



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 010 713 B4** 2006.02.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 010 713.0**

(22) Anmeldetag: **04.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **22.09.2005**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01K 7/22** (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:

EPCOS AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

**Arrimadas-Matias, Javier, Deutschlandsberg, AT;
Kloiber, Gerald, Feldkirchen, AT; Mayer, Ralf
Thomas, St. Martin, AT**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

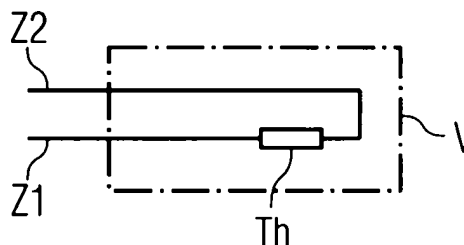
DE 101 24 373 A1

EP 08 44 466 A1

WO 00/25 325 A1

(54) Bezeichnung: **Flexibler Sensor mit Thermistor**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein für die Temperaturmessung geeigneter Sensor vorgeschlagen, der im Sensorkopf zumindest einen Thermistor aufweist, der über einen Flachdraht elektrisch kontaktiert ist. Der Thermistor samt einem Teil seiner Zuleitungen ist zwischen zwei Kunststofffolien hermetisch eingebettet und versiegelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen zur Temperaturmessung geeigneten Sensor mit einem Thermistor, dessen Arbeitsprinzip auf dem temperaturabhängigen Widerstand des Thermistors basiert.

[0002] Die meisten elektrisch betriebenen Temperatursensoren basieren auf einem temperaturabhängigen veränderbaren Widerstand, wobei sogenannte NTC-Elemente bei zunehmender Temperatur einen abnehmenden Widerstand, PTC-Elemente dagegen ein normales Verhalten und somit einen zunehmenden Widerstand aufweisen. PTC-Elemente können aus beliebigen leitenden und halbleitenden Materialien gefertigt sein, während die besondere Eigenschaft von NTC-Elementen bislang ausschließlich mit bestimmten Keramiken erreicht werden.

[0003] Bekannte Temperatursensoren auf der Basis von Thermistoren besitzen üblicherweise einen Sensorkopf, in den der Thermistor samt zweier Zuleitungen integriert sind. Für den Einsatz der Temperatursensoren in feuchter oder aggressiver Umgebung sind verkapselte Sensoren verfügbar, die beispielsweise mit einem Reaktionsharz vergossen oder in ein dichtes Gehäuse eingebaut sind. Temperatursensoren auf Thermistorbasis haben außerdem den Vorteil, dass sie für nahezu beliebige Temperaturbereiche einsetzbar sind. Als Faktoren für eine mögliche Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten ist daher vor allem die äußere Umgebung am Ort der Temperaturmessung ausschlaggebend.

[0004] Die Betriebstemperatur von Verbrennungsmotoren wird beispielsweise mittels Temperatursensoren im Kühlmittel zeitverzögert als integrale Größe bestimmt. Bei geschlossenen Maschinengehäusen können Sensoren über entsprechende Messöffnungen und insbesondere in Sacklöchern angeordnet und z.B. eingeschraubt werden, wo sie im direkten Kontakt mit der Oberfläche treten, deren Temperatur zu bestimmen ist.

[0005] Bei Sitzheizungen, beheizbaren Textilien und beheizbarer Bekleidung werden z.B. bedrahtete und mit Epoxid umhüllte Temperatursensoren eingesetzt, über die die Heizleistung kontrolliert und beispielsweise manuell nachgeregelt werden kann. Es sind bereits eine Reihe flexibler Temperatursensoren auf dem Markt, die beispielsweise aus einem Leadframe mit direkt kontaktierter NTC-Keramik bestehen. Weitere flexible Sensoren auf der Basis von NTC-Thermistoren sind in einem flexiblen Schaltkreis eingearbeitet und mit einer Folie versiegelt.

Stand der Technik

[0006] Aus der Druckschrift WO 00/25325 A1 ist ein Sensor mit einem Thermistorelement bekannt, das

eine Laminatstruktur aufweist.

[0007] Aus der Druckschrift DE 101 24 373 A1 ist ein Temperaturfühler mit einem wärmeempfindlichen Element und einem das wärmeempfindliche Element luftdicht umschließenden keramischen Gehäuse bekannt.

