

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Mai 2010 (20.05.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/054811 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01R 21/02** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/008060

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. November 2009 (12.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 057 607.7  
17. November 2008 (17.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG**  
[DE/DE]; Mühldorstr. 15, 81671 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REICHEL, Thomas**  
[DE/DE]; Steinweg 26, 85598 Baldham (DE). **KATZER,**  
**Michael** [DE/DE]; Lindwurmstr. 62, 80337 München  
(DE). **BRATFISCH, Toralf** [DE/DE]; Eschenweg 8,  
85640 Putzbrunn (DE). **PERNDL, Werner** [DE/DE]; Fa-  
sanenstr. 10, 85591 Vaterstetten (DE). **HASSLER, Mar-**

**tin** [DE/DE]; Peissenbergstr. 6, 81547 München (DE).  
**DEUTINGER, Andrea** [DE/DE]; Dürnberg 3, 85669  
Pastetten (DE).

(74) Anwalt: **KÖRFER, Thomas**; Mitscherlich & Partner,  
Postfach 33 06 09, 80066 München (DE).

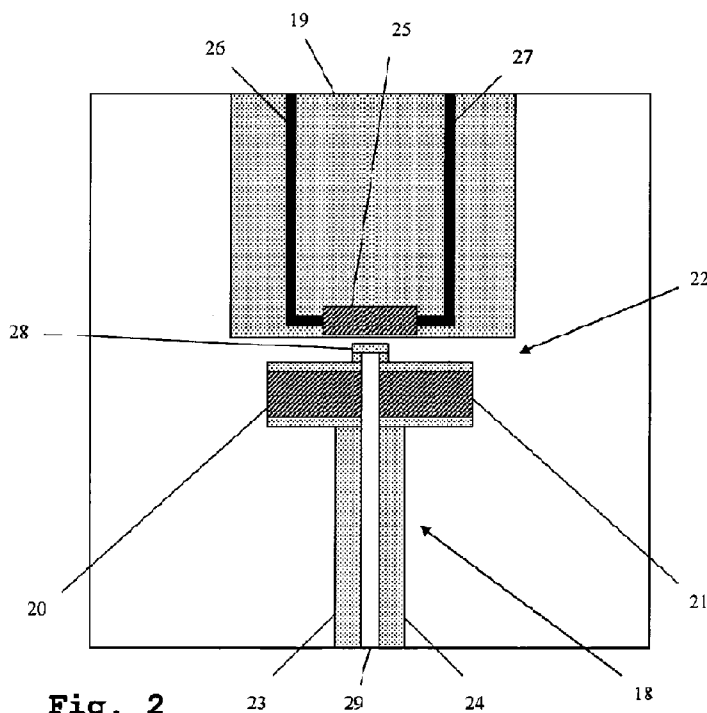
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: THERMOELECTRIC POWER MEASUREMENT CELL AND CORRESPONDING MEASUREMENT METHOD

(54) Bezeichnung : THERMOELEKTRISCHE LEISTUNGSMESSZELLE UND ENTSPRECHENENDES MESSVERFAH-  
REN



**Fig. 2**

(57) Abstract: A power measurement cell comprises at least one thermoelement (30) and at least two heating elements (20, 21, 25). A first heating element (20, 21) can be heated by a measurement signal. A temperature can be measured by means of the thermoelement (30). The two heating elements (20, 21, 25) have a very small spacing. The at least one thermoelement (30) and the two heating elements (20, 21, 25) have a high thermal coupling.

(57) Zusammenfassung: Eine Leistungsmesszelle beinhaltet zumindest ein Thermoelement (30) und zumindest zwei Heizelemente (20, 21, 25). Ein erstes Heizelement (20, 21) ist von einem Messsignal beheizbar. Mittels des Thermoelements (30) ist eine Temperatur messbar. Die beiden Heizelemente (20, 21, 25) weisen einen sehr geringen Abstand auf. Das zumindest eine Thermoelement (30) und die beiden Heizelemente (20, 21, 25) weisen eine hohe thermische Kopplung auf.



LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

**Thermoelektrische Leistungsmesszelle und entsprechendes  
Messverfahren**

5

Die Erfindung betrifft eine thermoelektrische Leistungsmesszelle und ein Verfahren zur thermoelektrischen Messung von Leistung.

- 10 Zur Messung von elektrischer Leistung, insbesondere von Mikrowellenleistung im Bereich von 1 GHz bis 110GHz, ist der Einsatz von Thermoelementen bekannt. Eine Messschaltung wird üblicherweise vor der ersten Inbetriebnahme kalibriert. Messschaltungen sind jedoch
- 15 nicht über eine lange Zeit unveränderlich. So nimmt die Genauigkeit der Messung mit der Zeit ab. Aus diesem Grund müssen derartige Messgeräte in regelmäßigen Abständen erneut kalibriert werden.
- 20 So zeigt die US 2007/0176768 A1 einen Mikrowellen-Leistungs-Sensor. Dieser beinhaltet zwei Heizwiderstände und mehrere Thermoelemente. Die Heizwiderstände sind jeweils an unterschiedlichen Enden der Thermoelemente angebracht. Der erste Heizwiderstand ist mit dem
- 25 Mikrowellensignal verbunden. In einem ersten Messverfahren wird lediglich dieser erste Heizwiderstand durch das Mikrowellensignal beheizt. Darüber hinaus wird in einem zweiten Messverfahren der zweite Heizwiderstand mit einem Gleichstrom DC verbunden. Der Gleichstrom DC wird dabei so
- 30 eingestellt, dass die Thermoelemente eine Spannung von 0V ausgeben. In diesem Zustand weisen die Enden der Thermoelemente eine identische Temperatur auf. Die Leistung des Mikrowellensignals entspricht dann der Leistung des bekannten Gleichstroms. Obwohl dieses

Verfahren die Messgenauigkeit gegenüber dem ersten Verfahren erhöht, ist es nachteilhaft, da bei steigender Leistung des Mikrowellensignals zunehmend mehr Leistung in dem Sensor umgesetzt wird. Dies führt zu einer geringen  
5 Leistungstragfähigkeit des Sensors. Darüber hinaus ergibt sich durch die zwei räumlich und thermisch getrennten Heizelemente ein großer Platzbedarf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine  
10 Leistungsmesszelle und ein Verfahren zur Leistungsmessung zu schaffen, welche einen geringen Platzbedarf, eine hohe Messgenauigkeit, eine hohe Leistungstragfähigkeit und eine hohe Langzeitstabilität erbringen.

15 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für die Leistungsmesszelle durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und für das Verfahren durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 12 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der hierauf rückbezogenen  
20 Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Leistungsmesszelle beinhaltet zumindest ein Thermoelement und zumindest zwei Heizelemente. Ein erstes Heizelement ist von einem  
25 Messsignal beheizbar. Mittels des Thermoelements ist eine Temperatur messbar. Die beiden Heizelemente weisen einen sehr geringen Abstand auf. Das zumindest eine Thermoelement und die beiden Heizelemente weisen eine hohe thermische Kopplung auf. So ist eine genaue Messung bei  
30 geringem Platzbedarf gewährleistet. Eine Verifikation der Kalibrierung der Leistungsmesszelle ist möglich. Eine hohe Langzeitstabilität ist so gegeben.

Die Heizelemente sind bevorzugt auf einer Seite des Thermoelements angeordnet und beheizen bevorzugt die eine Seite des Thermoelements. So ist eine hohe Temperaturdifferenz zwischen den beiden Seiten des Thermoelements und damit ein hoher Messsignalpegel gegeben.

Mittels des zweiten Heizelements ist bevorzugt eine Verifikation einer Kalibrierung der Leistungsmesszelle durchführbar. So kann bestimmt werden wenn die Messgenauigkeit der Leistungsmesszelle unter ein bestimmtes Niveau gefallen ist und eine erneute Kalibrierung durchgeführt werden muss.

Das zumindest eine Thermoelement besteht bevorzugt aus einer Paarung aus einer Kupfer-Nickel-Legierung und Kupfer. So ist eine ausreichend hohe Thermospannung bei Einsatz erprobter Materialien möglich. Eine einfache Herstellung im Dünnschichtverfahren ist so möglich.

Die Leistungsmesszelle beinhaltet bevorzugt mehrere Thermoelemente. Die mehreren Thermoelemente sind bevorzugt zumindest teilweise in Serie geschaltet. Die in Serie geschalteten Thermoelemente bilden bevorzugt zumindest eine Thermosäule. So ist eine Erhöhung der Thermospannung auf ein Vielfaches möglich. Dies erhöht die Messgenauigkeit.

Vorteilhafterweise sind die Heizelemente und das zumindest eine Thermoelement auf einer Membran angeordnet. Die thermische Leitfähigkeit der Membran bestimmt bevorzugt die Messgenauigkeit und die Leistungstragfähigkeit der Leistungsmesszelle. So ist ein kontrollierter Wärmeabfluss möglich. Auch eine genaue Einstellung der Messgenauigkeit

und der Leistungstragfähigkeit der Leistungsmesszelle ist so möglich.

