



(10) **DE 10 2011 054 803 A1** 2013.04.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 054 803.3**

(22) Anmeldetag: **25.10.2011**

(43) Offenlegungstag: **25.04.2013**

(51) Int Cl.: **G01K 7/04 (2011.01)**

(71) Anmelder:

**GÜNTHER Heisskanaltechnik GmbH, 35066,
Frankenberg, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Olbricht, Buchhold, Keulertz
Partnerschaft, 60325, Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:

**Sommer, Siegrid, 35099, Burgwald, DE; Günther,
Herbert, 35108, Allendorf, DE; Zimmermann,
Frédéric, Dr., 35066, Frankenberg, DE; Sommer,
Stefan, 35099, Burgwald, DE**

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

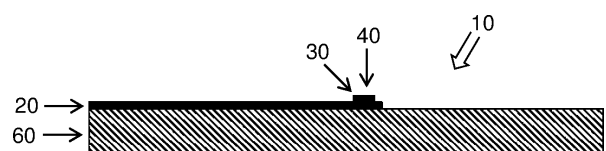
DE	198 06 110	C2
DE	10 2006 005 596	B4
DE	28 07 794	A1
DE	196 36 232	A1
DE	198 16 941	A1
DE	10 2006 049 667	A1
DE	20 2010 011 405	U1
DE	14 14 604	A
EP	1 206 900	B1
JP	8 193 891	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Thermoelement**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Thermoelement zur Erfassung der Temperatur an einer Messstelle, mit einem ersten Leiter, der ein erstes Ende und ein erstes Anschlussende aufweist, und mit einem zweiten Leiter, der ein zweites Ende und ein zweites Anschlussende aufweist, wobei das erste Ende des ersten Leiters und das zweite Ende des zweiten Leiters an der Messstelle elektrisch miteinander kontaktiert sind, und wobei das erste Anschlussende des ersten Leiters und das zweite Anschlussende des zweiten Leiters jeweils mit einer Anschlussleitung verbindbar ist. Dabei wird der erste Leiter und der zweite Leiter in Dickschichttechnik auf einem Substrat aufgebracht, wobei sich das erste Ende des ersten Leiters und das zweite Ende des zweiten Leiters an der Messstelle zumindest abschnittsweise überlappen. Eine Heißkanaldüse hat eine Heizung und ein erfindungsgemäßes.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Thermoelement zur Temperaturerfassung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Heißkanaldüse gemäß Anspruch 12.

[0002] Die Temperaturerfassung mittels Thermoelementen in technischen Vorrichtungen stellt häufig eine große Herausforderung dar. Zum einen soll das Thermoelement an einer bestimmten Stelle der Vorrichtung angeordnet sein, um die Temperatur an genau dieser Stelle exakt zu erfassen und um Temperaturänderungen in diesem Bereich der Vorrichtung möglichst zeitnah registrieren zu können. Zum anderen soll das Thermoelement möglichst wenig Raum in Anspruch nehmen, der entweder nicht vorhanden ist oder für andere technische Einrichtungen benötigt wird.

[0003] Die Messung von Temperaturdifferenzen mittels Thermoelementen ist allgemein bekannt. Ein solches Thermoelement hat gewöhnlich zwei elektrische Leiter aus unterschiedlichen metallischen Legierungen oder Metallen, die an einer Messstelle in Kontakt gebracht werden. Die Messung der Temperatur beruht auf der Messung einer Thermospannung. Diese entsteht durch die Umwandlung von thermischer Energie in elektrische Energie aufgrund von Temperaturdifferenzen an der Messstelle gemäß dem Seebeck-Effekt. Thermoelemente werden bevorzugt in Sensoren oder Temperaturmessfühlern eingesetzt und entsprechen derzeit üblicherweise einem Standard nach DIN IEC 584.

[0004] DE 10 2005 009 927 A1 offenbart ein sogenanntes Mantelthermoelement. Dessen metallische Leiter befinden sich in einer Schutzhülle, die gewöhnlich aus Edelstahl besteht, wobei die beiden Leiter mittels einer Füllung aus Magnesium- oder Aluminiumoxid elektrisch isoliert sind. Von Nachteil hierbei ist, dass die Thermoelemente sehr empfindlich gegen Verbiegen und Verknicken sind. Letzteres kann gegebenenfalls sogar zur Funktionsunfähigkeit führen. Der Platzbedarf derartiger Thermoelemente kann zwar relativ gering sein, wenn diese zu Drähten mit Durchmessern von bis zu 0,5 mm Dicke gezogen werden. Je dünner ein solches Mantelthermoelement ist, desto geringer ist jedoch die mechanische Stabilität, so dass die Gefahr einer mechanischen Verformung und damit eines Defektes steigt. Größere Durchmesser der Mantelthermoelemente führen hingegen zu einer größeren thermischen Masse und bedingen dadurch eine längere Ansprechzeit, so dass Temperaturänderungen nur verzögert erfasst werden können.

[0005] Ziel der Erfindung ist es, diese und weitere Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein Thermoelement zu schaffen, das bei geringem

Platzbedarf eine exakte und stets zuverlässige Erfassung einer Temperaturdifferenz oder einer Temperatur ermöglicht und bei kostengünstigem Aufbau eine hohe mechanische Stabilität aufweist. Angestrebt wird ferner ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines solchen Thermoelements, das auf unterschiedliche Materialien aufbringbar sein soll. Das Thermoelement soll überdies einen möglichst großen Temperaturbereich abdecken und im nutzbaren Temperaturbereich eine möglichst große Spannungsdifferenz bei möglichst minimalen Temperaturänderungen erfassen können.

[0006] Hauptmerkmale der Erfindung sind im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 und in Anspruch 16 angegeben. Ausgestaltungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 11 und 12 bis 15.

[0007] Bei einem Thermoelement zur Erfassung der Temperatur an einer Messstelle, mit einem ersten Leiter, der ein erstes Ende und ein erstes Anschlussende aufweist, und mit einem zweiten Leiter, der ein zweites Ende und ein zweites Anschlussende aufweist, wobei das erste Ende des ersten Leiters und das zweite Ende des zweiten Leiters an der Messstelle elektrisch miteinander kontaktiert sind, und wobei das erste Anschlussende des ersten Leiters und das zweite Anschlussende des zweiten Leiters jeweils mit einer Anschlussleitung verbindbar ist, sieht die Erfindung vor, dass der erste Leiter und der zweite Leiter in Dickschichttechnik auf einem Substrat aufgebracht sind, wobei sich das erste Ende des ersten Leiters und das zweite Ende des zweiten Leiters an der Messstelle berühren oder zumindest abschnittsweise überlappen.

[0008] Ein solches Thermoelement hat aufgrund der in Dickschichttechnik auf dem Substrat aufgetragenen Leitern einen äußerst geringen Platzbedarf, weil die Schichtdicke der Leiter nur wenige Mikrometer beträgt. Die Abmessungen des Thermoelements werden daher maßgeblich von dem Substrat selbst vorgegeben, d.h. dessen Abmessungen werden durch das Aufbringen der Leiter in Dickschichttechnik nur unwesentlich verändert, so dass kein zusätzlicher Platzbedarf besteht. Zudem weist das Thermoelement durch das Substrat eine hohe Stabilität auf, weil die auf dem Substrat aufgetragenen Leiter selbst unter großen Belastungen nicht beschädigt werden können.