[0008] Aus der Druckschrift EP 0 844 466 A1 ist ein Temperatursensor mit einem Thermistorelement bekannt, das auf einer Basisplatte angeordnet ist. Das Thermistorelement mit an ihm angeordneten Elektrodenfilmen ist durch eine Isolierschicht überdeckt, die mit der Basisplatte abschließt.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen flexiblen Sensor zur Temperaturmessung auf der Basis eines Thermistors anzugeben, der eine flächige Anbindung an eine zu messende Oberfläche oder Umgebung und ein schnelles Ansprechen ermöglicht.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Sensor nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie bevorzugte Verwendungen sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

[0011] Die Erfindung gibt einen Sensor mit einem einfach aufgebauten Sensorkopf an, in dem zumindest ein Thermistor in einem Verbund aus zwei Kunststofffolien hermetisch versiegelt ist. Der Thermistor besitzt einen flachen keramischen Aufbau und ist über metallische Flachdrähte kontaktiert. Die Flachdrähte sind zumindest teilweise zwischen den beiden Kunststofffolien angeordnet und können mit je einem ihrer Enden aus dem Verbund heraus ragen.

[0012] Keramischer Thermistor, metallische Zuleitungen und der versiegelnde Verbund aus den Kunststofffolien ergeben zusammen einen flach ausgebildeten Sensorkopf, der aufgrund der verwendeten Materialien auch eine hohe Flexibilität aufweist. Der Thermistor ist flächig ausgebildet und kann auf eine maximale Kontaktfläche mit einer Oberfläche, deren Temperatur zu bestimmen ist, optimiert werden. Der keramische Thermistor kann mit sehr geringen äußeren Abmessungen ausgeführt sein und weist dann eine nur geringe thermische Masse auf, die ein schnelles Ansprechen bei Temperaturveränderungen gewährleistet. Die Flexibilität des Sensors ermöglicht es, diesen auf beliebig geformten Oberflächen und dennoch im engen Kontakt zu der genannten Oberfläche anzuordnen. Die hermetische Versiegelung ermöglicht den Einsatz in feuchten oder aggressiven Umgebungen. Die Flexibilität und die geringe Größe ermöglichen den Einbau des Sensors an schwer zugänglichen Einsatzorten.

[0013] Jeder Thermistor im erfindungsgemäßen Sensor weist üblicherweise zwei Kontakte auf, die beide auf der gleichen Oberfläche oder auf zwei unterschiedlichen Oberflächen des keramischen Thermistorkörpers angeordnet sein können und mit je einem Flachdraht elektrisch leitend verklebt, verlötet oder verschweißt sind. Unter Flachdraht werden dabei metallurgische und separat handhabbare Drähte verstanden, die flach ausgebildet sind und insbesondere zwei zueinander parallele Hauptoberflächen aufweisen. Breite und Durchmesser des Flachdrahtes sind in Abhängigkeit von der gewünschten Stromtragfähigkeit und damit von den elektrischen Eigenschaften des entsprechenden Materials ausgewählt. Unter Flachdraht werden auch Netze und Gewebe aus feineren Drähten oder anderen metallischen Formteilen verstanden, sofern sie in der äußeren Form flach und damit bandförmig ausgebildet sind.

[0014] Die Flachdrähte umfassen zumindest ein Metall, das in Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften ausgewählt ist. Bevorzugt ist ein Metall von guter elektrischer Leitfähigkeit. Weitere Vorteile haben auch duktile Metalle und solche Metalle mit hohem E-Modul, die gegenüber Zugbelastungen stabil sind. Eine gewisse Elastizität und damit Unempfindlichkeit gegenüber Zugbelastungen weisen die bereits genannten Geflechte und Netze auf, die als Flachdrähte eingesetzt werden können.

[0015] Die Flachdrähte sind vorzugsweise zumindest an der Oberfläche aus einem lötbaren Metall, so dass eine direkte Verlotung des Flachdrahtes mit dem Kontakt des Thermistors möglich ist. Gut geeignet ist beispielsweise ein Flachdraht aus Kupfer, Silber, Nickel, Neusilber, Bronze und dgl., oder aus einem nicht lötbaren Material, welches an der Oberfläche mit einem lötbaren Film überzogen ist, beispielsweise einem dünnen Schichtverbund aus Titan, Nickel, Kupfer, Silber, Gold oder Zinn.

[0016] Ein erfindungsgemäßer Sensor kann im Sensorkopf zumindest zwei Thermistoren umfassen, die in Reihe geschaltet sind. Eine solche Reihenschaltung erhöht den Gesamtwiderstand. Die beiden Thermistoren können auch weiter als nötig voneinander beabstandet sein und können dann im Messbetrieb die Temperatur an zwei unterschiedlichen Orten bestimmen, wobei das erhaltene Sensorsignal dann einen integralen Wert bezüglich der Temperaturen an den beiden Orten liefert. Möglich ist es jedoch auch, im Falle von mehreren Thermistoren jeden der beiden Thermistoren mit jeweils zwei aus Flachdraht ausgebildeten Zuleitungen zu versehen, um jeden der beiden Thermistoren einzeln ansprechen zu können und damit die Temperaturmessung mit einem Sensor an unterschiedlichen Punkten gleichzeitig und unabhängig voneinander durchführen zu können.

