



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 398 636 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1303/89

(51) Int.Cl.⁶ : **G01F 23/24**

(22) Anmeldetag: 30. 5.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1994

(45) Ausgabetag: 25. 1.1995

(56) Entgegenhaltungen:

SIEMENS-ZEITSCHRIFT 39. JAHRGANG, FEB. 65, HEFT 2, S
138-145
EP-A2 61550 DE-C2 323233

(73) Patentinhaber:

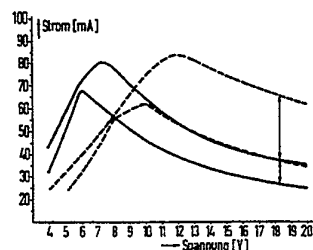
SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS GMBH & CO.KG
D-W-8000 MÜNCHEN 80 (DE).

(72) Erfinder:

FELLNER SIEGFRIED DIPL.ING.
PREITENEGG, KÄRNTEN (AT).
BISAIL GERHARD
DEUTSCHLANDSBERG, STEIERMARK (AT).

(54) NIVEAUFÜHLER MIT HOHEM SIGNALHUB FÜR FLÜSSIGKEITEN, INSBESONDERE CHEMISCH AGGRESSIVE FLÜSSIGKEITEN

(57) Ein mit Stromzuführungen versehener, als Fühlerelement dienender Kaltleiter (PTC-Widerstand) ist unmittelbar in Glas eingeschmolzen. Die Stromzuführungen sind mit Metallbelegungen des Kaltleiters verschweißt, die bei der beim Einschmelzen des Kaltleiters auftretenden Temperatur beständig sind. Besonders geeignet sind etwa 50 µm und mehr dicke Aluminium-Siebdruckmetallisierungen.



AT 398 636 B

Die Erfindung betrifft einen Niveaufühler mit hohem Signalhub für Flüssigkeiten, insbesondere chemisch aggressive Flüssigkeiten, mit einem mit Stromzuführungen versehenen, in einem Behälter aus Glas befindlichen Kaltleiter (PTC-Widerstand) als Fühlerelement.

Die Verwendung von Kaltleitern für die Niveau-Kontrolle eines Flüssigkeitsstandes ist bekannt. Eine
 5 spezielle Bauform eines Niveaufühlers mit den oben genannten Merkmalen ist in der Siemens-Zeitschrift, Heft 2, Febr. 1965, Seiten 138 - 145 beschrieben und in seiner Funktionsweise erläutert.

Kaltleiter (PTC-Widerstände) sind temperaturabhängige elektrische Widerstände (Thermistoren) aus halbleitender ferroelektrischer Keramik. Kennzeichnend für sie ist der steile Anstieg des spezifischen Widerstandes im Bereich der Curietemperatur des ferroelektrischen Ausgangsstoffes. Für die Anwendung
 10 wichtig ist der Beginn des beinahe sprunghaften Widerstandsanstiegs von mehreren Zehnerpotenzen, der durch die Bezugstemperatur, die ungefähr der ferroelektrischen Curietemperatur entspricht, charakterisiert wird. Zur Zeit stehen Kaltleitertypen mit Bezugstemperaturen bis ca. + 250 °C zur Verfügung. Unterhalb der Curietemperatur sind die Kaltleiter niederohmig.

Die Temperatur eines Kaltleiters wird einerseits durch die Temperatur seiner Umgebung, andererseits
 15 durch die im Kaltleiter selbst entwickelte Joulesche Wärme bestimmt. Welcher dieser beiden Anteile in einem speziellen Anwendungsfall dominiert, ist von der elektrischen Belastung und den Wärmeableitungsverhältnissen abhängig. Liegt am Kaltleiter eine Spannung U und durchfließt ihn ein Strom I, so wird in ihm eine Leistung $P = U \cdot I$ umgesetzt, die sich in Wärmeentwicklung äußert. Die Temperatur des Kaltleiters T_K steigt nun so lange an, bis ein Zustand erreicht ist, in dem in gleicher Zeit ebenso viel Wärme erzeugt
 20 wie an die Umgebung abgeführt wird. Der Kaltleiter befindet sich nun im thermischen Gleichgewicht mit seiner Umgebung. Es gilt dann die Beziehung

$$25 \quad U \cdot I = \frac{T_K - T_U}{W}$$

worin T_U die Umgebungstemperatur und W den Wärmewiderstand bedeuten.

Beim Einsatz als Niveaufühler wird der Kaltleiter mit einer festen Spannung betrieben, die gerade
 30 ausreicht, um ihn über die Bezugstemperatur aufzuheizen. Bei konstanter Spannung ist der Strom durch den Kaltleiter ein Maß für die vorliegenden Wärmeleitverhältnisse. Ändert sich mit diesen der Wärmewiderstand W, so treten als Folge davon im Kaltleiter Leistungsänderungen und damit Stromänderungen ein, die für eine Signalwirkung ausgenutzt werden können. Beim Eintauchen eines Kaltleiters in eine Flüssigkeit steigt dessen Stromaufnahme, da durch die erhöhte Kühlwirkung der Flüssigkeit der Kaltleiter seinen
 35 Widerstand verringert. Nach diesem Prinzip lassen sich Niveaufühler dimensionieren, die Niveaustände wie Flüssigkeit vorhanden/nicht vorhanden, signalisieren können.