[0009] Die Leiter lassen sich in Dickschichttechnik präzise und kostengünstig auf dem Substrat aufbringen, was sich zum einen günstig auf die Herstellkosten auswirkt und zum anderen eine hohe Messgenauigkeit gewährleistet. Das erfindungsgemäße Thermoelement weist insbesondere durch seine geringe Masse extrem kurze Ansprechzeiten auf, wodurch Temperaturen direkt vor Ort und in Echtzeit ermittelt werden können. Selbst geringfügige Temperatur-

schwankungen sind nahezu verzögerungsfrei detektierbar. Das Thermoelement deckt folglich mit den in Dickschichttechnik ausgebildeten Leitern einen relativ großen Temperaturbereich ab, wobei innerhalb nutzbarer Temperaturbereiche bei minimalen Temperaturänderungen eine große Spannungsdifferenz erzeugt wird.

[0010] Die Ausgestaltung der Leiter auf dem Substrat in Dickschichttechnik ermöglicht ferner, die exakte Ausbildung eines Messpunktes, so dass die Möglichkeit besteht, die Temperatur an einem genau zu definierenden Punkt bestimmen zu können, wobei reproduzierbare und genaue Messergebnisse verzögerungsfrei geliefert werden. Weiterhin ist das erfindungsgemäße Thermoelement ohne hohen Materialverbrauch einfach und kostengünstig herstellbar.

[0011] Die minimalen Abmessungen des erfindungsgemäßen Thermoelements ermöglichen eine platzsparende, genaue und punktuelle Messung der Temperatur in einem weiten Temperaturbereich. Damit bieten sich zahlreiche Einsatzbereiche an. Beispielsweise können die Thermoelemente in der Kunststoffverarbeitung, speziell in Heißkanalsystemen bei Temperaturen zwischen Raumtemperatur und 500 °C verwendet werden, indem das Thermoelement direkt auf die Heizung einer Heißkanaldüse oder auf dessen Materialrohr aufgebracht wird. Anwendungen im tiefen Temperaturbereich bis -200 °C und kleiner und weit über 500 °C sind jedoch für das erfindungsgemäße Thermoelement ebenso möglich.

[0012] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der erste Leiter einen positiven Kontakt bildet und aus einer Legierung bestehend aus 80 bis 95 % Ni, 3 bis 20 % Cr, 0 bis 1 % Fe und 0 bis 1 % Si gefertigt ist. Eine Zusammensetzung der oben genannten Legierungen ist auch unter dem Markennamen Chromel® oder ISATHERM PLUS® bekannt. Weiterhin bildet der zweite Leiter einen negativen Kontakt und ist beispielsweise aus einer Legierung bestehend aus 40 bis 58 % Cu, 40 bis 50 % Ni, 1 bis 5 % Mn und 1 bis 5 % Fe gefertigt. Eine Zusammensetzung aus diesen Legierungen ist unter dem Markennamen ISA MINUS® bekannt.

[0013] Mit diesen Legierungen werden konstante und reproduzierbare Temperaturmessungen und die Ausgabe eines DIN-konformen Messsignals ermöglicht. Dadurch werden die erhaltenen Messwerte mit anderen genormten Temperaturfühlern vergleichbar. Dies ist insoweit von Bedeutung, da die unterschiedlichen standardisierten Thermoelemente sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Kontaktmaterialien in der maximal erzeugbaren Thermospannung und somit in ihrem kritischen Temperaturbereich unterscheiden. Dieser ist charakteristisch für die einzelnen Thermoelemente und stellt den Bereich dar, in welchem die Thermoelemente stabile Thermospan-

nungen liefern, ohne dass die Kontaktmaterialien aufgrund der Hitze beschädigt werden und eine reproduzierbare Thermospannung so verhindert würde.

[0014] Vorzugsweise sind die erste Anschlussleitung des ersten Leiters und die zweite Anschlussleitung des zweiten Leiters aus dem gleichen Material gefertigt, wie die jeweiligen Leiter. Dies gewährleistet ein stabiles Messsignal.

[0015] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass zwischen einem elektrisch leitenden Substrat und den Leitern eine elektrische Isolierschicht angeordnet ist. Diese ermöglicht einen schichtweisen Aufbau des Thermoelements auf einem metallischen Substrat, ohne dass eine Störung des Thermoelements oder der Spannungsänderung stattfinden kann, indem der Strom über das metallische Substrat abfließen kann. Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Isolierschicht eine Dielektrikumschicht ist. Eine solche lässt sich einfach und kostengünstig in Dickschichttechnik realisieren.

[0016] Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn über den Leitern und der Isolierschicht zumindest abschnittsweise eine Abdeckschicht aufgebracht ist, wodurch die Leiter vor äußeren Umwelteinflüssen, vor Beschädigung wie Verkratzen oder Oxidation geschützt werden. Zweckmäßig besteht auch die Abdeckschicht aus einem Dielektrikum.

[0017] Ferner ist es möglich, durch Überlappung der Kontakte des Thermoelements über die Dielektrikumschicht eine leitende Verbindung der Kontakte des Thermofühlers mit dem Substrat zu ermöglichen um dadurch eine elektrische Erdung des Thermoelements zu erreichen.

[0018] Ist das erfindungsgemäße Thermoelement auf einem Substrat angebracht, so ist es besonders vorteilhaft, wenn das Substrat aus einem wärmeleitfähigen Material gefertigt ist, damit die zu erfassende Temperaturänderung weitestgehend ohne Verzögerung weitergeleitet wird und die Temperaturänderung von dem Thermoelement rasch und präzise ermittelt werden kann. Bei dieser Gestaltung ist das Substrat ein Trägerelement für das Thermoelement. Dadurch erhält das Thermoelement die gleiche Stabilität, wie das Substrat.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass auf dem Substrat eine Heizung in Dickschichttechnologie aufgebracht ist oder wird. Damit wird die Heizung mit der gleichen Technologie aufgebracht wie das Thermoelement, wodurch die gleichen Produktionsschritte verwendet werden können. Dadurch reduzieren sich sowohl der Zeitaufwand als auch die Herstellungskosten, nicht zuletzt weil standardisierte Produktionsschritte aus

der Dickschichttechnologie verwendet werden können.

[0020] In einer andere Ausgestaltung der Erfindung ist das Substrat zumindest ein Teil einer Heißkanaldüse, indem die Leiter des Thermoelements auf der Düse oder auf deren Heizung aufgebracht werden. Dadurch wird es ermöglicht, eine Heißkanaldüse direkt mit einem Thermoelement zu versehen, womit die Temperatur an einem exakt definierten Punkt auf der Heißkanaldüse ohne jegliche Messverzögerung detektiert werden kann. Das Substrat des Thermoelements bildet in diesen Fällen entweder die Heißkanaldüse selbst oder deren Heizung. Durch das Aufbringen der Leiter des Thermoelements in Dickschichttechnik werden die Abmessungen der Heißkanaldüse oder deren Heizung nicht merklich verändert, so dass das Thermoelement selbst keinen nennenswerten Raum einnimmt. Darüber hinaus gewährleisten die in Dickschichttechnik aufgebrachten Leiter eine schnelle und exakte Temperaturbestimmung an einem genau definierten Messpunkt auf der Heißkanaldüse bzw. auf deren Heizung.