Bevorzugt besteht die Membran aus Siliziumoxid und/oder  
5 Silizium. So ist der Einsatz einer Standard-Silizium-Technologie möglich.

Zur Verifikation einer Kalibrierung der Leistungsmesszelle ist das zweite Heizelement bevorzugt mit zumindest einem  
10 Verifikationssignal bekannter Leistung beaufschlagbar. Das zweite Heizelement erhitzt bei Beaufschlagung mit dem Verifikationssignal das Thermoelement auf eine weitgehend bekannte Temperatur. Eine Verifikationseinrichtung bestimmt bevorzugt zumindest den Messwert des zumindest  
15 einen Thermoelements bei der zumindest einen weitgehend bekannten Temperatur, zeichnet diesen auf und vergleicht ihn mit der bekannten Leistung des Verifikationssignals. So ist eine Überprüfung der Messgenauigkeit möglich. Wird eine erneute Kalibrierung durchgeführt, wenn die  
20 Genauigkeit abfällt, so ist eine sehr große Langzeitstabilität erreichbar.

Das zweite Heizelement ist vorteilhafterweise derart mit einem Substitutionssignal ansteuerbar, dass die von dem  
25 Thermoelement bestimmte Temperatur unabhängig von dem Messsignal weitgehend konstant ist. Die Leistung des Messsignals wird bevorzugt aus dem Substitutionssignal bestimmt. So ist die in der Leistungsmesszelle umgesetzte Leistung unabhängig von dem Messsignal konstant.  
30 Nichtlineare Effekte werden damit vermieden. Eine hohe Leistungstragfähigkeit wird so erreicht.

Das Verifikationssignal und das Substitutionssignal sind bevorzugt Gleichstrom-Signale. So sind eine einfache Signalverarbeitung und eine genaue Messung möglich.

- 5 Das Leistungsmessgerät beinhaltet bevorzugt eine Brückenschaltung. Die Brückenschaltung beinhaltet dabei vorteilhafterweise zwei Pfade. Die Brückenschaltung beinhaltet bevorzugt das Thermoelement in einem der Pfade. Vorteilhafterweise steuert ein verstärktes Messsignal der  
10 Messbrücke das zweite Heizelement an. So ist eine einfache Regelung der thermischen Leistung an den Heizelementen möglich.

- Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Messung der  
15 elektrischen Leistung eines Messsignals ist ein erstes Heizelement von dem Messsignal beheizbar. Zumindest ein Thermoelement misst eine Temperatur, welche im Wesentlichen der Temperatur des ersten Heizelements entspricht. Die an dem ersten Heizelement gemessene  
20 Temperatur wird zur Bestimmung einer Leistung des Messsignals genutzt. Ein zweites Heizelement wird mit einem Substitutionssignal beaufschlagt während das erste Heizelement mit dem Messsignal beaufschlagt wird, oder mittels eines zweiten Heizelements wird eine Verifikation  
25 einer Kalibrierung der Messung der Leistung durchgeführt. Das zumindest eine Thermoelement und die beiden Heizelemente sind bevorzugt stark thermisch gekoppelt. So ist eine genaue Messung bei geringem Platzbedarf gewährleistet. Durch die Verifikation der Kalibrierung ist  
30 eine Überprüfung der Langzeitstabilität möglich. Durch die Substitution wird eine gleichbleibende im Leistungsmessgerät umgesetzte Leistung erreicht.

Zur Verifikation der Kalibrierung der Messung der Leistung werden bevorzugt die folgenden Schritte durchgeführt:

- Abschalten des ersten Heizelements;
- Beaufschlagung eines zweiten Heizelements mit einem

5 Verifikationssignal bekannter Leistung;

- Bestimmung der von dem Thermoelement gemessenen Leistung, und
- Vergleich der von dem Thermoelement gemessenen Leistung mit der bekannten Leistung des Verifikationssignals.

10

So ist eine Überprüfung der Messgenauigkeit möglich. Eine Korrektur von Abweichungen der Messwerte gegenüber einer ideal linearen Kennlinie ist weiterhin möglich.

15 Alternativ wird das zweite Heizelement bevorzugt derart mit einem Substitutionssignal angesteuert, dass Veränderungen des von dem Thermoelement bestimmten Messsignals kompensiert werden. Die von dem Thermoelement bestimmte Temperatur ist bevorzugt unabhängig von dem

20 Messsignal weitgehend konstant. Die Leistung des Messsignals wird vorteilhafterweise aus dem Substitutionssignal bestimmt. So wird in dem Leistungsmessgerät eine konstante Leistung umgesetzt. Dies verhindert Messungenauigkeiten auf Grund von

25 Temperaturdrift und anderer nichtlinearer Effekte.

Mehrere Thermoelemente werden bevorzugt genutzt. Die Signale der mehreren Thermoelemente werden zumindest teilweise addiert. Die Thermoelemente deren Signale

30 addiert werden bilden bevorzugt zumindest eine Thermosäule. So ist eine Erhöhung der Thermospannung auf ein Vielfaches möglich. Dies erhöht die Messgenauigkeit.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung, in der ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, beispielhaft beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

5

Fig. 1 den Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle im Querschnitt;

10 Fig. 2 den Aufbau des ersten Ausführungsbeispiels in der Draufsicht;

Fig. 3a den Aufbau des ersten Ausführungsbeispiels in der Draufsicht in einer gegenüber der Fig. 2  
15 anderen Schichtebene;

Fig. 3b den Aufbau eines zweiten Ausführungsbeispiels in der Draufsicht;

20 Fig. 4 ein detailliertes drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle in einer Schrägansicht;

Fig. 5 den zu Fig. 4 gehörigen Schichtaufbau in einer  
25 vergrößerten Schrägansicht;

Fig. 6 ein Ablaufdiagramm eines ersten  
Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen  
Verfahrens;

30

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines zweiten  
Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen  
Verfahrens, und

Zunächst wird anhand der Fig. 1 - 5 der Aufbau und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle erläutert. Mittels Fig. 6 und 7 wird anschließend die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt.

5 Identische Elemente wurden in ähnlichen Abbildungen zum Teil nicht wiederholt dargestellt und beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle in einer  
10 Schnittdarstellung. Die erfindungsgemäße Leistungsmesszelle beinhaltet ein Silizium-Substrat 12. Mittels Oxidierung der Oberfläche und selektiver Ätzung wird aus dem Silizium-Substrat 12 eine Membran 11 und ein Rahmen 10 aus Silizium geformt. Die Membran besteht dabei  
15 aus einer unteren Siliziumoxid-Schicht und einer oberen Silizium-Schicht. Auf einem ursprünglich reinen Silizium-Substrat wird hierzu eine Siliziumoxid-Schicht und darauf erneut eine Silizium-Schicht aufgebracht. Mittels  
rückseitiger Ätzung wird ein Teil des Siliziums des  
20 Substrats entfernt. Es ergibt sich eine Vertiefung 13 in dem Silizium-Substrat 12. Durch die zusätzliche nicht entfernte Silizium-Schicht über der Silizium-Oxid-Schicht ergibt sich eine dünne, jedoch stabile Membran 11. Alternativ kann die Membran aus einer einzelnen dickeren  
25 Siliziumoxid-Schicht bestehen.

Auf der Vorderseite der Membran 11 sind, wie im Folgenden gezeigt, weitere Bauelemente der Leistungsmesszelle angeordnet.

30

In Fig. 2 wird das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle in einer Draufsicht dargestellt. Hier wird die Oberseite der Darstellung aus Fig. 1 gezeigt. Eine Koplanarleitung 18 wird durch eine

Mittelleitung 29, drei Aussparungen 23, 24, 28 und eine umgebende Metallisierung gebildet. Die Koplanarleitung ist mit zwei Heizwiderständen 20, 21 verbunden. Die beiden Widerstände 20, 21 sind auf ihrer der Koplanarleitung abgewandten Seite mit der umgebenden Metallisierung und damit mit einem Masseanschluss verbunden. Die beiden Heizwiderstände 20, 21 bilden somit einen gemeinsamen Heizwiderstand 29 gegen Masse. Eine erste Streifenleitung 26 ist mit einem dritten Heizwiderstand 25 verbunden. Die der ersten Streifenleitung 26 abgewandte Seite des dritten Heizwiderstands 25 ist mit einer zweiten Streifenleitung 27 verbunden. Die Streifenleitungen 26, 27 und der Heizwiderstand befinden sich innerhalb einer Aussparung 19 der Metallisierung. An Stelle von Streifenleitungen und Koplanarleitungen sind ebenso andere Leitungsformen einsetzbar.

Die zuvor beschriebene Struktur ist, wie im Abschnitt zu Fig. 1 angedeutet, auf der Oberseite eines Siliziumsubstrats 12 aufgebaut. Die Heizwiderstände 20, 21, 25 sind dabei im Zentrum der Membran 11 angeordnet. Der Rahmen 10 dient dabei der strukturellen Stabilität der Leistungsmesszelle. Weiterhin ist der Rahmen 10 thermisch sehr gut an ein Gerätegehäuse gekoppelt und stellt damit eine nahezu ideale Temperatursenke dar.