Der Wärmewiderstand W setzt sich näherungsweise additiv aus einem für das umgebende Medium und einem für den Kaltleiter und seine Umhüllung spezifischen Anteil zusammen. Ein optimales Signalverhältnis erhält man folglich nach obiger Formel im Falle einer niedrigen Umgebungstemperatur, einer hohen
 40 Bezugstemperatur und einer guten thermischen Koppelung des Kaltleiters mit der Umgebung. Leider verbietet sich in vielen Anwendungsfällen der Einsatz von Kaltleitern mit hoher Bezugstemperatur. Es erhöht sich nämlich mit der Bezugstemperatur auch die Leistungsaufnahme im eingetauchten Zustand, was zu unerwünschten Stromspitzen führt. Vor allem aber sind viele Umgebungsmedien gegenüber derartig hohen Temperaturen chemisch nicht stabil. Letztlich schmelzen bei Bezugstemperaturen über 200 °C auch
 45 die Lötverbindungen zwischen Stromzuführungsdrähten und den Kaltleitern.

Bei dem aus der oben genannten Siemens-Zeitschrift bekannten Niveaufühler ist der Kaltleiter, der Erläuterung der Abb. 3 auf S. 140 zufolge, in ein Glasgehäuse eingeschmolzen. Tatsächlich läßt jedoch die
 50 Abbildung 3 klar erkennen, daß der Kaltleiter und die ihn kontaktierenden Enden der Stromzuführungsdrähte keineswegs unmittelbar im Glas eingeschmolzen, sondern nur von einer Glas- hülle mit Abstand zum Kaltleiter umgeben sind. Der Begriff "eingeschmolzen" soll also in diesem Fall nur den gegenüber äußeren Einflüssen dichten Einbau des Kaltleiters zum Ausdruck bringen. Es wird mit dieser Formulierung noch nichts darüber ausgesagt, ob im Inneren des Glasgehäuses ein direkter Kontakt zwischen Kaltleiter und Glas besteht oder nicht. Tatsächlich befindet sich beim bekannten Niveaufühler zwischen dem Kaltleiter und dem Glasgehäuse eine wärmedämmende Luftschicht, was insbesondere aus Seite 140, Spalte 2, Absatz 1,
 55 Zeile 4 bis 13 hervorgeht, wonach (aufgrund der wärmedämmenden Luftschicht) ein guter Wärmekontakt (nur) über einen Durchführungsdraht gesichert sei. Aufgrund der Luftschicht, ergibt sich beim bekannten Niveaufühler ein ausreichendes Signalverhältnis nur bei einer Flüssigkeitstemperatur bis zu etwa 50 °C. Zwar sind aus dem Stand der Technik, beispielsweise der DE PS 32 32 333 auch Niveaufühler für höhere

Flüssigkeitstemperaturen bekannt, jedoch sind diese konstruktiv völlig anders und wesentlich aufwendiger aufgebaut als die hier in Rede stehenden besonders einfachen glasgekapselten Niveaufühler.

Bei dem bekannten, in ein Glasgehäuse eingefügten Niveaufühler werden die beiden Forderungen nach dichtem Einbau des Kaltleiters und guter thermischer Koppelung mit der Umgebung im wesentlichen
 5 getrennt voneinander gelöst: Das Glasgehäuse schützt den Kaltleiter, während die Wärmeauskoppelung hauptsächlich über die Stromzuführungen geschieht. Ein erster Stromzuführungsdraht hat einen flachen Kopf, auf den der nur ca. 1,3 mm breite und 0,5 mm dicke Miniaturkaltleiter mit Hilfe eines an einen zweiten Stromzuführungsdraht befestigten Federbügels aufgedrückt wird. Die Kaltleiterscheibe selbst hat eine
 10 festhaftende sperrfrei aufgebrachte Metallbelegung, die außer dem elektrischen Kontakt einen guten Wärmekontakt zu dem flachen Kopf des ersten Stromzuführungsdrahtes bewirkt. Wie bereits erwähnt, hat die Praxis jedoch gezeigt, daß eine thermische Koppelung nur mit Hilfe der Stromzuführungsdrähte bei Umgebungstemperaturen von mehr als 50 °C kein ausreichendes Signalverhältnis gewährleistet.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Niveaufühler zur Niveau-Kontrolle eines Flüssigkeitsstandes mit dem eingangs angegebenen besonders einfachen Aufbau zu schaffen, der
 15 eine höchstmögliche Auskoppelung der vom Kaltleiter erzeugten Wärme gewährleistet und durch den dadurch erhöhten Signalhub auch die Verwendung bei flüssigen Medien mit höherer Temperatur als bisher ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist der Niveaufühler der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der Kaltleiter gemeinsam mit den Schweißverbindungen zwischen seinen
 20 Metallbelegungen und den Stromzuführungen ohne wärmedämmende Zwischenschicht zwischen dem Kaltleiter und dem Glasbehälter unmittelbar in das Glas eingeschmolzen ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß man eine zusätzliche Wärmeauskoppelung des Kaltleiters erreichen kann, indem man ihn in Glas einschmilzt, so daß ohne eine wärmedämmende
 25 Luftschicht die Wärme unmittelbar vom Kaltleiter über das Glasgehäuse an das umgebende Medium weitergeleitet wird. Der Vorteil einer verbesserten Signalthöhe läßt sich aber nur erzielen, wenn die Kontaktierung der Kaltleiter mit den Stromzuführungen hinsichtlich des Einschmelzens im Glas einerseits temperaturbeständig und andererseits kaltleiterverträglich, d. h. sperrschichtfrei ist. Der Erfindung gelingt es beide Bedingungen auf überraschend einfache Weise zu erfüllen.

