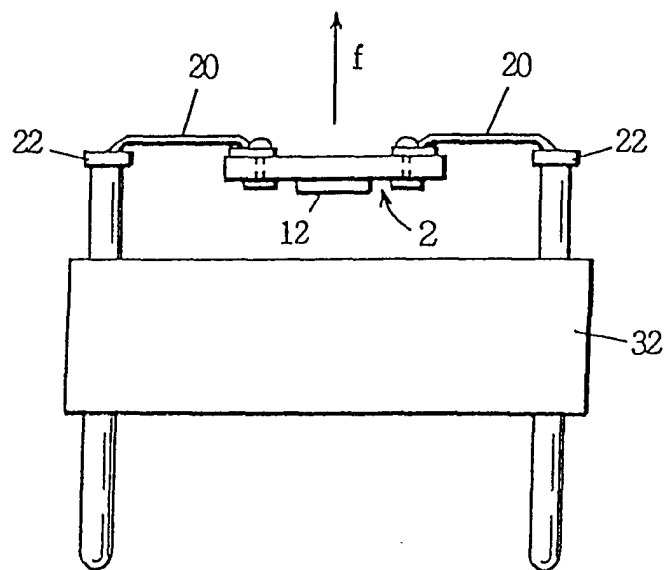


FIG. 7

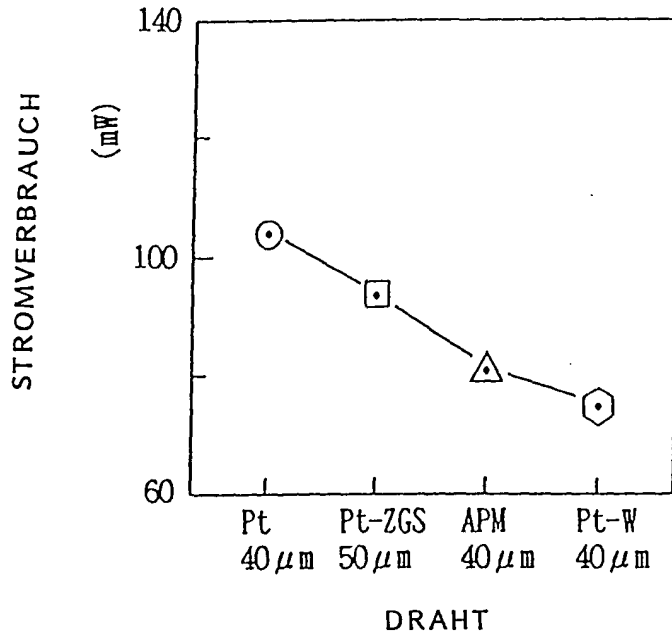


FIG. 8

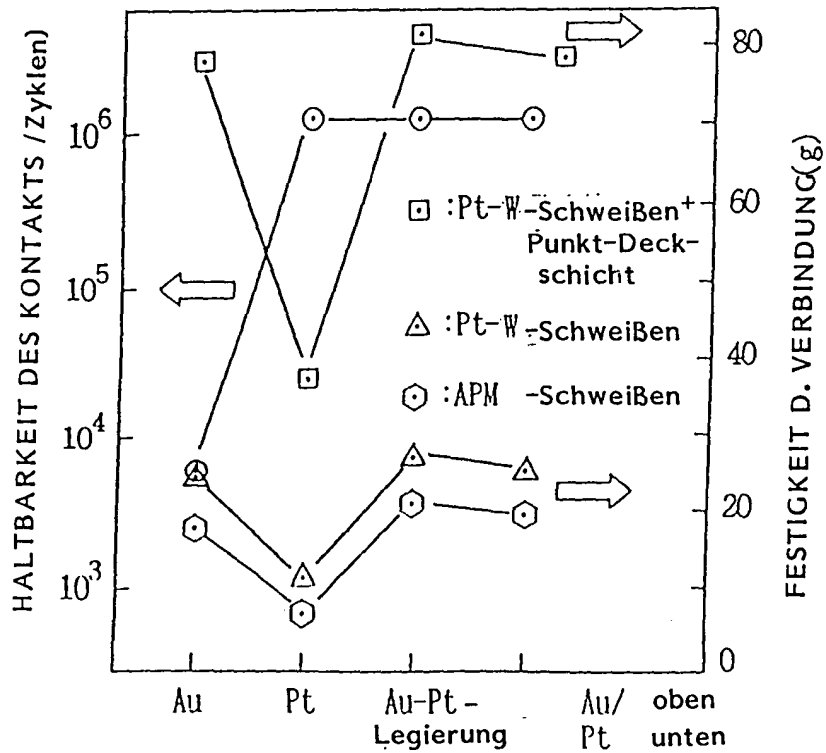




FIG. 9

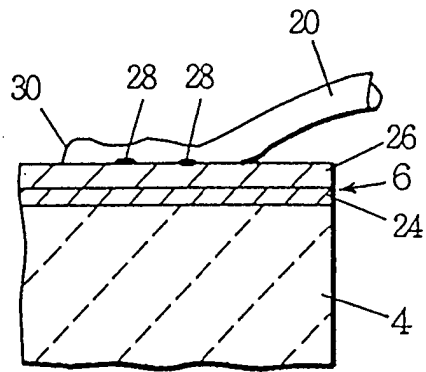