[0017] Möglich ist es auch, in einem Sensorkopf eine Anzahl von n Thermistoren vorzusehen, wobei n eine ganze Zahl ≥ 2 ist. Die Thermistoren werden miteinander verschaltet, vorzugsweise in Serie, und mit aus Flachdraht ausgebildeten Zuleitungen versehen, die nach außen aus dem Verbund herausgeführt werden. Die Zuleitungen können so mit den Thermistoren verschaltet sein, dass über unterschiedliche Paare von Zuleitungen unterschiedliche Verschaltungskonfigurationen von Thermistoren ansprechbar sind. Möglich ist es z.B., alle Thermistoren in Reihe zu verschalten und über verschiedene Abzweigungen dieser Reihenschaltung einzelne Thermistoren oder einzelne Gruppen von miteinander in Serie geschalteten Thermistoren anzusprechen.

[0018] Ein erfindungsgemäßer Sensor umfasst vorzugsweise einen Thermistor, der als NTC-Widerstand ausgebildet ist, bzw. als Thermistor aus einer NTC-Keramik. Der Thermistor umfasst einen flachen Keramikkörper, der vorteilhaft eine Höhe von maximal 150 μm und noch vorteilhafter von maximal 100 μm aufweist. Dieser Keramikkörper kann nach der Herstellung und insbesondere nach dem Sintern mit zwei flächigen metallischen Kontakten, beispielsweise aus Silber versehen werden. Möglich ist es auch, auf einen metallischen Kontakt eine dünne Schicht aus NTC-Keramik aufzudampfen, auf die dann ein zweiter Kontakt aufgedampft werden kann. Möglich ist es auch, die Kontakt vor dem Sintern der Keramik aufzubringen. Möglich ist es auch, zwei Kontakte auf der gleichen Seite des keramischen Thermistorkörpers anzuordnen. Dies hat zwar den Vorteil, dass ein solcher Thermistor leichter zu verarbeiten ist, hat aber den Nachteil, dass bei der Herstellung des Thermistors ein vorgegebener Soll-Widerstand von der genauen Lage der beiden Kontakte bzw. der Entfernung der beiden Kontakte voneinander abhängig und nur schwer exakt einzustellen ist.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführung ist der Thermistor als flaches Plättchen aus Keramik ausgebildet, welches auf Ober- und Unterseite, mithin auf beiden Hauptoberflächen je eine Kontaktschicht aufweist. Die beiden Hauptoberflächen werden mit einem ersten und einem zweiten Flachdraht kontaktiert und dazu beispielsweise verlötet oder verschweißt. Die Flachdrähte werden so zum Thermistor hingeführt, dass sie zwischen sich einen von 0 abweichenden Winkel einschließen. Vorteilhaft ist es, ersten und zweiten Flachdraht für die Zuleitung zu den beiden Hauptoberflächen des Thermistors in einem Winkel α zueinander anzuordnen, der ein ganzzahliges Vielfaches von 90° beträgt. Neben den rechtwinkligen Anordnungen von 90 und 270° sind auch voneinander getrennte Zuführungen im Winkel von 180° geeignet, die den Thermistor von einander entgegengesetzten Seiten her anschließen.

[0020] In allen Fällen ist es vorteilhaft, wenn einer

der Flachdrähte, die die Zuleitungen bilden, so abgewinkelt ist, dass die zumindest zwei Zuführungen dann wieder parallel zueinander an einer Seite des Sensorkopfs aus diesem herausgeführt werden können. Möglich ist es auch, die als Zuführungen eingesetzten Flachdrähte nur bis an ein Ende des Sensorkopfs zu führen, ohne dass diese daraus hervorragen. Die Enden der Zuleitungen können mit elektrischen Verbindern und insbesondere mit Steckverbindern versehen sein, die dann aus dem Sensorkopf heraus geführt sind. Möglich ist es aber auch, die Enden der Zuleitungen innerhalb des Verbunds und isoliert gegen die Umgebung enden zu lassen, wobei ein elektrischer Anschluss später wie bei einem Flachkabel z.B. mit einer Crimpverbindung möglich ist, die in einem Schritt einen elektrischen und mechanischen Kontakt durch den isolierenden Verbund hindurch herstellt.

[0021] Daraus ergibt sich, dass ein Sensorkopf vorteilhaft langgestreckt ausgebildet ist, über weite Strecken eine parallele Führung von zumindest zwei Flachdrähten aufweist, die alle nebeneinander in dem Verbund angeordnet sind. Es ist klar, dass alle flach ausgebildeten Teile des Sensors so ausgerichtet sind, dass sie mit ihren geringsten Höhen, die die flache Ausgestaltung des Sensors gewährleisten, quer zum flachen Sensorkopf ausgerichtet sind und damit quer zur Oberfläche der beiden Kunststofffolien.