Über die Koplanarleitung 18 wird ein Messsignal eingespeist. Das Messsignal wird über die Heizwiderstände 20, 21 nach Masse abgeführt. Das Messsignal beheizt dabei die Heizwiderstände 20, 21. Die in den Heizwiderständen 20, 21 umgesetzte thermische Leistung ist dabei proportional zu der Leistung des Messsignals. Da die Heizwiderstände 20, 21 auf der Membran 11 angebracht sind, kann die eingebrachte thermische Leistung nicht sofort

abfließen. Stattdessen stellt sich eine Gleichgewichtstemperatur der Membran 11 ein. Aus dieser Gleichgewichtstemperatur kann auf die Leistung des Messsignals geschlossen werden. Die Heizwiderstände 20, 21, 25 sind dabei mögliche Ausführungen der erfindungsgemäßen Heizelemente.

Wie anhand der Fig. 3a im Folgenden gezeigt, wird diese Gleichgewichtstemperatur mittels zumindest eines Thermoelements 30 gemessen.

Über die erste Streifenleitung 26 kann ein Signal eingespeist werden. Das Signal wird über den dritten Heizwiderstand 25 an die zweite Streifenleitung 27 übertragen. Der Heizwiderstand 25 wird dabei analog zu den Heizwiderständen 20, 21 von dem Signal beheizt. Die an dem dritten Heizwiderstand 25 umgesetzte thermische Leistung ist proportional zu der Leistung des Signals. Bei alleiniger Einspeisung des Signals ergibt sich ebenfalls eine Gleichgewichtstemperatur.

Aufgrund der großen räumlichen Nähe des ersten und zweiten Heizwiderstands 20, 21 zu dem dritten Heizwiderstand 25 ergibt sich eine starke thermische Kopplung dieser Bauelemente. Eine Temperaturerhöhung an einem der Heizwiderstände 20, 21, 25 resultiert in einer nahezu ebenso großen Temperaturerhöhung an sämtlichen weiteren Heizwiderständen 20, 21, 25. Die Temperatur der Heizwiderstände 20, 21, 25 ist damit nahezu identisch. Für die gemeinsame Temperatur der Heizwiderstände 20, 21, 25 ist es damit unerheblich, in welchem der Heizwiderstände 20, 21, 25 Leistung umgesetzt wird.

Fig. 3a zeigt eine andere Schichtebene des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle. Hier wird eine Mehrzahl von Thermoelementen 30 dargestellt. Die Thermoelemente 30 sind dabei über den in Fig. 2 dargestellten Strukturen galvanisch getrennt angeordnet. Der besseren Übersichtlichkeit halber wurden die in Fig. 2 dargestellten Strukturen hier zusätzlich gestrichelt dargestellt, obwohl sie in einer anderen Lage der Leistungsmesszelle angeordnet sind. Die Thermoelemente 30 bestehen dabei jeweils aus einem aktiven Bereich 31 und Zuleitungen 32. Der aktive Bereich 31 besteht dabei aus einer Verbindung eines Kupfer-Kontakts mit einem Kupfer-Nickel-Kontakt. Sowohl der Kupfer-Kontakt wie auch der Kupfer-Nickel-Kontakt verfügen dabei über eine eigene Zuleitung 32, welche deckungsgleich, jedoch galvanisch getrennt voneinander angeordnet sind. Die galvanische Trennung der übereinander angeordneten Zuleitungen 32 wird durch eine dazwischen liegende Isolationsschicht erreicht. Die Thermoelemente 30 sind weiterhin durch isolierende Schichten nach oben und unten galvanisch getrennt. Die Gesamtheit der Isolationsschichten, der Kupfer-Schicht und der Kupfer-Nickel-Schicht wird dabei als Thermoelement-Schicht bezeichnet.

25

Alternativ ist eine Anordnung der Zuleitungen nebeneinander ohne Isolationsschicht möglich. Dies wird anhand von Fig. 3b näher erläutert.

Die aktiven Bereiche 31 der Thermoelemente 30 liegen dabei in einem weitgehend konstanten Abstand zu einer äußeren Begrenzung eines der Heizwiderstände 20, 21 aus Fig. 2 und sind von identischer Ausdehnung. Die aktiven Bereiche 31 liegen in geringem Abstand zu den Heizwiderständen 20, 21,

25. So ist eine weitgehend identische Temperatur und damit ein weitgehend identisches Ausgangssignal der aktiven Bereiche 31 der Thermoelemente 30 bei Beaufschlagung der Heizwiderstände 20, 21 mit einem Messsignal bzw. des  
5 Heizwiderstands 25 mit einem weiteren Signal gewährleistet.

Die Zuleitungen 32 verbinden dabei die aktiven Bereiche 31 der Thermoelemente 30 mit dem Rand der Leistungsmesszelle.  
10 Die zweite Seite der Thermoelemente liegt damit im Bereich des Randes der Leistungsmesszelle und damit auf einem konstanten Umgebungstemperaturniveau. Dort werden die Signale der Thermoelemente 30 abgegriffen. Die Zuleitungen 32 sind dabei derart angeordnet, dass sie einen großen  
15 Teil der Fläche der Leistungsmesszelle bedecken. Der Abstand zwischen jeweils benachbarten Zuleitungen 32 ist dabei weitgehend konstant.

Zur Erhöhung des Signalpegels sind die Thermoelemente 30  
20 zumindest teilweise in Serie geschaltet. In Serie geschaltete Thermoelemente bilden Thermosäulen. Zur Vermeidung von elektromagnetischen Einstreuungen ist eine Umkehrung der Laufrichtung des elektrischen Stroms durch einen Teil der Thermoelemente 30 möglich. So werden  
25 elektromagnetische Einstreuungen, welche in einem ersten Teil der Thermoelemente 30 mit identischer Laufrichtung des elektrischen Stroms auftreten, durch die elektromagnetischen Einstreuungen, welche in einem zweiten  
Teil der Thermoelemente 30 mit umgekehrter Laufrichtung  
30 des elektrischen Stroms auftreten, kompensiert. Bevorzugt weisen jeweils benachbarte Thermoelemente eine unterschiedliche Stromrichtung auf. Durch den weitgehend konstanten Abstand benachbarter Thermoelemente 30 heben sich Störungen so weitgehend auf.

Das in Fig. 3b dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht weitgehend dem in Fig. 3a dargestellten Ausführungsbeispiel. Die unterschiedlichen Materialien der Thermoelemente 80 sind jedoch nicht übereinander in unterschiedlichen Schichten angeordnet, sondern nebeneinander in einer einzelnen Schicht. So wird jedes Thermoelement 80 von einer Kupfer-Nickel-Zuleitung 82, einer Kupfer-Zuleitung 83 und einem aktiven Bereich 81 gebildet. Die Thermoelement-Schicht enthält in diesem Ausführungsbeispiel keine Isolationsschicht, welche die Kupfer-Schicht und die Kupfer-Nickel-Schicht trennt. Dieser Aufbau ermöglicht eine einfachere Herstellung.

In Fig. 4 wird ein detailliertes drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leistungsmesszelle in einer Schrägansicht dargestellt. Auf einem Silizium-Substrat 85 ist eine Thermoelement-Schicht 81 aufgebracht. Dazwischen liegen weitere Schichten, auf welche anhand der Fig. 5 näher eingegangen wird. Die Thermoelement-Schicht 81 besteht aus zwei Silizium-Nitrid Schichten, zwischen welchen die Thermoelemente bestehend aus einer Kupfer-Schicht und Kupfer-Nickel-Schicht eingebettet sind. Die Silizium-Nitrid-Schichten dienen dabei der galvanischen Trennung der Thermoelemente von dem Substrat und den darüber liegenden Schichten. Bei Anordnung der Kupfer-Schicht und der Kupfer-Nickel-Schicht übereinander wird optional eine zusätzliche Silizium-Nitrid-Schicht dazwischen angebracht. Auf der Thermoelement-Schicht 81 ist eine Widerstands-Schicht aus einer Nickel-Chrom-Legierung aufgebracht, aus welcher die Heizwiderstände 92, 93, 97 geformt sind. Weiterhin ist auf der Thermoelement-Schicht 81 und auf der Widerstands-Schicht eine Gold-Schicht 82 aufgebracht. Die Gold-Schicht 82 dient dabei

der Kontaktierung der verschiedenen Bauteile und der elektromagnetischen Abschirmung der Leistungsmesszelle.

Mittels der Streifenleitungen 95, 96 wird die Heizleistung  
5 in den Heizwiderstand 97 eingebracht. Die Anschlüsse 98, 99 dienen der Kontaktierung der Thermoelemente. Der Anschluss 100 dient der Umkehrung der Stromrichtung durch einen Teil der Thermoelemente. Dies dient wie zuvor beschrieben der besseren Kompensation von  
10 elektromagnetischen Einkopplungen. Eine Überkreuzung der Leitungen der Thermoelemente ist hierfür notwendig. Diese Überkreuzung ist nur durch ein Verlassen der Schichtebene der Thermoelemente möglich. Dabei werden sowohl die Streifenleitungen 95, 96 als auch die Anschlüsse 98, 99,  
15 100 von der Gold-Schicht 82 gebildet.