FIG. 10

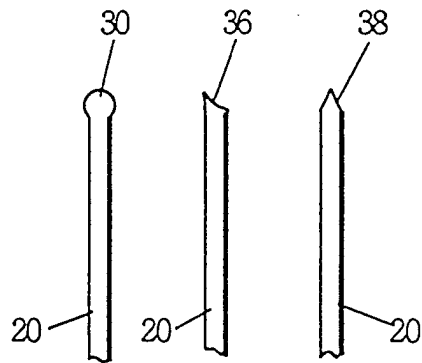


FIG. 11

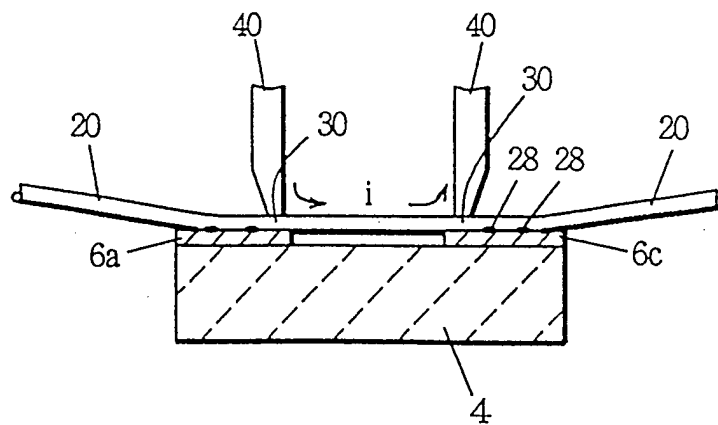


FIG. 12

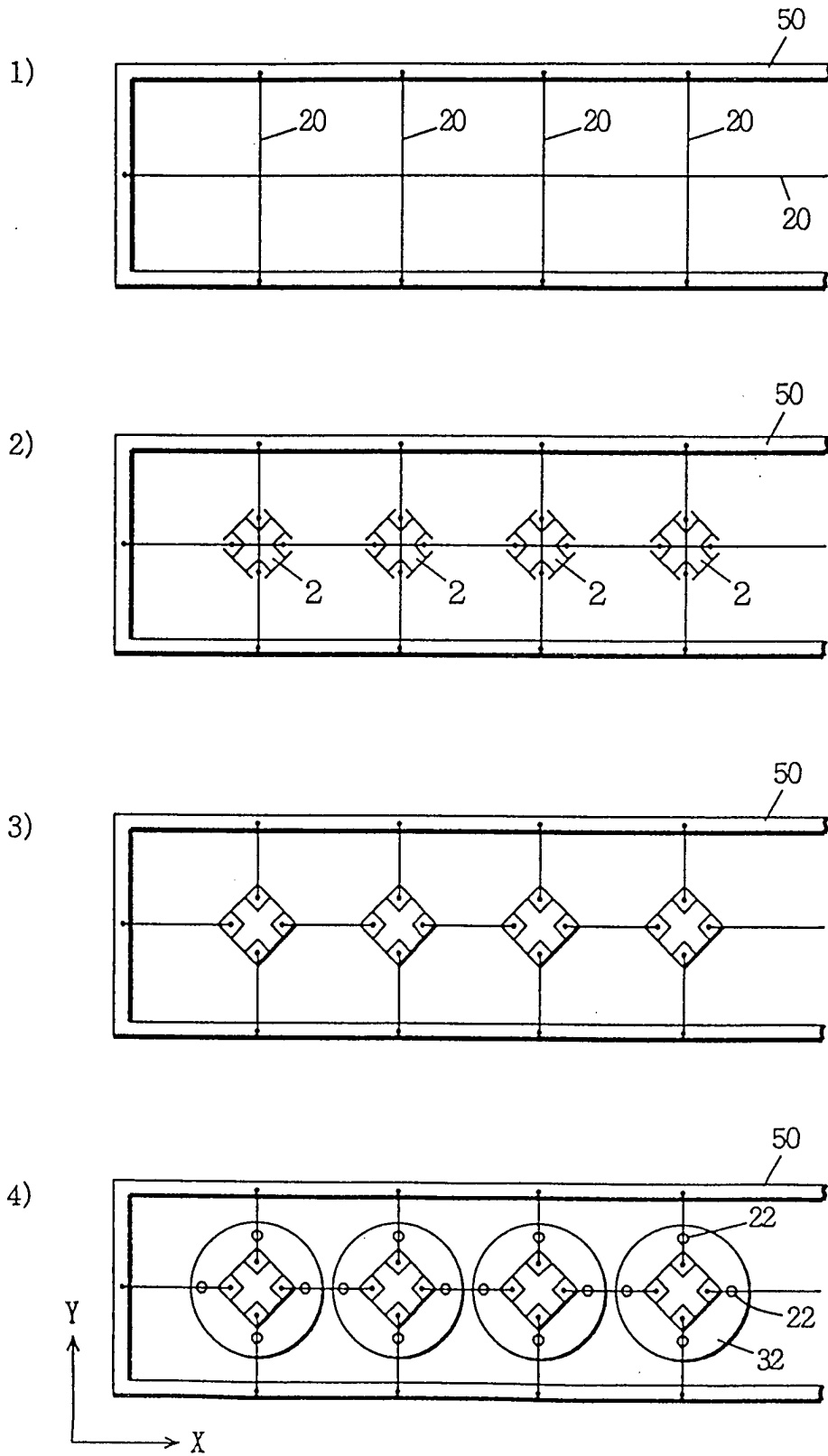


FIG. 13