[0022] Die Kunststofffolien sind vorzugsweise aus einem dünnen thermoplastischen Material ausgebildet, welches verschweißbar ist. Dies ermöglicht eine einfache Herstellung des Verbundes, die zudem keines weiteren Materials zur Abdichtung bedarf und die einen sicheren und hermetisch dichten Verbund ermöglichen. Für den Verbund sind zwei Kunststofffolien erforderlich, die aber auch unterschiedliche Abschnitte ein und der selben Kunststoffolie sein können. Insbesondere kann z.B. aus einer Kunststoffolie eine Tasche gebildet werden, in die dann der Thermistor samt Zuführungen eingesteckt werden kann, bevor der endgültige Verbund durch Verschweißen der überlappenden Folienabschnitte gebildet wird.

[0023] Zur Herstellung eines hermetischen Verbundes für aggressive Umgebungen sind die Kunststofffolien vorzugsweise aus einem verschweißbaren fluorierten und noch vorteilhafter perfluorierten Kunststoff und insbesondere aus einem fluorierten Kohlenwasserstoff ausgebildet. Für weniger anspruchsvolle Umgebungen sind jedoch auch einfachere nichtfluorierte Kohlenwasserstoffe und andere thermoplastische und insbesondere elastische und plastische Folienmaterialien geeignet.

[0024] In einem Sensorkopf, der mehrere Thermistoren umfasst, sind die Thermistoren miteinander über kurze Abschnitte von Flachdrähten miteinander

verschaltet, die ausschließlich innerhalb des Verbundes verlaufen. Die Zuleitung erfolgt mit zumindest zwei Flachdrähten, deren Enden aus dem Verbund herausragen und deren andere Enden mit der Verschaltung verbunden sind. Dazu können zwischen jeweils zwei Thermistoren an den kurzen zwei Thermistoren verbindenden Leiterbahnabschnitten längere Flachdrähte angebunden sein, die aus dem Verbund herausführen.

Ausführungsbeispiel

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Diese dienen nur zur Veranschaulichung und sind daher nur schematisch und nicht maßstabgetreu ausgeführt.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt einen einfachen Sensor gemäß der Erfindung in schematischer Draufsicht

[0027] [Fig. 2](#) zeigt den Sensor im Querschnitt

[0028] [Fig. 3](#) zeigt eine mögliche Verschaltung zweier Thermistoren im Querschnitt

[0029] [Fig. 4](#) zeigt eine weitere mögliche Verschaltung zweier Thermistoren in schematischer Draufsicht

[0030] [Fig. 5](#) zeigt einen einseitig kontaktierten Thermistor im schematischen Querschnitt

[0031] [Fig. 6](#) zeigt eine Verschaltung zweier einseitig kontaktierter Thermistoren in der Draufsicht

[0032] [Fig. 7](#) zeigt ein verschaltetes Sensorarray in der Draufsicht.

[0033] [Fig. 1](#) zeigt eine einfache Ausführung eines Sensors gemäß der Erfindung. Dieser umfasst einen einzigen Thermistor Th, der zwei Kontakte aufweist, die mit einer ersten Zuleitung – einem ersten Flachdraht Z1 – und einer zweiten Zuleitung – einem zweiten Flachdraht Z2 – verbunden sind. Die zweite Zuleitung bildet hier zu der ersten Zuleitung einen Winkel α von 180° . In der Nähe des Thermistors ist sie zwei mal um je 90° abgewinkelt, so dass beide Zuleitungen danach wieder parallel aus dem Sensorkopf herausgeleitet werden können. Der Thermistor und ein benachbarter Bereich der Zuleitungen ist zwischen zwei Kunststofffolien eingebettet, die miteinander fest verbunden sind und einen Verbund V ausbilden.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt die gleiche Anordnung im schematischen Querschnitt durch den Thermistor Th als Explosionsdarstellung. Der Thermistor besteht hier aus einem flachen Keramikkörper KK, der beidseitig mit je einer Elektrodenschicht E1, E2 beschichtet ist.

Der Keramikkörper besteht beispielsweise aus einer NTC-Keramik, ist flach ausgebildet mit einer Grundfläche von beispielsweise 1,2·0,7 mm und einer Dicke von maximal 150 µm, beispielsweise mit einer Dicke von 100 µm. Die Bemessungen des Keramikkörpers sind in Abhängigkeit von der gewünschten Stromtragfähigkeit und dem gewünschten Widerstandswert ausgewählt und können stark von den angegebenen Werten abweichen. Wesentlich ist die geringe Dicke von hier beispielsweise nur 100 µm, die einen flachen Aufbau ermöglicht.