[0021] Dementsprechend kann in einer Weiterbildung der Erfindung das Substrat des erfindungsgemäßen Thermoelements ein Materialrohr der Heißkanaldüse sein, welches das aufgeschmolzene Material zur Austrittsöffnung der Heißkanaldüse befördert. Das Materialrohr dient mithin der Zuführung des zu verarbeitenden Materials in ein Formnest, wobei es von besonderer Bedeutung, das Material innerhalb des gesamten Materialrohrs auf einer konstanten Temperatur zu halten. Diese kann mit dem erfindungsgemäßen Thermoelement exakt und ohne großen Platzbedarf ermittelt werden.

[0022] Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Substrat des Thermoelements eine Heizung oder ein Heizelement der Heißkanaldüse. Bei diesem Aufbau wird das Thermoelement in Dickschichttechnik direkt unter oder über der Heizung der Heißkanaldüse aufgebracht. Dadurch ist es möglich, an definierten Stellen unmittelbar die Temperatur der Heizung oder deren Umgebung zu erfassen, um beispielsweise die Heizleistung der Heizung exakt bestimmen und regeln zu können. Darüber hinaus ist es möglich, die Temperatur unmittelbar an der Heizung zu ermitteln, um diese dadurch direkt und präzise regeln zu können. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Leiter des Thermoelements direkt auf den Heizleitern oder den Heizleiterbahnen ausgebildet sind. Letztere können gleichfalls in Dickschichttechnik ausgebildet sein, was sich günstig auf die Bauhöhe der Heizung auswirkt, die weder durch die Heizleiterbahnen noch durch die Leiter des Thermoelements wesentlich verändert wird. Auf diese Weise lassen sich die Vorteile der Dickschichtheizung mit dem in Dickschichttechnologie aufgebrachten Thermoelement vereinen. Die Herstellkos-

ten lassen sich senken, weil das Thermoelement mit der gleichen Technologie aufgebracht wird. Weiterhin ist eine Miniaturisierung der Heißkanaldüse möglich, weil sowohl die Dickschichtheizung als auch das Thermoelement einen nur geringen Platzbedarf aufweisen und keine zusätzliche Baugruppe erforderlich ist. Auch das ansonsten übliche Anschweißen eines zusätzlichen Drahtfühlers zur Temperaturbestimmung entfällt, weil das Thermoelement direkt auf der Heißkanaldüse und/oder auf deren Heizung aufgebracht ist.

[0023] Konstruktiv ist es günstig, wenn die Leiter des Thermoelements und die Widerstandsbahnen durch mechanische Schlitz- oder Nuten voneinander getrennt sind. Dadurch wird eine zuverlässige thermische und elektrische Trennung des Thermoelements von den aktiven Widerstandsbahnen erreicht. Es wird somit ermöglicht, die Temperatur in direkter Nähe der Heizung zu erfassen, ohne dabei die Temperatur direkt an, auf oder unter der Heizung zu messen, was für zahlreiche Anwendungen wichtig sein kann. Das Einbringen der Schlitz- oder Nuten lässt sich mit einfachen Mitteln kostengünstig realisieren und hat keinen Einfluss auf den Platzbedarf des Thermoelements.

[0024] Als besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung hat sich ein Thermoelement erwiesen, bei dem der erste Leiter aus einer Legierung bestehend aus 89,1 % Ni, 10 % Cr, 0,5 % Si und 0,4 % Fe gefertigt ist und bei dem der zweite Leiter aus einer Legierung bestehend aus 51 % Cu, 45 % Ni, 2 % Mn und 2 % Fe gefertigt ist. Das Rohmaterial, welches für den ersten Leiter benutzt wurde, ist unter dem Markennamen ISATHERM PLUS® erhältlich und wurde von der Isabellenhütte Heusler GmbH & Co KG, Dillenburg, Germany bezogen, ebenso wie das Rohmaterial für den zweiten Leiter, welches unter dem Markennamen ISA MINUS® erhältlich ist. Die chemische Zusammensetzung der Legierungen ist in Massenanteilen (Massenprozent) des jeweiligen Elements angegeben.

[0025] Weiterhin sind auch Materialkombinationen der Legierungen ISA MINUS® mit ISA PLUS®, ISATHERM MINUS® mit ISATHERM PLUS® und ISATHERM MINUS® mit ISA PLUS® möglich, die ebenfalls von der Isabellenhütte Heusler GmbH & Co KG, Dillenburg, Germany bezogen wurden.

[0026] Die Erfindung sieht ferner eine Heißkanaldüse mit einer Heizung vor, auf der ein erfindungsgemäßes Thermoelement angeordnet oder aufgebracht ist. Gerade bei einer Heißkanaldüse ist es wichtig, die Temperatur des zu verarbeitenden Materials genau bestimmen zu können, um eine optimale Verarbeitung der zu verarbeitenden Masse gewährleisten zu können. Bei dem erfindungsgemäßen Aufbau einer Heißkanaldüse kann das Thermoelement zur Be-

stimmung der Temperatur an einem genau definierten Messpunkt, bevorzugt an der Spitze der Heißkanaldüse, äußerst platzsparend angebracht werden. Dies ermöglicht eine exakte Überwachung und Regelung der Temperatur.

[0027] Weil das erfindungsgemäße Thermoelement eine sehr schnelle Ansprechzeit hat, ist es möglich, Temperaturänderungen an der Heißkanaldüse in Echtzeit zu ermitteln. Dadurch kann eine optimale Verarbeitungstemperatur des Materials innerhalb der Heißkanaldüse gewährleistet werden, was sich äußerst günstig auf die Produktionsbedingungen auswirkt. Auch die Temperaturerfassung in der Nähe der Heizung stellt eine bevorzugte Bauart der Erfindung dar, weil somit die Leistung der Heizung exakt über die tatsächlich herrschende Temperatur geregelt werden kann, wobei die Temperatur von dem erfindungsgemäßen Thermoelement ermittelt wird.

[0028] Dazu sieht die Erfindung weiter vor, dass die Heizung eine Dickschichtheizung mit Widerstandsbahnen ist, wobei das Thermoelement über den Widerstandsbahnen, unter den Widerstandsbahnen oder in der gleichen Ebene wie die Widerstandsbahnen angeordnet ist. Dies ermöglicht zahlreiche Ausgestaltungen der Heißkanaldüse, die problemlos an unterschiedliche Einsatzbedingungen angepasst werden kann. Die Widerstandsbahnen der Dickschichtheizung und die Leiter des Thermoelements lassen sich gleichzeitig oder in einer bestimmten Reihenfolge nacheinander bzw. voreinander aufbringen, was sich günstig auf das spätere Verhalten des Thermoelements auswirkt, insbesondere wenn letzteres vor den Widerstandsbahnen der Dickschichtheizung auf dem Substrat aufgebracht wird.

[0029] Eine zwischen der Heizung und dem Thermoelement vorgesehene Isolierschicht verhindert eine verfälschte Temperaturerfassung durch Spannungsverschiebungen, die durch die elektrische Heizung und unterschiedliche Heizleistungen der Heizung möglich sind.

[0030] Eine über der Heizung vorgesehene Abdeckschicht schützt sowohl das Thermoelement als auch die Heizung der Heißkanaldüse vor Beschädigungen oder äußeren Umwelteinflüssen wie Verkratzen, Korrosion oder Oxidation. Zudem wirkt die Abdeckschicht als thermische Isolierung gegenüber der Umgebung.