Der erfindungsgemäße Miniaturkaltleiter wird beispielsweise bei ca. 700 °C in Glas eingeschmolzen. Die
 30 üblichen Lötverbindungen halten derartigen Temperaturen nicht Stand. Die Stromzuführungen werden deshalb mittels Widerstandsschweißen mit Metallbelegungen des Kaltleiters verbunden. Dies ist jedoch nicht möglich bei den aus drei Schichten bestehenden Metallbelegungen des Kaltleiters des bekannten Niveaufühlers. Üblicherweise werden bei diesem nacheinander eine jeweils etwa 1 µm dicke Schicht aus Chrom, Nickel und schließlich Silber auf die zu kontaktierende Oberflächen des Kaltleiters aufgedampft.
 35 Diese Schichten sind aber für einen Schweißvorgang viel zu dünn und brennen bei der hohen Schweißtemperatur bis zu 90% ab. Die Dicken der Schichten können auch nicht einfach wesentlich verstärkt werden, da die verschiedenen Metalle einen jeweils unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, der unter Schweißbedingungen zum Abblättern der Schichten bzw. zum Bruch der gesamten Metallbelegung führt. Andererseits kann aber nicht jede schweißfähige Oberfläche als kaltleiterverträgliche Metallbelegung
 40 verwendet werden.

Es hat sich daher als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn in weiterer Verbesserung das Gegenstandes nach der Erfindung eine ca. 50 µm dicke Aluminium-Belegung mittels eines Siebdruckverfahrens auf die zu kontaktierenden Oberflächen des Kaltleiters aufgebracht wird. Eine derartige Aluminium-Siebdruckmetallisierung ist einerseits schweißbar und andererseits sperrschichtfrei. Die Dicke der Aluminiumschicht ist groß
 45 genug gewählt, damit bei einer Schweißtemperatur von ca. 900 °C die Metallbelegung zwar wie gewünscht aufschmilzt, jedoch nicht zu sehr abbrennt.

Die durch die Erfindung erzielte Verbesserung wird nachstehend anhand eines Diagramms näher erläutert, das den Verlauf der Strom-Spannungs-Kennlinie eines Kaltleiters bei dem bekannten und bei einem Niveaufühler nach der Erfindung, jeweils in Luft und in Flüssigkeit wiedergibt

50 Das Diagramm zeigt - als durchgezogene Linien - die Kennlinien eines bekannten Niveaufühlers, wobei die untere Kennlinie auf den nicht eingetauchten Zustand (Luft, - 25 °C) bezogen ist, während die darüber verlaufende Kurve mit deutlich höherem Stromverbrauch die Kennlinie des Niveaufühlers in eingetauchtem Zustand (Öl, + 50 °C) wiedergibt. Die Stromdifferenz bei der hier gewählten Betriebsspannung von ca. 18V definiert das durch einen nachgeschalteten Verstärker auswertbare Signalverhältnis.

55 Das Diagramm zeigt außerdem die gestrichelt gezeichneten Kennlinien eines direkt in Glas eingeschmolzenen Kaltleiters, wobei zu erkennen ist, daß das Signalverhältnis etwa zweimal größer als bei dem bekannten Niveaufühler ist. Der wesentlich verbesserte Signalhub liefert auch noch bei Flüssigkeitstemperaturen um 100 °C ein ausreichendes Nutzsignal.

Patentansprüche

1. Niveaufühler mit hohem Signalhub für Flüssigkeiten, insbesondere chemisch aggressive Flüssigkeiten, mit einem mit Stromzuführungen versehenen, in einem Behälter aus Glas befindlichen Kaltleiter als Fühlerelement, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kaltleiter gemeinsam mit den Schweißverbindungen zwischen seinen Metallbelegungen und den Stromzuführungen ohne wärmedämmende Zwischenschicht zwischen dem Kaltleiter und dem Glasbehälter unmittelbar in das Glas eingeschmolzen ist.
2. Niveaufühler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Metallbelegungen des Kaltleiters aus etwa 50 µm dicken Aluminium-Siebdruckmetallisierungen bestehen.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Patentschrift Nr. AT 398 636 B

Ausgegeben
Blatt 1

25. 1.1995

Int. Cl.⁶: G01F 23/24