[0035] Von beiden Hauptoberflächen her ist der Keramikkörper mit einer ersten Zuleitung (erstem Flachdraht Z1) und einer zweiten Zuleitung (zweitem Flachdraht Z2) verbunden. Die Verbindung kann über Löten oder Schweißen erfolgen. Möglich ist es auch, die Zuleitungen mithilfe von Leitleber mit den Elektroden zu verbinden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Zuleitungen mittels Leitleber direkt auf den Keramikkörper aufzubringen und dabei auf die Elektroden zu verzichten, deren Funktion dann vom Leitleber übernommen wird. Die Zuleitungen sind als Flachdraht ausgebildet, beispielsweise als dünne Folienstreifen aus Kupfer von beispielsweise 1 mm Breite und einer Dicke von ca. 80 µm oder weniger. Die Breite der Zuleitungen bildenden Flachdrahts Z1, Z2 ist vorzugsweise an die Breite des Keramikkörpers KK bzw. an die Breite der Elektrodenfläche E1, E2 angepasst, sollte diese nicht wesentlich überschreiten.

[0036] Der Flachdraht ist mit seiner flachen Seite mit der Hauptoberfläche des Thermistors Th verbunden. Ein hermetisch dichter Verbund für den Thermistor wird durch eine erste Folie F1 und eine zweite Folie F2 geschaffen, zwischen denen der Thermistor mit seinen Zuleitungen bzw. Flachdrähten Z1, Z2 so angeordnet wird, dass seine flache Hauptoberfläche parallel zur Oberfläche der Folien ausgerichtet ist. Die beiden Folien sind von der Fläche her so bemessen, dass sie die gesamte Anordnung aus Thermistor und zu versiegelnden Zuleitungen bzw.

[0037] Flachdrähten Z1, Z2 ein Stück weit überlappen. Im gesamten Überlappungsbereich der beiden Folien wird anschließend ein fester Verbund zwischen den beiden Folien und deren dazwischenliegenden Thermistor samt Zuleitungen geschaffen, indem die beiden Folien F1, F2 vorzugsweise miteinander verschweißt werden. Möglich ist es auch, die beiden Folien miteinander zu verkleben. Im ersten Fall sind miteinander verschweißbare Kunststofffolien F1, F2 erforderlich. Im zweiten Fall kann das Material der Kunststofffolien beliebig gewählt sein, wobei als Kleber ein Reaktionsharz oder ein aufschmelzbarer Thermoplast geeignet ist. Möglich ist es auch, zwischen zwei nicht miteinander verschweißbaren Folien F1, F2 eine weitere verschweißbare Folie vorzusehen, die als Klebstoff fungiert und einen festen Ver-

bund zwischen den beiden nicht verschweißbaren Folien schaffen kann.

[0038] Zum Verschweißen kann die Anordnung unter leichtem mechanischen Zusammendrücken erhitzt werden. Dies kann in einem Heißluftstrom, in einer Heißpresse oder in einem Ofen erfolgen. Dabei ist es möglich, in einem Arbeitsvorgang zwischen zwei Folien eine Vielzahl von Sensoranordnungen einzuschweißen bzw. zu versiegeln und die dazu erforderliche großflächigere Folie anschließend in die einzelnen versiegelten Sensoren zu vereinzeln.

[0039] [Fig. 3](#) zeigt eine mögliche Verschaltung zweier Thermistoren Th1, Th2, die zwischen zwei Zuleitungen Z1, Z2 mithilfe eines Zwischenstücks ZS, welche alle als Flachdrähte ausgebildet sind, miteinander in Reihe geschaltet sind.

[0040] [Fig. 4](#) zeigt in einer weiteren Ausführung einen Sensor mit zwei Thermistoren Th1, Th2, die mithilfe zweier Zuleitungen und eines Zwischenstücks miteinander in Serie geschaltet sind. Mithilfe einer dritten Zuleitung bzw. eines dritten Flachdrahts Z3, die mit dem Zwischenstück zwischen den beiden Thermistoren Th1, Th2 verbunden ist, kann während des Messbetriebs der Widerstand eines jeden der beiden einzelnen Thermistoren bestimmt werden. Möglich ist es auch, über die dritte Zuleitung bzw. den dritten Flachdraht Z3 die beiden Thermistoren parallel zu verschalten bzw. eine Messung von parallel verschalteten Thermistoren vorzunehmen.

[0041] [Fig. 5](#) zeigt anhand eines schematischen Querschnitts einen Thermistor mit unterschiedlicher Anordnung der Elektroden E1, E2, die beide auf einer Hauptoberfläche des Keramikkörpers KK angeordnet sind. Dies ermöglicht es, die Zuleitungen – Flachdrähte Z1, Z2 – auf der gleichen Seite des Keramikkörpers KK zuzuführen und dort mit den entsprechenden Elektroden zu verbinden. Dies hat den Vorteil, dass sämtliche als Flachdrähte ausgebildete Zuleitungen innerhalb einer Ebene verlaufen und keine Stufen überwinden müssen. Dadurch ist es möglich, einen versiegelten Verbund mit den beiden abdichtenden Kunststofffolien zu schaffen, dessen Höhenunregelmäßigkeit infolge des mit eingeschweißten Thermistors weiter minimiert ist. In der [Fig. 5](#) schließen die beiden Zuleitungen einen Winkel α von 180° zueinander ein, werden also aus entgegengesetzten Seiten zum Keramikkörper hin geleitet.