[0031] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

[0032] [Fig. 1](#) ein schematischer Teil-Querschnitt eines erfindungsgemäßen Thermoelements;

[0033] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung des Aufbaus eines erfindungsgemäßen Thermoelements, das über Anschlussleitungen mit einem Regelgerät verbunden ist;

[0034] [Fig. 3](#) ein schematischer Teil-Querschnitt einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Thermoelements;

[0035] [Fig. 4](#) ein schematischer Teil-Querschnitt einer Dickschichtheizung mit einem erfindungsgemäßen Thermoelement;

[0036] [Fig. 5](#) ein schematischer Teil-Querschnitt einer anderen Ausführungsform einer Dickschichtheizung; und

[0037] [Fig. 6](#) ein schematischer Teil-Querschnitt einer Heißkanaldüse mit einem erfindungsgemäßen Thermoelement.

[0038] Gleiche Bezugszeichen beziehen sich nachfolgend auf gleiche oder gleichartige Bauteile.

[0039] Das in [Fig. 1](#) allgemein mit **10** bezeichnete Thermoelement ist für die Erfassung der Temperatur an einer Messstelle **40** vorgesehen. Es hat ein Substrat **60** als Trägerelement sowie zwei metallische Leiter **20**, **30**, die mittels Dickschichttechnik auf dem Substrat **60** aufgebracht sind, wobei sich die beiden Leiter **20**, **30** an der Messstelle **40** zumindest abschnittsweise bzw. teilweise überlappen.

[0040] Der erste Leiter **20** hat – wie [Fig. 2](#) zeigt – ein erstes Ende **21** und ein erstes Anschlussende **22**, während der zweite Leiter **30** ein zweites Ende **31** und ein zweites Anschlussende **32** aufweist, wobei das erste Ende **21** des ersten Leiters **20** und das zweite Ende **31** des zweiten Leiters **30** an der Messstelle **40** elektrisch miteinander kontaktiert sind, indem die beiden Enden **21**, **31** sich überlappen. Das erste Anschlussende **22** des ersten Leiters **20** und das zweite Anschlussende **32** des zweiten Leiters **30** sind hingegen mit je einer Anschlussleitung **23**, **33** verbunden, die zu einem Regelgerät **50** führen, damit der für die Temperaturerfassung notwendige Stromkreis geschlossen ist.

[0041] Um mit dem Thermoelement **10** Temperaturen erfassen zu können, müssen die beiden Leiter **20**, **30** aus unterschiedlichen metallischen Legierungen bestehen.

[0042] Der erste Leiter **20** besteht beispielsweise aus einer Legierung bestehend aus 80 bis 95 % Ni, 3 bis 20 % Cr, 0 bis 1 % Fe und 0 bis 1 % Si, die unter dem Markennamen ISATHERM PLUS® erhältlich ist. Der zweite Leiter **30** besteht aus einer Legierung bestehend aus 40 bis 58 % Cu, 40 bis 50 % Ni, 1 bis 5 % Mn und 1 bis 5 % Fe, die unter dem Markenna-

men ISA MINUS® erhältlich ist. Die Anschlussleitungen **23, 33** bestehen aus dem gleichen Material, wie die jeweils zugehörigen Leiter **20** bzw. **30**.

[0043] Ändert sich die Temperatur des Substrats **60**, so entsteht an der Messstelle **40**, an der die beiden Leiter **20** und **30** die Überlappung bilden, eine elektrische Spannung, die mit dem Regelgerät **50**, das über die Anschlussleitungen **23, 33** mit den Leitern **20, 30** in elektrischem Kontakt steht, gemessen werden kann.

[0044] Das erfindungsgemäße Thermoelement **10** erfasst konstante Spannungsänderungen, die proportional zur Temperaturänderung an der Messstelle **40** sind. Dadurch kann von der erfassten Spannungsänderung in der Messstelle **40** auf eine relative Änderung der Temperatur geschlossen werden. Erfasst man mit dem Regelgerät **50** zusätzlich die Umgebungstemperatur als Referenzwert, beispielsweise mit einem internen separaten Temperaturfühler, lässt sich zudem die absolute Temperaturänderung an der Messstelle **40** berechnen und es besteht die Möglichkeit, diese direkt anzuzeigen.

[0045] Damit das Thermoelement **10** einen nur minimalen Platzbedarf benötigt, sind die metallischen Leiter **20, 30** in Dickschichttechnik auf das Substrat **60** aufgebracht. Dadurch weisen die Leiter **20, 30** eine Dicke von nur wenigen Mikrometern auf, d.h. die eigentlichen Abmessungen des gesamten Thermoelements **10** werden im Wesentlichen von den Abmessungen des Substrats vorgegeben, welches für die metallischen Leiter einen stabilen Träger bildet, der das Thermoelement **10** vor Beschädigungen schützt und das Anbringen des Thermoelements **10** an ein zu vermessendes Objekt ermöglicht.

[0046] Die Herstellung der metallischen Leiter **20, 30** in Dickschichttechnik erfolgt beispielsweise mittels der Siebdrucktechnik. Dazu wird zunächst eine erste Siebdruckpaste für den ersten Leiter **20** aus ISA-THERM PLUS® hergestellt und in einem definierten Bereich mittels Siebdruck auf das Substrat **60** aufgebracht. Anschließend wird eine zweite Siebdruckpaste für den zweiten Leiter **30** aus ISA MINUS® hergestellt und ebenfalls mittels Siebdruck in einem definierten Bereich auf dem Substrat **60** aufgetragen, wobei sich das erste Ende **21** des ersten Leiters **20** und das zweite Ende **31** des zweiten Leiters **30** an der Messstelle **40** zumindest abschnittsweise überlappen.

[0047] Zur Herstellung der Siebdruckpasten für die Leiter **20, 30** wird vorzugsweise zunächst ein Pulver hergestellt, wobei die jeweilige Legierung aufgeschmolzen und anschließend unter Zuleitung von Inertgas verdunstet wird. Dabei bildet sich ein Pulver aus Metallpartikeln, aus welchem anschließend durch Zu-

gabe eines Lösungsmittels die jeweilige Siebdruckpaste gebildet wird.

[0048] Diese Methode zum Erhalt der Siebdruckpasten ermöglicht es, kleine Metallpartikel mit einer homogenen Zusammensetzung und Verteilung zu erzeugen. Außerdem ist es mit dieser Methode möglich, eine relativ einheitliche Größenverteilung der einzelnen Metallpartikel zu erreichen. Darüber hinaus weisen verdünnte Metallpartikel eine sphärische Konformation auf, wodurch sich ein gutes Fließverhalten im anschließenden Siebdruck und damit gute Siebdruckergebnisse erzielen lassen.

[0049] Die Partikelgröße des metallischen Pulvers sollte möglichst ähnlich sein und die Abweichungen idealerweise im Bereich von 25 % liegen. Je geringer die Partikelgröße, desto niedriger können Sintertemperaturen und -zeiten gewählt werden. Vorteilhaft sind daher Partikelgrößen von 5 Mikrometern. Einsetzbar sind aber problemlos auch Partikelgrößen zwischen 20 bis 25 µm.

[0050] Es sind auch andere Methoden für die Herstellung einer Siebdruckpaste vorstellbar wie z.B. das mechanische Zerkleinern der Legierungen z.B. durch einen Mahlvorgang.

[0051] Die Siebdruckpaste besteht mithin aus einem Gemisch aus einer funktionellen Komponente, namentlich der jeweiligen Legierung für den ersten oder zweiten Leiter **20, 30** sowie einem organischen Vehikel. Letzteres hat die Aufgabe der Siebdruckpaste die gewünschten rheologischen Eigenschaften zu verleihen. Es muss zusätzliche eine langzeitstabile, homogene Dispersion der funktionellen Komponente in der Siebdruckpaste gewährleisten.