Mittels einer Koplanarleitung 101 wird das Messsignal den Heizwiderständen 92, 93 zugeführt. Die Koplanarleitung 101 wird dabei von der Mittelleitung 83, den drei Aussparungen  
20 90, 91, 94 und der übrigen Metallisierung der Gold-Schicht 82 gebildet. Auch die Mittelleitung 83 wird dabei durch die Gold-Schicht 82 gebildet. Mittels der Aussparung 94 wird die Mittelleitung 83 weiterhin von der übrigen Metallisierung der Gold-Schicht 82 isoliert. Die  
25 Heizwiderstände sind dabei direkt zwischen den Mittelleiter 83 und die übrige Metallisierung der Gold-Schicht 82 geschaltet. Sie weisen jeweils einen Abschlusswiderstand von im Ausführungsbeispiel 100 Ohm auf. In Kombination ergibt sich somit ein Abschluss der  
30 Koplanarleitung mit 50 Ohm. Auch die Koplanarleitung 101 weist einen Wellenwiderstand von 50 Ohm auf. Es treten somit in einem sehr breiten Frequenzbereich nahezu keine Reflexionen an den Heizwiderständen 92, 93 auf.

Der Bereich V in Fig. 4 ist in Fig. 5 vergrößert dargestellt und wird im Folgenden in größerem Detail beschrieben.

- 5 Fig. 5 zeigt den zu Fig. 4 gehörigen Schichtaufbau in einer vergrößerten Schrägansicht. Auf dem in Fig. 4 dargestellten Substrat 85 aus Silizium ist eine Ätz-Stop-Schicht 84 aus Siliziumoxid aufgebracht. Die Ätz-Stop-Schicht 84 dient der definierten Beendigung des
- 10 Ätztvorgangs, mit welchen das Substrat unter der anhand von Fig. 1 erläuterten Membran 11 entfernt wird. Auf der Ätz-Stop-Schicht 84 ist eine weitere Silizium-Schicht 80 aufgebracht. Diese Schicht dient der mechanischen Stabilität der Membran 11. Direkt auf der Silizium-Schicht
- 15 80 ist die anhand von Fig. 4 näher beschriebene Thermoelement-Schicht 81 aufgebracht. Auf der Thermoelement-Schicht 81 ist die anhand von Fig. 4 erläuterte Gold-Schicht 82 aufgebracht.
- 20 Die Aussparungen 90, 91, welche den Mittelleiter von der übrigen Metallisierung der Gold-Schicht 82 trennen, sind dabei sowohl in der Gold-Schicht 82 als auch in der Thermoelement-Schicht 81 ausgebildet. So ist eine sichere galvanische Trennung gewährleistet. Die Aussparungen 90,
- 25 91 sind dabei derart strukturiert, dass die in Fig. 4 gezeigte Koplanarleitung 101 einen über ihre Länge konstanten Wellenwiderstand von 50 Ohm aufweist. Hierzu sind die Aussparungen 90, 91 mit einer stufenweise in Richtung der Heizwiderstände 92, 93 abnehmenden Breite
- 30 ausgestattet. Diese Abstufung ist in der Strukturierung der Rückseite begründet. So ist im Bereich des Rahmens 10 eine größere Breite notwendig um den konstanten Wellenwiderstand zu erreichen, als im Bereich der Membran 11.

In Fig. 6 wird ein Ablaufdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Thermoelemente 30 wie auch die Heizwiderstände 20, 21, 25 verändern sich im Laufe der Zeit geringfügig. Dies hat eine geringe Langzeitstabilität der Messergebnisse zur Folge. Um diesen Effekt zu kompensieren, werden Verifikationsmessungen durchgeführt. Bei einer Verifikationsmessung wird zunächst in einem ersten Schritt 50 die Einspeisung des Messsignals in die Heizwiderstände 20, 21 unterbrochen. In einem zweiten Schritt 51 wird ein Verifikationssignal in den dritten Heizwiderstand 25 eingespeist. Die Leistung des Verifikationssignals ist dabei bekannt. Für die Verifikation wird davon ausgegangen, dass die Veränderungen des dritten Heizwiderstands 25 den Veränderungen des ersten und zweiten Heizwiderstands 20, 21 entsprechen.

Durch die Einspeisung des Verifikationssignals in den dritten Heizwiderstand 25 fällt dort eine thermische Leistung an. Wie anhand Fig. 2 erläutert, stellen sich ein thermisches Gleichgewicht und damit eine Gleichgewichtstemperatur ein. Mittels der Thermoelemente 30 wird in einem dritten Schritt 52 diese Gleichgewichtstemperatur bestimmt. In einem vierten Schritt 53 wird die bekannte Leistung des Verifikationssignals mit der gemessenen Leistung verglichen. Diese Berechnung erfolgt durch eine externe nicht dargestellte Verifikationseinrichtung. Eine weitere Erhöhung der Genauigkeit kann durch Bestimmung von Kompensationswerten erzielt werden. Diese werden zur Fehlerkorrektur jedes zukünftigen Messwerts herangezogen. Die Genauigkeit kann weiter erhöht werden, indem die

Schritte 51 bis 53 für unterschiedliche bekannte Leistungen des Verifikationssignals wiederholt werden.

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Üblicherweise werden bei der Messung lediglich das erste und zweite Heizelement 20, 21 genutzt. Dies führt jedoch zu dem Nachteil, dass die in der Leistungsmesszelle umgesetzte Leistung proportional zu der Leistung des Messsignals ist. Dies führt zu nichtlinearen Effekten welche nicht vollständig beseitigt werden können. Um besonders genaue Messergebnisse zu erzielen, wird die Leistungsmesszelle im so genannten Substitutionsmodus betrieben. Die Heizelemente 20, 21, 25 sind dabei z.B. über eine Brückenschaltung miteinander verschaltet. Die Verschaltung erfolgt dabei bevorzugt derart, dass die gemeinsam an den Heizelementen 20, 21, 25 umgesetzte Leistung konstant ist. Dies wird durch ein Substitutionssignal, welches in das dritte Heizelement 25 eingespeist wird, erreicht. Das Substitutionssignal hat dabei stets eine Leistung, welche der Differenz der angestrebten konstanten Gesamtleistung und der Leistung des Messsignals entspricht. Die Leistung des Messsignals wird dabei anhand des bekannten Substitutionssignals berechnet.

Zur Leistungsmessung im Substitutionsmodus wird in einem ersten Schritt 60 den Heizwiderständen 20, 21 ein Messsignal zugeführt. In einem zweiten Schritt 61 wird mittels der Thermoelemente 30 die resultierende Gleichgewichtstemperatur bestimmt. In einem dritten Schritt 62 wird ein Substitutionssignal in das dritte Heizelement 25 eingespeist. Das Substitutionssignal ist bekannt und weist eine Leistung auf, welche der Differenz

einer gewünschten Gesamtleistung und der an den Heizelementen 20, 21 anfallenden Leistung entspricht. Das Substitutionssignal wird dabei bestimmt, indem die Temperatur an den Thermoelementen 30 auf einem konstanten, gewünschten Niveau gehalten wird. Anhand des bekannten Substitutionssignals wird die Leistung des Messsignals bestimmt.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Wie bereits erwähnt, können unterschiedliche Materialien für die Thermoelemente eingesetzt werden. Auch die Nutzung einer höheren Anzahl von Heizelementen ist denkbar. Alle vorstehend beschriebenen Merkmale oder in den Figuren gezeigten Merkmale sind im Rahmen der Erfindung beliebig vorteilhaft miteinander kombinierbar.

**Ansprüche**

1. Leistungsmesszelle mit zumindest einem Thermoelement  
(30, 71, 80) und zumindest zwei Heizelementen (20, 21, 25,  
5 73, 74),  
wobei ein erstes Heizelement (20, 21, 73) von einem  
Messsignal beheizbar ist,  
wobei mittels des Thermoelements (30, 71, 80) eine  
Temperatur messbar ist,  
10 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die beiden Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) einen  
sehr geringen Abstand aufweisen, und  
dass das zumindest eine Thermoelement (30, 71, 80) und die  
beiden Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) eine hohe  
15 thermische Kopplung aufweisen.
2. Leistungsmesszelle nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) auf einer Seite  
20 des Thermoelements (30, 71, 80) angeordnet sind, und  
dass die Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) die eine Seite  
des Thermoelements (30, 71, 80) beheizen.
3. Leistungsmesszelle nach Anspruch 1 oder 2,  
25 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass mittels des zweiten Heizelements (25, 74) eine  
Verifikation einer Kalibrierung der Leistungsmesszelle  
durchführbar ist.
- 30 4. Leistungsmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das zumindest eine Thermoelement (30, 71, 80) aus  
einer Paarung aus einer Kupfer-Nickel-Legierung und Kupfer  
besteht.

5. Leistungsmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Leistungsmesszelle mehrere Thermoelemente (30,  
5 80) beinhaltet,  
dass die mehreren Thermoelemente (30, 80) zumindest  
teilweise in Serie geschaltet sind, und  
dass die in Serie geschalteten Thermoelemente (30, 80)  
zumindest eine Thermosäule bilden.
- 10 6. Leistungsmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) und das  
zumindest eine Thermoelement (30, 71, 80) auf einer  
15 Membran (11) angeordnet sind, und  
dass die thermische Leitfähigkeit der Membran (11) die  
Messgenauigkeit und die Leistungstragfähigkeit der  
Leistungsmesszelle bestimmt.
- 20 7. Leistungsmesszelle nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Membran (11) aus Siliziumoxid und/oder Silizium  
besteht.
- 25 8. Leistungsmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass zur Verifikation einer Kalibrierung der  
Leistungsmesszelle das zweite Heizelement (25) mit einem  
Verifikationssignal bekannter Leistung beaufschlagbar ist,  
30 dass das zweite Heizelement (25) bei Beaufschlagung mit  
dem Verifikationssignal das Thermoelement (30, 80) auf  
zumindest eine bekannte Temperatur erhitzt, und  
dass eine Verifikationseinrichtung den Messwert des  
zumindest einen Thermoelements (30, 80) bei der zumindest

einen bekannten Temperatur bestimmt, aufzeichnet und mit der Leistung des Verifikationssignals vergleicht.

9. Leistungsmesszelle nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das zweite Heizelement (25, 74) derart mit einem Substitutionssignal ansteuerbar ist, dass die von dem Thermoelement (30, 71, 80) bestimmte Temperatur unabhängig von dem Messsignal weitgehend konstant ist, und

10 dass die Leistung des Messsignals aus dem Substitutionssignal bestimmt wird.

10. Leistungsmesszelle nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

15 dass das Verifikationssignal und das Substitutionssignal Gleichstrom-Signale sind.

11. Verfahren zur Messung der elektrischen Leistung eines Messsignals,

20 wobei ein erstes Heizelement (20, 21, 73) von dem Messsignal beheizbar ist,

wobei zumindest ein Thermoelement (30, 71, 80) eine Temperatur misst, welche im Wesentlichen der Temperatur des ersten Heizelements (20, 21, 73) entspricht,

25 wobei die an dem ersten Heizelement (20, 21, 73) gemessene Temperatur zur Bestimmung einer Leistung des Messsignals genutzt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass ein zweites Heizelement (74) mit einem

30 Substitutionssignal ( $U_{\text{sub}}$ ) beaufschlagt wird während das erste Heizelement (73) mit dem Messsignal beaufschlagt wird, oder

dass mittels eines zweiten Heizelements (25) eine Verifikation einer Kalibrierung der Messung der Leistung durchgeführt wird,  
wobei das zumindest eine Thermoelement (30, 71, 80) und  
5 die beiden Heizelemente (20, 21, 25, 73, 74) stark thermisch gekoppelt sind.

12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
10 dass zur Verifikation der Kalibrierung der Messung der Leistung die folgenden Schritte durchgeführt werden:  
- Abschalten des ersten Heizelements (20, 21);  
- Beaufschlagung eines zweiten Heizelements (25) mit einem Verifikationssignal bekannter Leistung;  
15 - Bestimmung der von dem Thermoelement (30, 80) gemessenen Leistung, und  
- Vergleich der von dem Thermoelement (30, 80) gemessenen Leistung mit der bekannten Leistung des Verifikationssignals.

20

13. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das zweite Heizelement (25, 74) derart mit einem Substitutionssignal ( $U_{\text{Sub}}$ ) angesteuert wird, dass  
25 Veränderungen des von dem Thermoelement (30, 71, 80) bestimmten Messsignals kompensiert werden und dass die von dem Thermoelement (30) bestimmte Temperatur unabhängig von dem Messsignal weitgehend konstant ist, und  
dass die Leistung des Messsignals aus dem  
30 Substitutionssignal ( $U_{\text{Sub}}$ ) bestimmt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass das Verifikationssignal und das Substitutionssignal ( $U_{\text{Sub}}$ ) Gleichstrom-Signale sind.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass mehrere Thermoelemente (30, 80) genutzt werden,

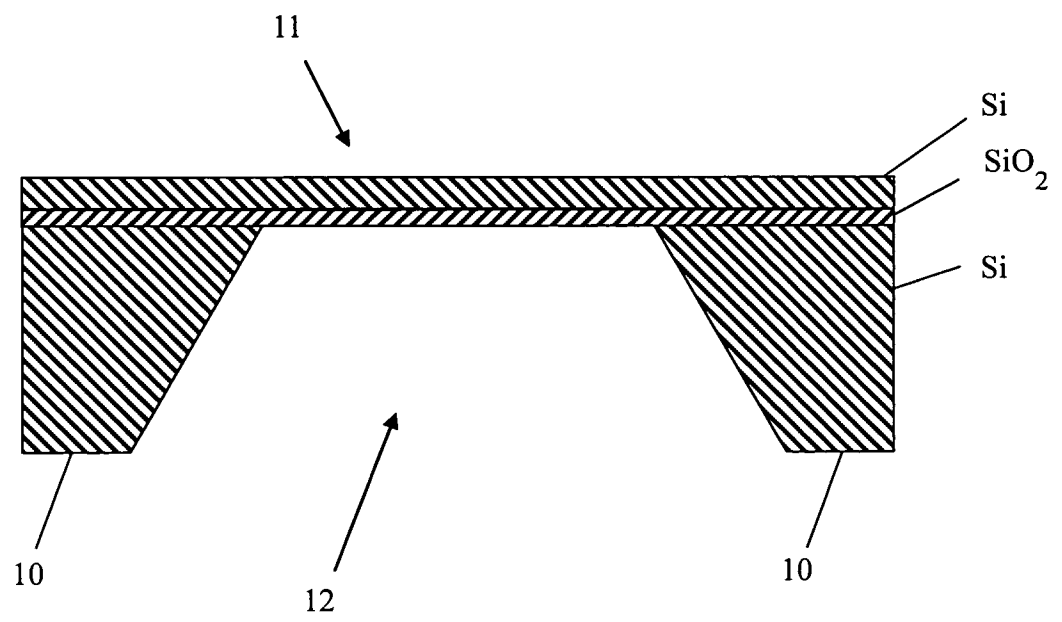
dass die Signale der mehreren Thermoelemente (30, 80)

zumindest teilweise addiert werden, und

dass die Thermoelemente (30, 80) deren Signale addiert

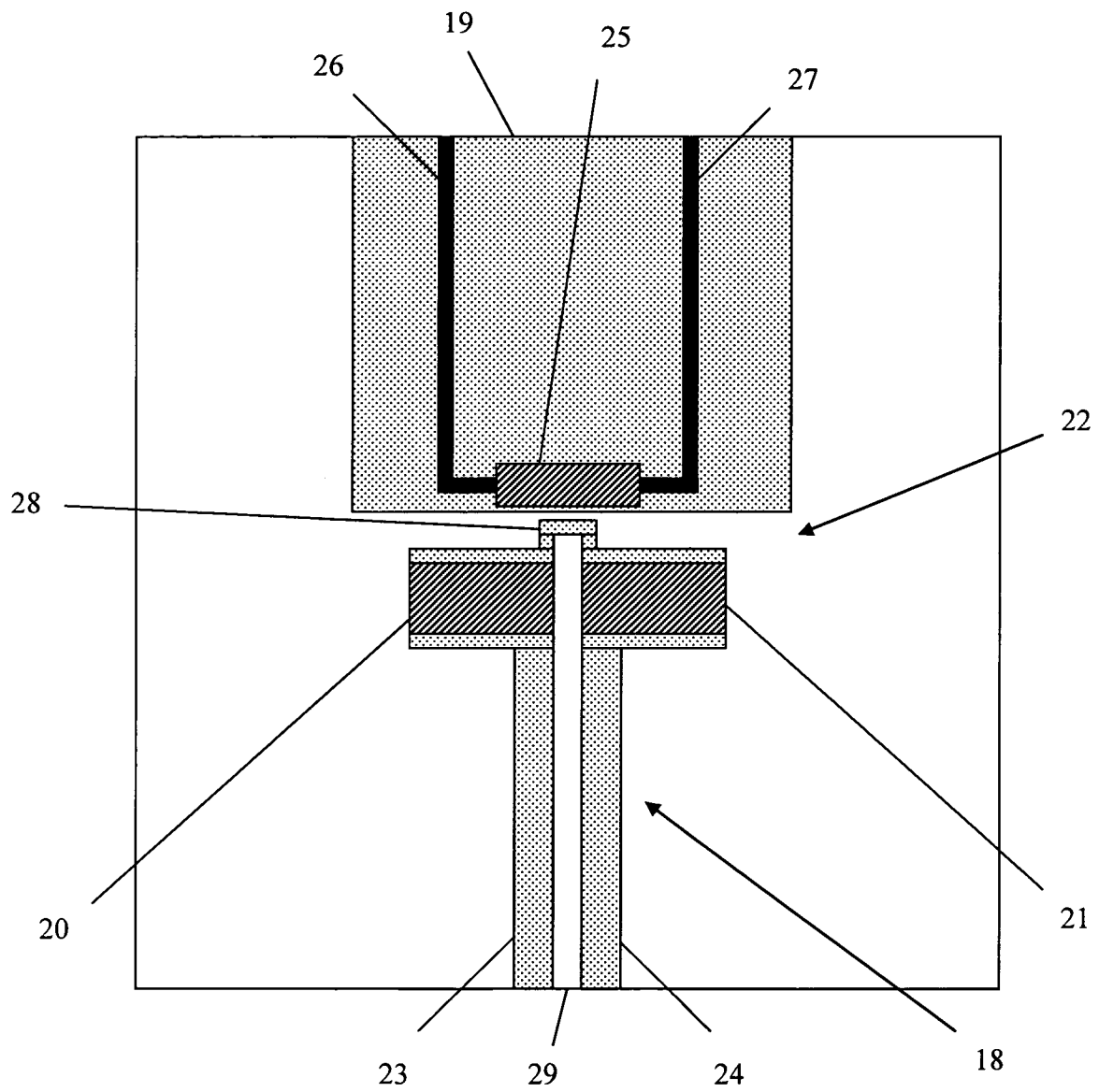
10 werden zumindest eine Thermosäule bilden.