[0042] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Möglichkeit, zwei Thermistoren mit je auf einer gemeinsamen Seite angebrachten Elektroden miteinander zu verschalten. Im Unterschied zu der in [Fig. 5](#) dargestellten Kontaktierung verlaufen hier die Zuleitungen parallel zu den streifenförmig ausgebildeten Elektroden, so dass die beiden Zuleitungen bzw. Flachdrähte Z1, Z2 jedes Thermistors in einer Ebene voneinander beabstandet

parallel zueinander verlaufen. Mithilfe kurzer Zwischenstücke ZS können auch hier mehrere Thermistoren Th1, Th2 miteinander verschaltet werden. Dargestellt ist eine Serienschaltung zwischen einem Flachdraht Z1 und einem Flachdraht Z2. Durch die mittels gestrichelter Linien angedeutete Verlängerung des Zwischenstücks ZS kann eine dritte Zuleitung bzw. dritter Flachdraht Z3 geschaffen werden, mit der die beiden Thermistoren wieder einzeln angesprochen oder elektrisch parallel verschaltet werden können. Die Abmessung der die Anordnung versiegelnden Kunststofffolien ist durch die Abmessung des Verbunds V mittels gestrichelter Linie angedeutet.

[0043] Ein gut geeignetes Beispiel für eine verschweißbare Kunststoffolie ist eine fluorierte Ethylen-Propylenfolie (FEP), die sich zusätzlich durch eine hohe thermische Stabilität und eine Unempfindlichkeit gegenüber aggressiven Medien auszeichnet. Eine solche Folie ist beispielsweise bis 180° C beständig und wird beispielhaft in einer Dicke von 50 µm eingesetzt.

[0044] Ein wie in [Fig. 1](#) oder [Fig. 4](#) beispielhaft dargestellter Sensor kann eine Gesamtabmessung von beispielsweise 95 mm bei einer Breite von 5 mm aufweisen. Im versiegelten Zustand weist der Sensorkopf eine maximale Dicke im Bereich der Thermistoren von ca. 250 µm auf, die in Abhängigkeit von unterschiedlichen Materialbemessungen jedoch auch davon abweichen kann.

[0045] Von diesen Maßangaben stark abweichende erfindungsgemäße Sensoren können als ein Sensorarray ausgebildet sein, bei dem eine größere Anzahl gleichartiger Thermistoren Th über eine größere Strecke möglichst gleichmäßig verteilt sind. Möglich ist es auch, in einem Sensorarray die Thermistoren über eine größere Fläche gleichmäßig zu verteilen, um eine Temperaturbestimmung einer größeren Fläche mittels eines einzigen Sensors zu ermöglichen. Je nach Verschaltung ist es dabei möglich, im Sensorarray mittels unterschiedlicher Ansteuerung einzelner Thermistoren oder einzelner Gruppen von Thermistoren einzelne Flächenbereiche oder Längenabschnitte unterschiedlich anzusteuern, dort den Widerstand der entsprechenden Thermistoren zu bestimmen und einer auf die Thermistoren einwirkenden Temperatur zuzuordnen.

[0046] [Fig. 7](#) zeigt ein Sensorarray mit hier vier über eine Sensorlänge verteilten Thermistoren Th1 bis Th4. Die Thermistoren sind in Reihe geschaltet und über eine mittig zugeführte dritte Zuleitung bzw. ein dritter Flachdraht Z3 in zwei Gruppen aufgeteilt, so dass sich zwar Gruppen von miteinander in Serie geschalteten einzelnen Thermistoren Th1, Th2 bzw. Th3, Th4 ansprechen lassen.

[0047] Sensoren gemäß der Erfindung sind zum Einsatz in aggressiven Umgebungen, an schwer zugänglichen Orten, in oder an biegsamen Materialien und insbesondere in oder an Textilien geeignet. Am Einsatzort kann ein erfindungsgemäßer Sensor angeordnet, angeklebt, sonst wie befestigt oder einfach in ein Gewebe mit eingearbeitet sein. Aufgrund des flachen Aufbaus und der verwendeten größtenteils flexiblen Materialien ist eine hohe Flexibilität des Sensors gegeben, dass er auch einer hohen Biegebelastung während der Messung bzw. während seiner Lebensdauer Standhalten kann. Gut geeignet ist ein erfindungsgemäßer Sensor beispielsweise in Sitzheizungen von Kraftfahrzeugen in beheizbaren Textilien wie Wärmedecken, Heizkissen und dergleichen in Dichtungen, auf gekrümmten Flächen selbstverständlich auch auf allen ebenen Flächen.