[0052] Das Lösungsmittel ist bevorzugt ein organisches Lösungsmittel, wobei es sich um ein Gemisch aus einem Alkohol und einem Ester handelt, bevorzugt um ein Gemisch aus Ethanol und Essigsäureethylester. Diese Kombination bietet den Vorteil, dass es leicht flüchtig ist. Vorstellbar ist die Verwendung eines wässrigen Glykollgemisches als Lösungsmittel. Auch Terpeneol kann als Verdünner eingesetzt werden.

[0053] Das Lösungsmittelgemisch wird nach dem Siebdruck der Metallpasten in einem nachfolgenden Trocknungsschritt aus der gedruckten Siebdruckpaste entfernt. Dieser Trocknungsschritt kann nach jedem Siebdruck der jeweiligen Siebdruckpaste erfolgen, oder aber nach beiden Druckschritten gemeinsam, bevorzugt jedoch vor dem Sintern, damit das organische Lösungsmittel verdampfen kann, bevor der Sinterprozess durchgeführt wird. Der Trocknungsvorgang kann bei Raumtemperatur oder beschleunigt bei Unterdruck oder erhöhter Temperatur, bevorzugt zwischen 50 und 250 °C durchgeführt werden. Das

Trocknen unter einem Luftstrom ist ebenfalls durchführbar.

[0054] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Siebdruckpasten hat sich gezeigt, dass zusätzlich ein langkettiges Polymer zugemischt wird. Der Zusatz dieses langkettigen Polymers, beispielsweise Ethylzellulose ECT-10 0100 der Firma Hercules, zu dem Verdünner bzw. Lösungsmittel gewährleistet eine stets gute Dispersion der Metallpartikel innerhalb der Siebdruckpaste.

[0055] Nach dem Aufdrucken der einzelnen Siebdruckpasten für den ersten Leiter **20** und den zweiten Leiter **30** auf dem Substrat **60** und nach dem anschließenden Trocknen des gedruckten Musters, werden beide Leiter in einem nachfolgenden Prozessschritt bei einer definierten Temperatur für einen vorgegebenen Zeitraum gesintert bzw. eingebrannt.

[0056] Vorteilhafterweise wird das Sintern bei einer Temperatur von über 700 °C durchgeführt, bevorzugt bei einer Temperatur zwischen 750 °C und 900 °C, besonders bevorzugt bei einer Temperatur zwischen 800 °C und 875 °C. Wichtig hierbei ist, dass die Sintertertemperatur so hoch liegt, dass die Metallpartikel sich zumindest teilweise miteinander verbinden und vorteilhafterweise auf dem Substrat **60** eingebrannt werden. Idealerweise wird das Sintern unter Schutzgas- oder Wasserstoffatmosphäre durchgeführt, weil die Siebdruckpasten, die aus den oben genannten Legierungen hergestellt sind, leicht oxidierbare Metalle wie z.B. Ni, Cu und Fe enthalten, die bei den zum Sintern verwendeten Temperaturen rasch zu den entsprechenden Oxiden oxidieren. Als Schutzgase sind Inertgase wie z.B. Argon oder Stickstoff verwendbar. Eingesetzt werden aber auch Wasserstoff oder Gasgemische wie Stickstoff-Wasserstoff-Gemische oder Luft-Schutzgas-Gemische. Mithin muss die Gasatmosphäre nicht notwendigerweise aus reinen Inertgasen oder reduktiven Gasen bestehen. Sie kann vielmehr auch Luftanteile enthalten.

[0057] Das Zeitfenster für den Sinterprozess beträgt mindestens 150 min. Bevorzugt wird über einen Zeitraum von 160 bis 200 min gesintert, besonders bevorzugt über einen Zeitraum von 170 bis 190 min, letzteres insbesondere dann, wenn die Sintertertemperatur niedrig gehalten werden soll. Auf diese Weise wird das optimale Verschmelzen und Einbrennen der Siebdruckpaste auf das Substrat ermöglicht.

[0058] Insgesamt ist es möglich, beide Leiter **20, 30** gleichzeitig zu drucken und anschließend zu trocknen und einzubrennen. Alternativ ist es aber auch möglich, zunächst den ersten Leiter **20** aufzudrucken, zu trocknen und zu sintern und anschließend den zweiten Leiter **30** in gleicher Art und Weise auszuführen. Das getrennte Sintern hat den Vorteil, dass beide Lei-

ter **20, 30** bei unterschiedlichen Temperaturen eingebrannt bzw. gesintert werden können.

[0059] Das Substrat **60** ist beispielsweise aus einer Keramik oder einem Metall gefertigt. Es muss im Wesentlichen die gewünschten mechanischen Eigenschaften haben, um für das Thermoelement einen stabilen und einfach zu handhabenden Träger zu bilden. Ferner muss es die für die Sinterprozesse notwendigen Temperaturen unbeschadet überstehen.

[0060] [Fig. 3](#) zeigt schematisch den Querschnitt einer anderen Ausführungsform eines Thermoelements **10**, das ebenfalls in einer schichtweisen Anordnung ein Substrat **60** sowie einen ersten Leiter **20** und einen zweiten Leiter **30** aufweist. Zwischen dem Substrat **60** und den Leitern **20, 30** befindet sich jedoch eine zusätzliche Isolierschicht **70**, welche das Substrat **60** und die Leiter **20, 30** elektrisch voneinander trennt. Damit ist es möglich, das Substrat **60** aus einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise einem Metall zu fertigen.

[0061] Das Substrat **60** bildet auch hier das Trägerelement für die schichtweise Anordnung der in Dickschichttechnik aufgetragenen metallischen Leiter **20, 30**, wobei auch die Isolierschicht **70** in Dickschichttechnik aufgebracht wird. Bei der Isolierschicht **70** handelt es sich daher bevorzugt um eine Dielektrikumsschicht.

[0062] Bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Thermoelements **10** wird zuerst die Isolierschicht **70** in Dickschichttechnik auf das metallische Substrat **60** aufgebracht, getrocknet und in einem anschließenden Sinterprozess eingebrannt. Anschließend werden – wie oben bereits beschrieben – die beiden metallischen Leiter **20, 30** aufgedruckt, getrocknet und eingebrannt. Wichtig hierbei ist, dass die Sintertertemperatur für die beiden Leiter **20, 30** unterhalb der Sintertertemperatur für das Einbrennen der Isolierschicht **70** liegt.

[0063] [Fig. 4](#) zeigt den schematischen Teil-Querschnitt einer Dickschichtheizung **12** mit einem erfindungsgemäßen Thermoelement **10**. Die Dickschichtheizung **12** wird gewöhnlich zum Beheizen einer (nicht dargestellten) Heißkanaldüse verwendet. Sie hat eine rohrförmige Trägerhülse **60'**, auf dem in Dickschichttechnik eine Isolierschicht **70** aufgebracht ist. Auf dieser sind ebenfalls in Dickschichttechnik Widerstandsbahnen **13** ausgebildet, die in einem definierten Muster angeordnet sind, um die in der Heißkanaldüse geführte Schmelze über die gesamte Länge der Düse auf einer möglichst gleichmäßigen Temperatur zu halten.

[0064] Neben den Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12** sind auf der Isolierschicht **70** die metallischen Leiter **20, 30** in Dickschichttechnik auf-

gebracht. Letzter liegen damit in der gleichen Ebene wie die Widerstandsbahnen **13**, so dass sich die Bauhöhe der Dickschichtheizung **12** durch das Aufbringen der metallischen Leiter **20**, **30** nicht vergrößert.