1/8



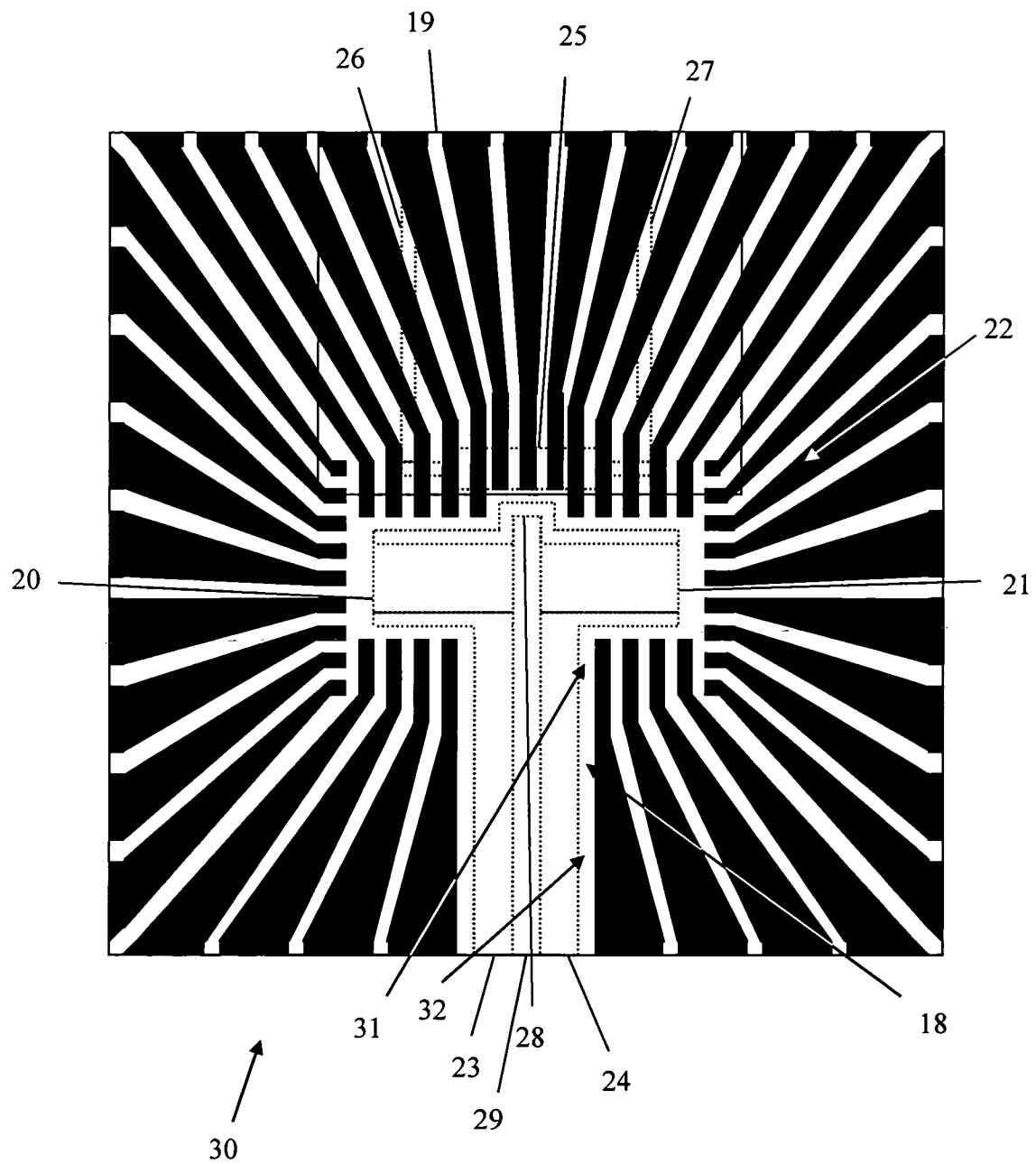
**Fig. 1**

2 / 8



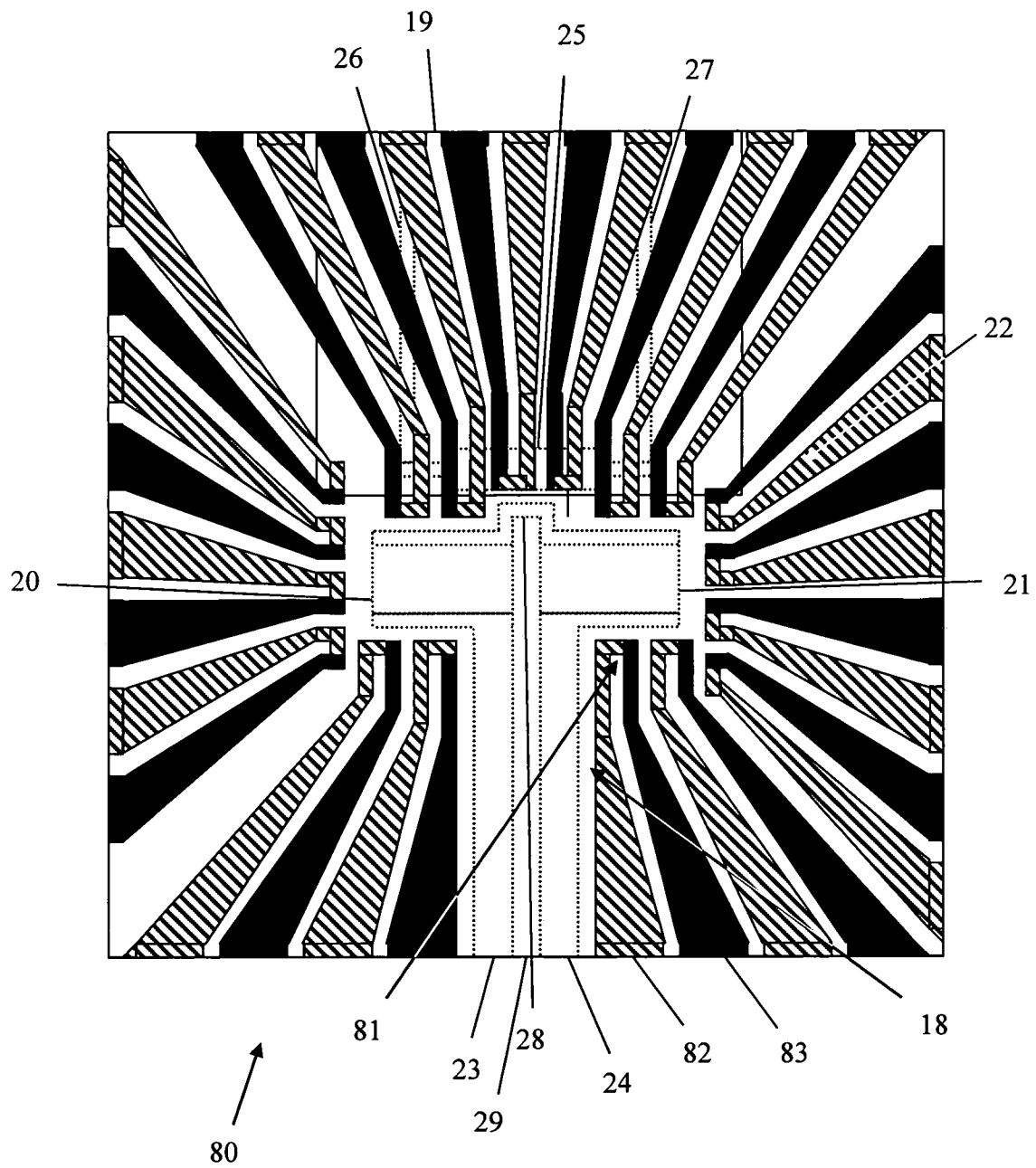
**Fig. 2**

3/8



**Fig. 3a**

4 / 8