[0048] Obwohl die Erfindung nur anhand weniger Ausführungsbeispiele näher erläutert wurde, ist sie nicht auf diese beschränkt.

[0049] Mögliche Variationen ergeben sich bezüglich Art und Aufbau der Thermistoren, Anzahl und Anordnung der Thermistoren, Größen und Materialbeschaffenheiten der als Zuleitungen verwendeten Flachdrähte Z1, Z2, Z3 sowie Material und Bemessung der Kunststofffolien, zwischen denen die Thermistoren samt Zuleitungen verschweißt sind.

Patentansprüche

1. Sensor zur Temperaturmessung, mit einem flach ausgebildeten Sensorkopf, umfassend zumindest einen flachen keramischen Thermistor (Th), der in einem Verbund (V) aus zwei Kunststofffolien (F1, F2) hermetisch versiegelt und über metallische Flachdrähte (Z1, Z2) kontaktiert ist, wobei die Flachdrähte (Z1, Z2) zumindest teilweise zwischen den beiden Kunststofffolien (F1, F2) angeordnet sind.

2. Sensor nach Anspruch 1, bei dem jeder Thermistor (Th) zwei Kontakte (E1, E2) aufweist, die mit je einem Flachdraht (Z1, Z2) verlötet oder verschweißt sind.

3. Sensor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem zumindest zwei Thermistoren (Th) vorgesehen sind, die im Sensorkopf in Reihe geschaltet sind.

4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem n Thermistoren (Th) vorgesehen sind, wobei n eine ganze Zahl ist mit n größer gleich 2, wobei die Thermistoren (Th) innerhalb des Sensorkopfes miteinander verschaltet sind, und wobei zumindest n + 1 zu den verschalteten Thermistoren (Th) führende Flachdrähte (Z1, Z2, Z3) vorgesehen sind, über die unterschiedliche Verschaltungskonfigurationen der Thermistoren (Th) ansprechbar sind.

5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Thermistor (Th) als flacher NTC Widerstand aus Keramik ausgebildet ist, der eine Höhe von maximal 150 μm aufweist.

6. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 – bei dem der Thermistor (Th) als flaches Plättchen aus Keramik ausgebildet ist,
 – bei dem die Kontakte (E1, E2) auf Ober- und Unterseite des Plättchens angeordnet sind, die die Hauptoberflächen des Thermistors (Th) bilden,
 – bei dem der Kontakt (E1, E2) auf der Oberseite des Plättchens mit dem Ende eines ersten der Flachdrähte (Z1) und der Kontakt (E1, E2) auf der Unterseite mit dem Ende eines zweiten der Flachdrähte (Z2) verbunden ist,
 – bei dem der erste und der zweite Flachdraht (Z1, Z2) zwischen sich einen Winkel α mit $\alpha > 0$ einschließen.

7. Sensor nach Anspruch 6, bei dem der erste und der zweite Flachdraht (Z1, Z2) einen Winkel α von 90° , 180° oder 270° einschließen, bei dem ein Teil der Flachdrähte (Z1, Z2) abgewinkelt ist und bei dem der erste und der zweite Flachdraht (Z1, Z2) an einer Seite an den Rand des Verbunds (V) hingeführt oder aus diesem herausgeführt ist.

8. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der Flachdraht (Z) aus Cu ausgebildet ist.

9. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem der Sensorkopf als Sensorarray ausgebildet ist, mit n räumlich voneinander beabstandeten Thermistoren (Th), die über eine gegebene Länge oder eine gegebene Fläche verteilt sind, wobei $n > 2$.

10. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem der Thermistor (Th) zwischen zwei miteinander verschweißten, thermoplastischen, dünnen Kunststofffolien (F1, F2) eingebettet ist, die den Verbund (V) ausbilden.

11. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Kunststofffolien (F1, F2) aus einem verschweißbaren fluorierten Kunststoff bestehen.

12. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem mehrere Thermistoren (Th) über ausschließlich innerhalb des Verbunds (V) verlaufende kurze Abschnitte (ZS) von Flachdrähten (Z1, Z2) miteinander verschaltet sind.

13. Sensor nach Anspruch 12, bei dem von den kurzen Abschnitten (ZS) von Flachdrähten (Z1, Z2) zwischen jeweils zwei Thermistoren (Th) relativ dazu lange Leiterbahnen (Z) abzweigen, die aus dem Verbund (V) herausführen oder an ein Ende des Sensorkopfs hingeführt sind.

14. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die Flachdrähte (Z1, Z2) an jeweils einem Ende mit einer Steckverbindung versehen sind.

15. Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Temperaturmessung in chemisch und physikalisch aggressiver Umgebung.

16. Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Temperaturmessung in oder an flexiblen Materialien.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

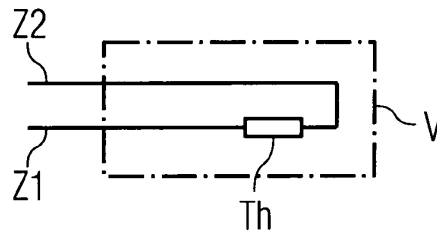


FIG 2

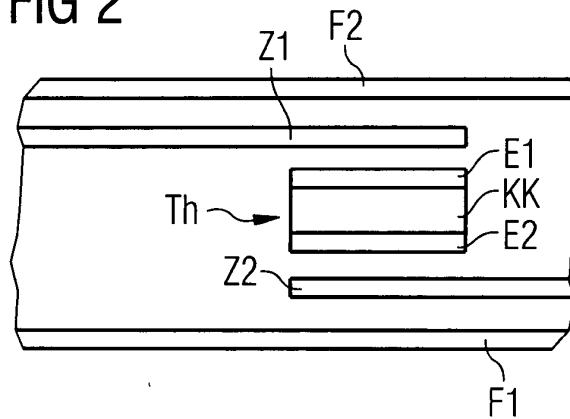


FIG 3

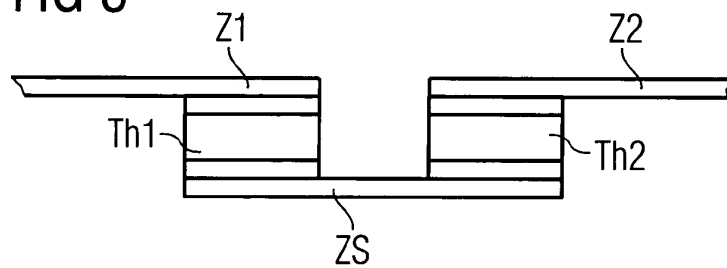


FIG 4

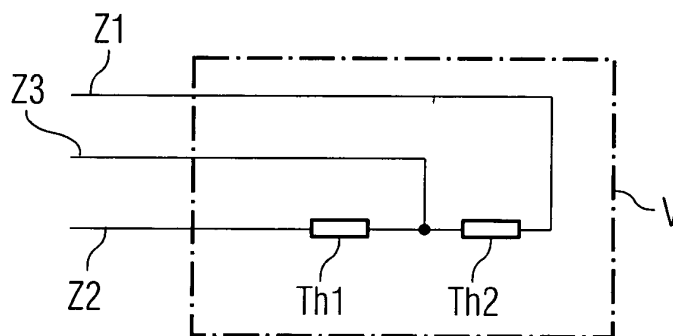


FIG 5

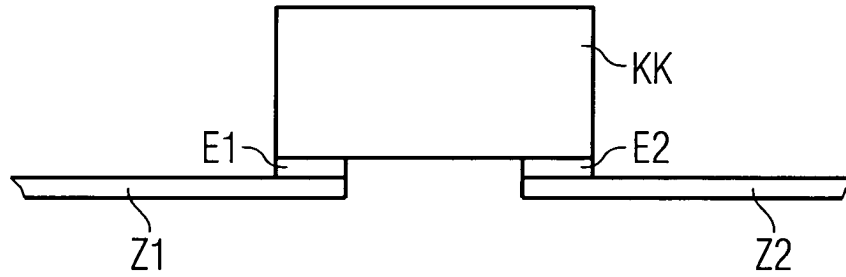


FIG 6

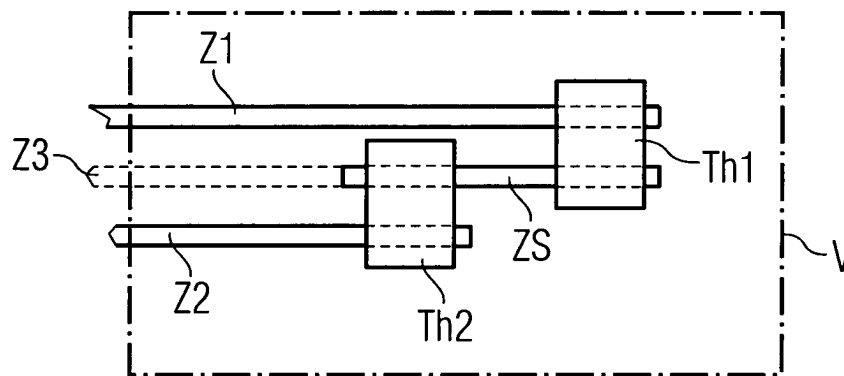


FIG 7