[0065] Man erkennt, dass die Trägerhülse **60'** zusammen mit der Isolierschicht **70** den Träger und mithin das Substrat für das Thermoelement **10** bilden. Letzteres ist mithin in die Dickschichtheizung **12** integriert und muss nicht in einem separaten Fertigungs- oder Montageschritt als separates Bauteil an der Dickschichtheizung **12** befestigt werden.

[0066] Die Heißkanaldüse hat gewöhnlich ein (nicht gezeigtes) Materialrohr, auf dessen Außenumfang die Trägerhülse **60'** der Dickschichtheizung **12** aufgeschoben ist. Alternativ ist es aber auch möglich, die Isolierschicht **70** und die Widerstandsbahnen der Dickschichtheizung **12** unmittelbar auf dem Materialrohr aufzubringen. Das gleiche gilt entsprechend für die metallischen Leiter **20**, **30** des Thermoelements **10**.

[0067] Das Herstellen der Siebdruckpasten sowie das Aufdrucken der einzelnen Schichten und das anschließende Trocknen und Sintern erfolgt wie bereits oben beschrieben.

[0068] Eine wichtige Option bei dieser Ausführungsform besteht jedoch darin, dass die Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12** und die metallischen Leiter **20**, **30** des Thermoelements **10** gleichzeitig oder nacheinander gedruckt und gesintert werden können.

[0069] Werden die Widerstandsbahnen **13** und die metallischen Leiter **20**, **30** nacheinander gesintert, besteht die Möglichkeit, die metallischen Leiter **20**, **30** bei einer höheren Temperatur einzubrennen als die Widerstandsbahnen **13** und umgekehrt. Damit können auch Legierungen für die Leiter **20**, **30** zum Einsatz kommen, die deutlich höhere Einbrenntemperaturen benötigen als die Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12**. Möglich ist auch, durch höhere Einbrenntemperaturen für die Leiter **20**, **30** deren Einbrennzeit zu verringern. In jedem dieser Fälle hat dann der Prozess der Ausbildung der metallischen Leiter **20**, **30** für das Thermoelement **10** keinen Einfluss mehr auf den Fertigungsprozess der Dickschichtheizung **12**, insbesondere der Widerstandsbahnen **13**.

[0070] Besteht die Trägerhülse **60'** aus einem nicht leitenden Material, beispielsweise aus Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Siliziumnitrit oder einer andere Keramik, können die metallischen Leiter **20**, **30** für das Thermoelement **10** und die Widerstandsbahnen **13** für das Heizelement **12** direkt auf die Trägerhülse **60'** aufgebracht werden. Besteht diese hingegen aus ei-

nem metallischen Material, so wird zunächst die Isolierschicht **70** aufgebracht und eingebrannt.

[0071] **Fig. 5** zeigt schematisch eine andere Ausführungsform der schichtweisen Ausbildung des erfindungsgemäßen Thermoelements **10** auf einer Dickschichtheizung **12** für eine Heißkanaldüse.

[0072] Auf der meist aus einer Stahllegierung gefertigten Trägerhülse **60'** ist zunächst die Isolierschicht **70** in Dickschichttechnik aufgebracht. Diese trägt ebenfalls in Dickschichttechnik ausgebildete Widerstandsbahnen **13**, die in einem definierten Muster angeordnet sind, um die in der Heißkanaldüse geführte Schmelze über die gesamte Länge der Düse auf einer möglichst gleichmäßigen Temperatur zu halten. Über den Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12** ist eine weitere Isolierschicht **70'** aufgebracht, die gleichfalls in Dickschichttechnik ausgeführt ist. Über dieser weiteren Isolierschicht **70'** befinden sich die metallischen Leiter **20**, **30** des Thermoelements **10**, die sich in dem Messpunkt **40** überlappen.

[0073] Man erkennt, dass in dieser Ausführungsform das Substrat des Thermoelements **10** von den Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12** gebildet ist, d.h. auch hier ist das Thermoelement **10** in die Dickschichtheizung **12** integriert, was sich günstig auf den Platzbedarf der Heizung **12** auswirkt.

[0074] Zur Herstellung einer solchen Anordnung wird zuerst die Dickschichtheizung **12** in Dickschichttechnologie auf die Trägerhülse **60'** aufgebracht und mittels eines Sinterprozessschritts eingebrannt. Anschließend wird der Schichtaufbau mit der weiteren Isolierschicht **70'** versehen. Danach werden die beiden Leiter **20**, **30** aufgedruckt und ebenfalls in einem Sinterprozessschritt auf der weiteren Isolierschicht **70'** über der Dickschichtheizung **12** eingebrannt. Dabei ist zu beachten, dass die Sinter Temperatur für die Heizung **12** höher sein muss, als für die beiden Leiter **20**, **30**, die das erfindungsgemäße Thermoelement **10** bilden.

[0075] Die Trägerhülse **60'** kann auch hier bereits das Materialrohr einer Heißkanaldüse sein, d.h. die Dickschichtheizung **12** und das Thermoelement **10** sind integraler Bestandteil der Heißkanaldüse.

[0076] **Fig. 6** zeigt einen schematischen Teil-Querschnitt einer (nicht näher bezeichneten) Heißkanaldüse mit einem Materialrohr **60''** und einem erfindungsgemäßen Thermoelement **10**.

[0077] Das Materialrohr **60''** der Heißkanaldüse trägt zunächst eine Isolierschicht **70**, vorzugsweise eine Dielektrikumsschicht, auf der unmittelbar die metallischen Leiter **20**, **30** für das Thermoelement **10** aufgebracht sind. Letztere werden von einer weiteren Iso-

lierschicht **70'** abgedeckt und isoliert, um auf dieser die elektrisch leitfähigen Widerstandsbahnen **13** einer Dickschichtheizung **12** aufbringen zu können.

[0078] In diesem Ausführungsbeispiel sind mithin die Widerstandsbahnen **13** der Dickschichtheizung **12** über den metallischen Leitern **20, 30** des Thermoelements **10** angeordnet. Dadurch ist es möglich, Legierungen für die metallischen Leiter **20, 30** zu verwenden, die höhere Einbrenntemperaturen benötigen als die Widerstandsbahnen **13**. Ebenso sind höhere Einbrenntemperaturen einsetzbar, um die Einbrennzeiten zu verringern.

[0079] Alternativ kann man die metallischen Leiter **20, 30** auch hier über den Widerstandsbahnen **13** ausbilden.

[0080] Sämtliche Schichten dieser Ausführungsformen sind in Dickschichttechnik ausgeführt, so dass die Außenabmessungen des Materialrohrs **60'** der Heißkanaldüse durch die Dickschichtheizung **12** und das Thermoelement **10** nur unwesentlich vergrößert werden.

[0081] Um sowohl die Dickschichtheizung **12** als auch das Thermoelement **10** vor äußeren Einflüssen zu schützen und zu isolieren, ist abschließend in Dickschichttechnik eine Abdeckschicht **80** oberhalb der Heizung **12** vorgesehen. Dies schützt den Schichtaufbau vor Verkratzen, Korrosion oder sonstigen schädlichen Umwelteinflüssen. Zudem wirkt diese abschließende Abdeckschicht **80** auch als thermische Isolation nach außen.