**Fig. 3b**

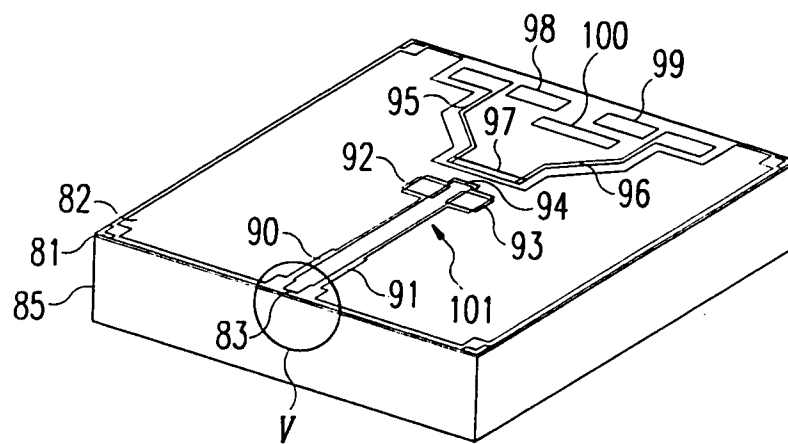


Fig. 4

6/8

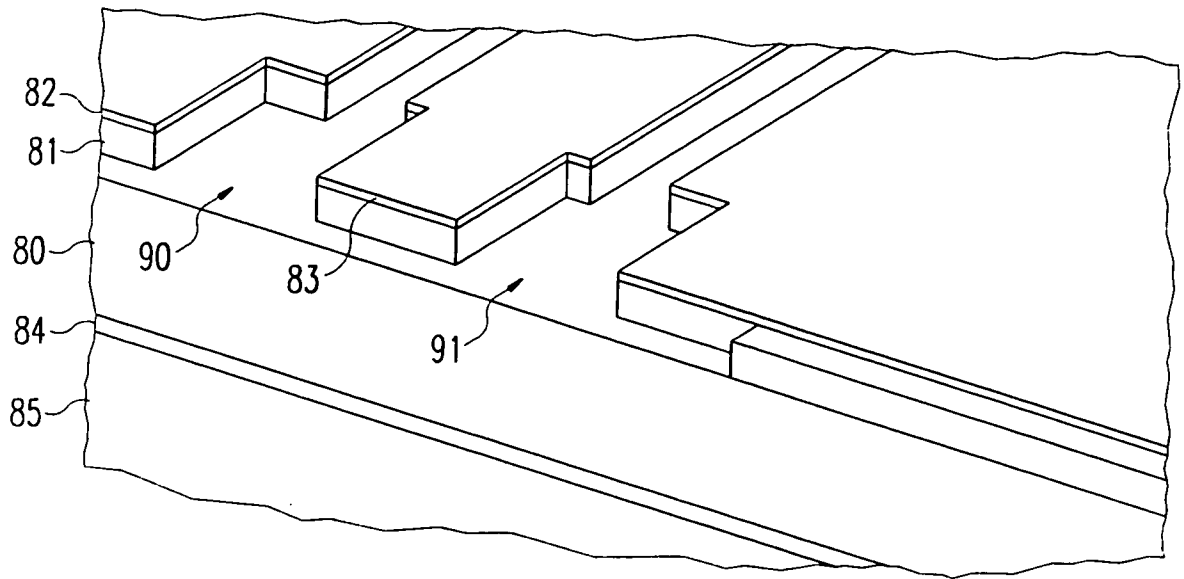
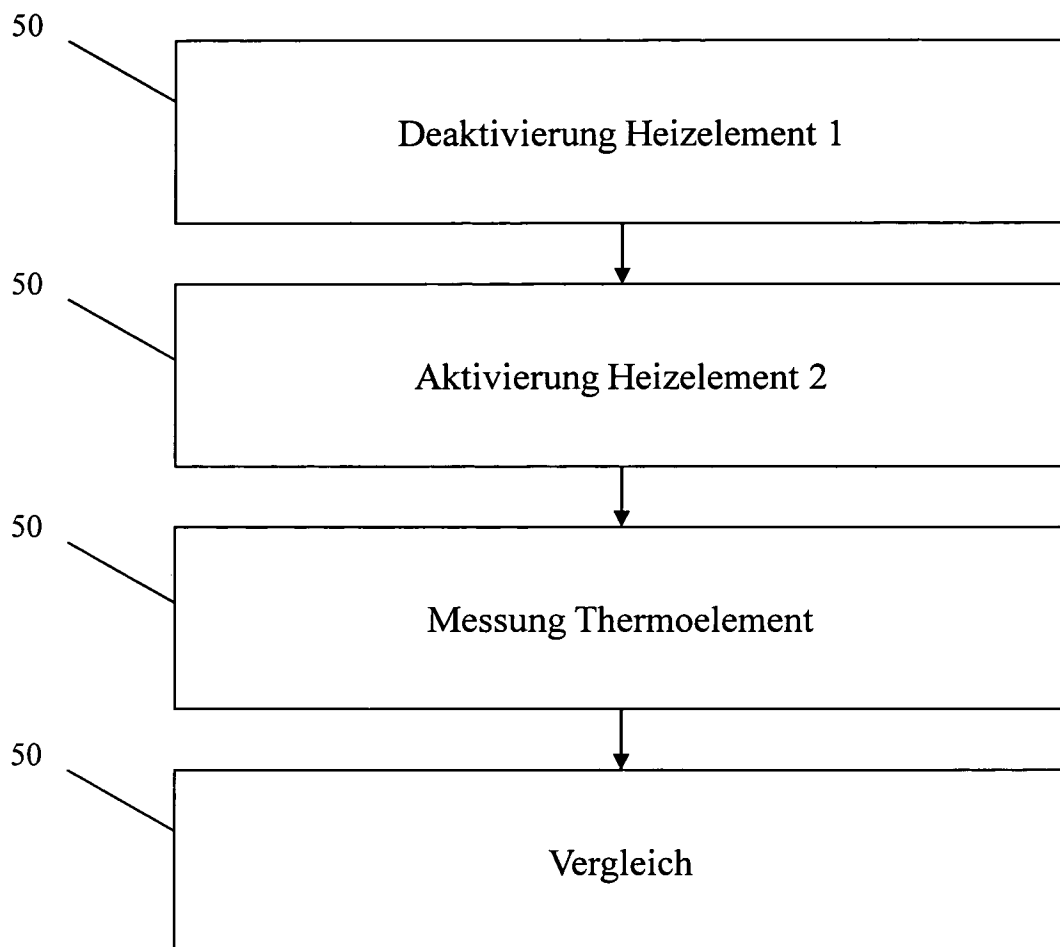
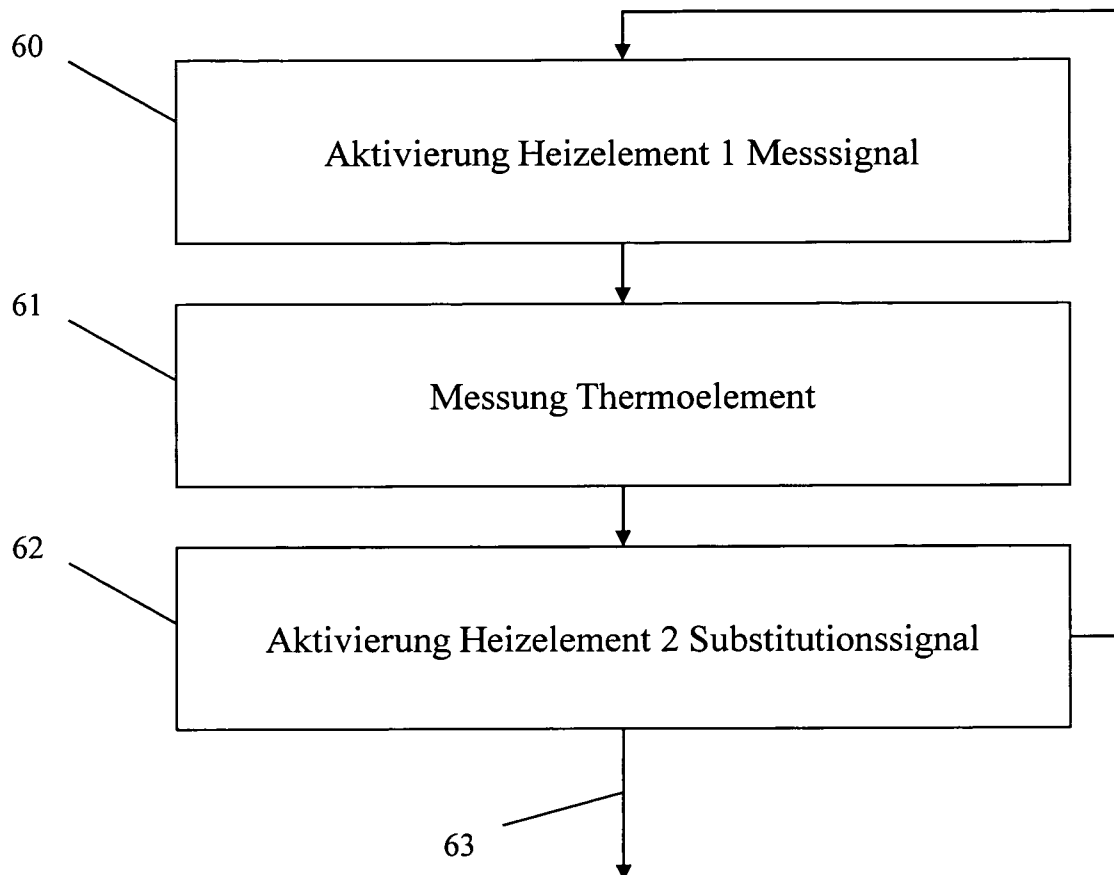