[0082] Diese Abdeckschicht **80** ist vorteilhafterweise ein Glas, wobei das Glas sowohl ein Quarzglas, ein Borsilikatglas, ein Kronglas, ein Kalk-Natron-Glas, ein Floatglas, ein Flintglas usw. sein kann, welches gegebenenfalls unterschiedliche Zuschlagstoffe, wie z.B. Zinkoxid, Boroxid oder Aluminiumoxid und/oder weitere Zusatzstoffe wie z.B. Eisenoxide, Kupferoxide, Cobaltoxide, Chromoxid, Uranoxid, Nickeloxid, Selenoxid und/oder Mangan(IV)oxid enthalten kann. Diese Abdeckschicht **80** hat die Aufgabe, die Leiter vor Korrosion und sonstigen Beschädigungen oder schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen.

[0083] Die Abdeckschicht **80** wird ebenso wie alle anderen Schichten mittels Siebdruck aufgebracht. Dazu wird eine Siebdruckpaste aus dem Material, aus dem die Abdeckschicht bestehen soll, angefertigt und mittels Siebdruck auf den ersten und zweiten Leiter, zumindest partiell, aufgedruckt. Alternativ ist es auch möglich, die Abdeckschicht auf eine aufliegende Heizung oder eine Isolierschicht aufzudrucken.

[0084] Nach einem möglichen Trocknungsschritt wird die Abdeckschicht **80** nach dem Aufbringen gesintert. Dadurch wird die Abdeckschicht **80** auf die

schon vorhandenen Schichten eingebrannt und kann diese vor äußeren Einflüssen schützen und eventuell als eine zusätzliche Isolierschicht wirken. Abschließend wird bei einer Temperatur von mindestens 450 °C gesintert, bevorzugt bei einer Temperatur von 500 °C bis 580 °C und besonders bevorzugt bei einer Temperatur von 525 °C bis 560 °C. Um die eventuell nicht abgedeckten Leiter **20, 30** vor Oxidation zu schützen, wird vorteilhafterweise unter Schutzgasatmosphäre gesintert. Es können auch Gläser zum Einsatz kommen, die eine wesentlich höhere Einbrenntemperatur benötigen.

[0085] Um die Abdeckschicht **80** auf dem Substrat, dem Leiter, der Heizung oder der Isolierschicht einzubrennen, schließt sich ein letzter und sehr kurz gehaltener Sintervorgang an. Die Abdeckschicht **80** wird dazu über einen Zeitraum von 7 bis 12 min gesintert, bevorzugt für einen Zeitraum von 10 min, um so eine eventuelle Beschädigung der schon aufgetragenen und eingebrannten Schichten zu verhindern.

[0086] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar. So können die metallischen Leiter **20, 30** auch aus anderen Legierungskombinationen bestehen. Beispielsweise können die Leiter **20, 30** in einer Ausführungsform aus ISA MINUS® und ISA PLUS®, ISATHERM MINUS® und ISATHERM PLUS® oder ISATHERM MINUS® und ISA PLUS® bestehen. Die Bezeichnungen der oben genannten Legierungen sind Markennamen der Isabellenhütte Heusler GmbH & Co KG, Dillenburg, Germany.

[0087] In den oben aufgeführten Legierungen könnte optional auch Silizium mit Germanium substituiert werden, oder Mangan mit Rhenium, da diese vergleichbare chemische Eigenschaften besitzen.

[0088] Durch einen gezielten Kontakt der metallischen Leiter **20, 30** zu einem metallisch leitenden Substrat ist es möglich, das Thermoelement **10** elektrisch zu erden. Der Kontakt kann entweder dadurch erreicht werden, dass innerhalb der Isolierschicht **70** ein Durchbruch vorhanden ist oder durch eine Überstand der metallischen Leiter **20, 30** über die Dielektrikumsschicht hinaus auf das Substrat **60**.

[0089] Als Verfahren der Dickschichttechnik können – wie oben dargestellt – der Siebdruck, das thermische Spritzen, der Tampondruck, das Lasersintern oder das Aerosoldrucken verwendet werden.

[0090] Man erkennt jedoch, dass die Erfindung ein Thermoelement **10** zur Erfassung der Temperatur an einer Messstelle **40**, mit einem ersten Leiter **20**, der ein erstes Ende **21** und ein erstes Anschlussende **22** aufweist, und mit einem zweiten Leiter **30**, der ein zweites Ende **31** und ein zweites Anschlussende **32**

aufweist, wobei das erste Ende **21** des ersten Leiters **20** und das zweite Ende **31** des zweiten Leiters **30** an einer Messstelle **40** elektrisch miteinander kontaktiert sind, und wobei das erste Anschlussende **22** des ersten Leiters **20** und das zweite Anschlussende **32** des zweiten Leiters **30** jeweils mit einer Anschlussleitung **23**, **33** verbindbar sind betrifft, wobei der erste Leiter **20** und der zweite Leiter **30** in Dickschichttechnik auf einem Substrat **60** aufgebracht sind, wobei sich das erste Ende **21** des ersten Leiters **20** und das zweite Ende **31** des zweiten Leiters **30** an der Messstelle **40** zumindest abschnittsweise überlappen.

60'	Trägerhülse
70	Isolierschicht
70'	weitere Isolierschicht
80	Abdeckschicht

[0091] Die wesentlichen Vorteile der Erfindung stellen sich wie folgt dar:

- Kaum auf das Messobjekt aufbauende Geometrie (nur wenige Mikrometer);
- Dennoch mechanisch so stabil wie das Substrat auf das es gedruckt wird;
- Geringe thermische Masse, somit extrem schnelle Ansprechzeit;
- Bei Integration in einen Dickschichtheizer keine zusätzliche Baugruppe;
- DIN-Konformes bzw. ähnliches Messsignal (Abweichung kleiner $\pm 5\%$);
- Kleiner, klar definierter Messpunkt (vor allem bei Heizern mit inhomogener Leistungs- bzw. Temperaturverteilung vorteilhaft).

[0092] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Thermoelement
11	Heizung
12	Dickschichtheizung
13	Widerstandsbahnen
14	Schlitz
15	Nuten
20	Erster Leiter
21	Erstes Ende
22	Erste Anschlussstelle
23	Erste Anschlussleitung
24	Erste Kontaktstelle
25	Erster Leiter mit weiterer Messstelle
30	Zweiter Leiter
31	Zweites Ende
32	Zweite Anschlussstelle
33	Zweite Anschlussleitung
34	Zweite Kontaktstelle
35	Zweiter Leiter mit weitere Messstelle
40	Messstelle
50	Regelgerät
60	Substrat

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 102005009927 A1 [[0004](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN IEC 584 [[0003](#)]

Patentansprüche

1. Thermoelement (10) zur Erfassung der Temperatur an einer Messstelle (40), mit einem ersten Leiter (20), der ein erstes Ende (21) und ein erstes Anschlusseende (22) aufweist, und mit einem zweiten Leiter (30), der ein zweites Ende (31) und ein zweites Anschlusseende (32) aufweist, wobei das erste Ende (21) des ersten Leiters (20) und das zweite Ende (31) des zweiten Leiters (30) an der Messstelle (40) elektrisch miteinander kontaktiert sind, und wobei das erste Anschlusseende (22) des ersten Leiters (20) und das zweite Anschlusseende (32) des zweiten Leiters (30) jeweils mit einer Anschlussleitung (23, 33) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Leiter (20) und der zweite Leiter (30) in Dickschichttechnik auf einem Substrat (60) aufgebracht sind, wobei sich das erste Ende (21) des ersten Leiters (20) und das zweite Ende (31) des zweiten Leiters (30) an der Messstelle (40) zumindest abschnittsweise überlappen.