Fig. 5

7/8

**Fig. 6**

8 / 8

**Fig. 7**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/008060

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01R21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | DE 41 17 133 C1 (GRNO, LADISLAV, DR;<br>GROCH, JULIS, DIPL.-ING; BOBIK, MIKULAS,<br>DR., PRES) 12 November 1992 (1992-11-12)<br>figure 2<br>column 2, line 8 - column 3, line 34 | 1-3,6,<br>8-14        |
| X         | SK 279 550 B6 (BOBIK MIKULAS [SK]; GRNO<br>LADISLAV [SK]; GROCH JULIUS [SK])<br>2 December 1998 (1998-12-02)<br>figure 2<br>abstract                                             | 1-3,6,<br>8-14        |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

|                                                                                                                                                                      |                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br><br>24 Februar 2010                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br><br>03/03/2010 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br>Höller, Helmut                             |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/008060

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                           | Relevant to claim No.      |
| X                                                    | WO 97/05493 A (APPLIED PRECISION S R O [SK]; GRNO LADISLAV [SK])<br>13 February 1997 (1997-02-13)<br>figures 1-4<br>page 1, paragraph 1<br>page 4, paragraph 2 - page 5, paragraph 3<br>page 8, paragraph 1 - page 9, last paragraph                                                                         | 1,2,4-7,<br>9-11,<br>13-15 |
| X                                                    | EP 0 779 516 A (INFRARROJO Y MICROELECTRONICA [ES])<br>18 June 1997 (1997-06-18)<br>figures 1-3<br>column 1, line 5 - column 6, line 13                                                                                                                                                                      | 1-15                       |
| X                                                    | CONG-CHAO HUANG ET AL: "A novel double-end heating type MEMS microwave power sensor"<br>SOLID-STATE AND INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY, 2006. ICSICT '06. 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 October 2006 (2006-10-01), pages 581-583, XP031045654<br>ISBN: 978-1-4244-0160-4<br>the whole document | 1,5-7,<br>9-11,<br>13-15   |
| X                                                    | US 2007/176768 A1 (SCOTT JONATHAN B [US])<br>2 August 2007 (2007-08-02)<br>cited in the application<br>figures 2,3<br>paragraphs [0001], [0005]<br>paragraph [0010] - paragraph [0015]                                                                                                                       | 1-15                       |
| A                                                    | US 3 486 014 A (RICHMAN PETER L)<br>23 December 1969 (1969-12-23)<br>figures 1,3,7<br>column 4, line 57 - column 5, line 61                                                                                                                                                                                  | 1-15                       |
| A                                                    | US 2008/252298 A1 (NOUJEIM KARAM MICHAEL [US]) 16 October 2008 (2008-10-16)<br>figures 1,2,4A-4D<br>paragraphs [0012], [0013], [0016]<br>paragraph [0032]                                                                                                                                                    | 1-15                       |
| A                                                    | US 2003/076085 A1 (KODATO SETSUO [JP])<br>24 April 2003 (2003-04-24)<br>figures 1-11,14-19,23A-24<br>abstract                                                                                                                                                                                                | 1-15                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/008060

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 4117133                                | C1 | 12-11-1992          | NONE                       |                     |
| SK 279550                                 | B6 | 02-12-1998          | CS 9101024 A3              | 14-10-1992          |
| WO 9705493                                | A  | 13-02-1997          | AU 6367396 A               | 26-02-1997          |
| EP 0779516                                | A  | 18-06-1997          | ES 2107955 A1              | 01-12-1997          |
|                                           |    |                     | WO 9631784 A1              | 10-10-1996          |
| US 2007176768                             | A1 | 02-08-2007          | NONE                       |                     |
| US 3486014                                | A  | 23-12-1969          | NONE                       |                     |
| US 2008252298                             | A1 | 16-10-2008          | NONE                       |                     |
| US 2003076085                             | A1 | 24-04-2003          | US 2003080725 A1           | 01-05-2003          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/008060

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. GOIR21/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

GOIR

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                     | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | DE 41 17 133 C1 (GRNO, LADISLAV, DR;<br>GROCH, JULIS, DIPL.-ING; BOBIK, MIKULAS,<br>DR., PRES) 12. November 1992 (1992-11-12)<br>Abbildung 2<br>Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 3, Zeile 34 | 1-3,6,<br>8-14     |
| X          | SK 279 550 B6 (BOBIK MIKULAS [SK]; GRNO<br>LADISLAV [SK]; GROCH JULIUS [SK])<br>2. Dezember 1998 (1998-12-02)<br>Abbildung 2<br>Zusammenfassung                                        | 1-3,6,<br>8-14     |
|            | -----<br>-/-                                                                                                                                                                           |                    |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Februar 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Höller, Helmut

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2009/008060

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                                                                                                                                             | Betr. Anspruch Nr.         |
| X                                                     | WO 97/05493 A (APPLIED PRECISION S R O [SK]; GRNO LADISLAV [SK])<br>13. Februar 1997 (1997-02-13)<br>Abbildungen 1-4<br>Seite 1, Absatz 1<br>Seite 4, Absatz 2 - Seite 5, Absatz 3<br>Seite 8, Absatz 1 - Seite 9, letzter Absatz                                                                              | 1,2,4-7,<br>9-11,<br>13-15 |
| X                                                     | EP 0 779 516 A (INFRARROJO Y MICROELECTRONICA [ES])<br>18. Juni 1997 (1997-06-18)<br>Abbildungen 1-3<br>Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 6, Zeile 13                                                                                                                                                                 | 1-15                       |
| X                                                     | CONG-CHAO HUANG ET AL: "A novel double-end heating type MEMS microwave power sensor"<br>SOLID-STATE AND INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY, 2006. ICSICT '06. 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1. Oktober 2006 (2006-10-01), Seiten 581-583, XP031045654<br>ISBN: 978-1-4244-0160-4<br>das ganze Dokument | 1,5-7,<br>9-11,<br>13-15   |
| X                                                     | US 2007/176768 A1 (SCOTT JONATHAN B [US])<br>2. August 2007 (2007-08-02)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Abbildungen 2,3<br>Absätze [0001], [0005]<br>Absatz [0010] - Absatz [0015]                                                                                                                             | 1-15                       |
| A                                                     | US 3 486 014 A (RICHTMAN PETER L)<br>23. Dezember 1969 (1969-12-23)<br>Abbildungen 1,3,7<br>Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 61                                                                                                                                                                            | 1-15                       |
| A                                                     | US 2008/252298 A1 (NOUJEIM KARAM MICHAEL [US]) 16. Oktober 2008 (2008-10-16)<br>Abbildungen 1,2,4A-4D<br>Absätze [0012], [0013], [0016]<br>Absatz [0032]                                                                                                                                                       | 1-15                       |
| A                                                     | US 2003/076085 A1 (KODATO SETSUO [JP])<br>24. April 2003 (2003-04-24)<br>Abbildungen 1-11,14-19,23A-24<br>Zusammenfassung                                                                                                                                                                                      | 1-15                       |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/008060

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| DE 4117133                                         | C1 | 12-11-1992                    | KEINE                             |               |                               |
| SK 279550                                          | B6 | 02-12-1998                    | CS                                | 9101024 A3    | 14-10-1992                    |
| WO 9705493                                         | A  | 13-02-1997                    | AU                                | 6367396 A     | 26-02-1997                    |
| EP 0779516                                         | A  | 18-06-1997                    | ES                                | 2107955 A1    | 01-12-1997                    |
|                                                    |    |                               | WO                                | 9631784 A1    | 10-10-1996                    |
| US 2007176768                                      | A1 | 02-08-2007                    | KEINE                             |               |                               |
| US 3486014                                         | A  | 23-12-1969                    | KEINE                             |               |                               |
| US 2008252298                                      | A1 | 16-10-2008                    | KEINE                             |               |                               |
| US 2003076085                                      | A1 | 24-04-2003                    | US                                | 2003080725 A1 | 01-05-2003                    |