2. Thermoelement (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Leiter (20) einen positiven Kontakt bildet und aus einer Legierung bestehend aus 80 bis 95 % Ni, 3 bis 20 % Cr, 0 bis 1 % Fe und 0 bis 1 % Si gefertigt ist und dass der zweite Leiter (30) einen negativen Kontakt bildet und aus einer Legierung bestehend aus 40 bis 58 % Cu, 40 bis 50 % Ni, 1 bis 5 % Mn und 1 bis 5 % Fe gefertigt ist.

3. Thermoelement (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Substrat (60) und den Leitern (20, 30) eine elektrische Isolierschicht (70) angeordnet ist.

4. Thermoelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über den Leitern (20, 30) und der Isolierschicht (70) zumindest abschnittsweise eine Abdeckschicht (80) aufgebracht ist.

5. Thermoelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (60) aus einem wärmeleitfähigen Material gefertigt ist.

6. Thermoelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (60) ein Trägerelement ist oder bildet.

7. Thermoelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Substrat (60) eine Heizung (11) in Dickschichttechnologie aufgebracht ist.

8. Thermoelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (60) Teil einer Heißkanaldüse (90) ist.

9. Thermoelement (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (60) eine Heizung (11) der Heißkanaldüse (90) ist.

10. Thermoelement (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung (11) eine Dickschichtheizung (12) mit Widerstandsbahnen (13) ist.

11. Thermoelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiter (20, 30) des Thermoelements (10) und die Widerstandsbahnen (13) durch mechanische Schlitze (14) oder Nuten (15) voneinander getrennt sind.

12. Heißkanaldüse (90) mit einer Heizung (11) und mit einem Thermoelement (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Heißkanaldüse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizung (11) eine Dickschichtheizung (12) mit Widerstandsbahnen (13) ist, wobei das Thermoelement (10) über den Widerstandsbahnen (13), unter den Widerstandsbahnen (13) oder in der gleichen Ebene wie die Widerstandsbahnen (13) angeordnet ist.

14. Heißkanaldüse nach 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Widerstandsbahnen (13) der Heizung (11) und dem Thermoelement (10) eine Isolierschicht (70) vorgesehen ist.

15. Heißkanaldüse nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass über der Heizung (11) eine Abdeckschicht (80) vorgesehen ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1:

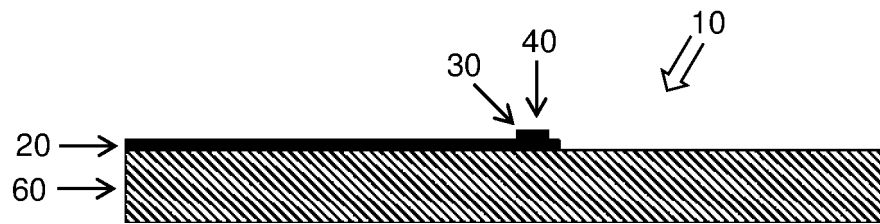


Fig. 2:

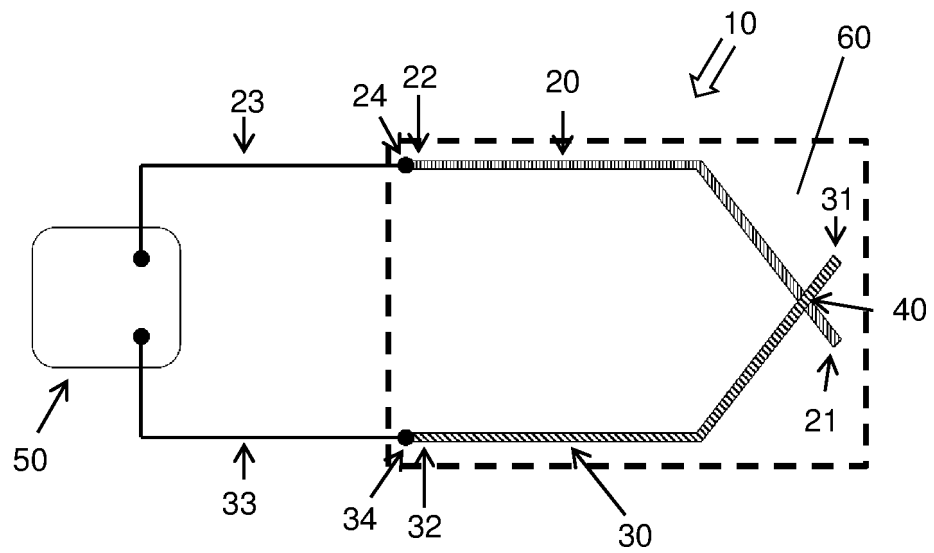


Fig. 3

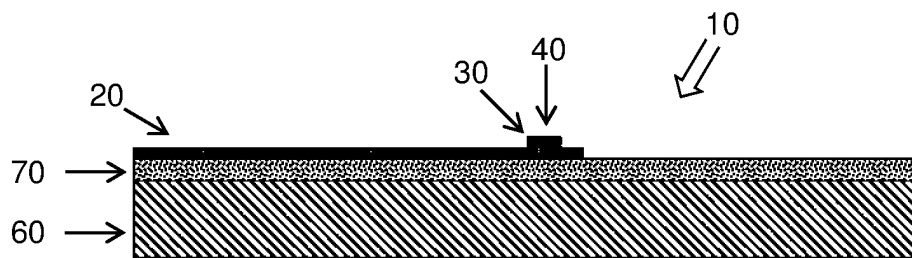


Fig. 4:

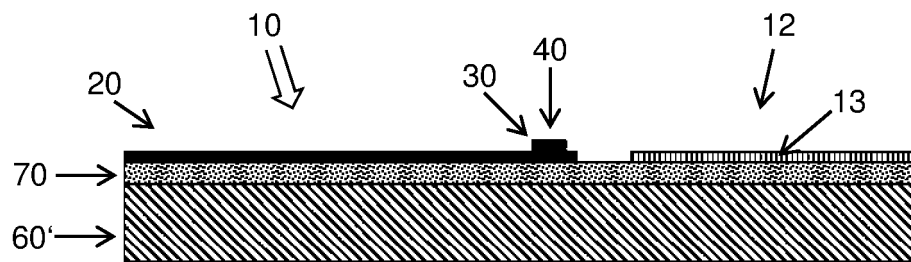


Fig. 5:

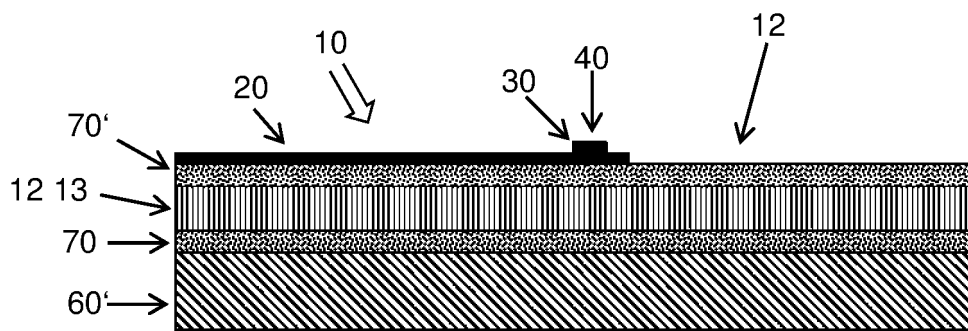


Fig. 6:

