



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 21 886 T2 2004.03.11**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 798 545 B1**

(51) Int Cl.7: **G01J 5/24**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 21 886.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 400 680.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.10.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.03.2004**

(30) Unionspriorität:

**7063296            26.03.1996        JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**BE, DE, FR, GB, IT, NL, SE**

(73) Patentinhaber:

**Terumo K.K., Tokio/Tokyo, JP; Kimura, Mitsuteru,  
Miyagi, JP**

(72) Erfinder:

**Kimura, Mitsuteru, Miyagi-gun, Miyagi-ken, JP;  
Kudo, Takeshi, Ashigarakami-gun,  
Kanagawa-ken, JP**

(74) Vertreter:

**Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336  
München**

(54) Bezeichnung: **Kontaktloses Thermometer**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### 1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein kontaktloses Thermometer, das in der Lage ist, die Temperatur eines Objektes zu messen, ohne dass ein Kontakt mit diesen erforderlich ist.

### 2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Bisher hat die einen Infrarotsensor für ihren Temperaturfühler verwendende Temperaturerfassungsvorrichtung die Temperatur eines Objektes gemessen, indem die Tatsache genutzt wurde, dass wenn die Infrarotstrahlung von dem Objekt auf dem Temperaturfühler auftritt und ihn erwärmt, der folgende Anstieg seiner Temperatur eine proportionale Änderung bei der Ausgabe des Infrarotsensors induziert.

[0003] Es wurden verschiedenste Vorschläge gemacht, die auf eine Miniaturisierung derartiger Infrarotsensoren des thermischen Typs und eine Übertragung erhöhter Empfindlichkeit darauf abzielten (wie beispielsweise in der JP-A-63-273,024 offenbart). In dem Fall von Objekten, die üblicherweise Temperaturen in der Nähe oder unter Raumtemperatur aufweisen, ist die von ihnen ausgehende Infrarotstrahlung, die auf dem Infrarotsensor auftritt, sehr schwach. Wird als Kompensation stattdessen ein Infrarotsensor des Thermistortyps verwendet, sind verschiedenste Vorrichtungen wie beispielsweise eine erhöhte Thermistorkonstante, eine abnehmende thermische Kapazität und ein Verhindern von Diffusion der aus der Infrarotstrahlung entstehenden thermischen Energie in dem größtmöglichen Maß erforderlich.

[0004] Eine der Vorrichtungen, die entwickelt wurde, um auf das Verringern der thermischen Kapazität eines Infrarotsensors zurückzugehen, ist ein kontaktloser Halbleitertemperatursensor, der, wie in JP-A-63-273,024 offenbart, aus einem mit einer Öffnung ausgestatteten Substrat, einem Sensorteil, der mit einem durch Diffundieren einer Verunreinigung in einen polykristallinen Siliconfilm gebildeten Widerstandsfilm ausgestattet ist, und einer Metallbrücke zum Stützen des in einem aufgehängten Zustand befindlichen Sensorteils innerhalb der Öffnung relativ zu dem Substrat zusammengesetzt ist.

[0005] Zu Anfang ist der Infrarotsensor des Thermistortyps dahingehend ausgestaltet, um einen Anstieg der Temperatur eines Thermistorelements auf Grund des Einfalls einer Infrarotstrahlung im Falle einer Änderung des elektrischen Widerstands des Thermistorelements zu erfassen. Der Versuch des Verringerns der thermischen Kapazität, wie von der herkömmlichen Technik in Betracht gezogen, indem der Sensorteil aufgehängt wird, ermöglicht in der Tat eine Zunahme der Empfindlichkeit. Nichtsdestotrotz hat dies zur Folge, dass das Thermistorelement selbst auf Erzeugung von Wärme durch die zur Be-

stimmung des Thermistorwiderstands angelegte Spannung (den elektrischen Strom), nämlich Joule'sche Wärme, empfindlich wird. Es wird vermutet, dass diese Tatsache eher einen nachteiligen Effekt auf die Messgenauigkeit ausüben wird.

[0006] In dem Fall einer Temperaturerfassungsvorrichtung, die aus zwei Thermistorelementen, eines für die Temperaturkompensation und das andere für die Erfassung einer Infrarotstrahlung, zusammengesetzt ist, setzt sich, wenn zum Zwecke der Verbesserung der Empfindlichkeit eine große Spannung angelegt wird, die Selbstentwicklung von Wärme exzessiv fort und die beiden Thermistorelemente erzeugen eine derartige Temperaturdifferenz, dass sie ihre Temperatur gegenseitig beeinflussen. Es wird daher vermutet, dass die Erwärmung der Thermistorelemente selbst einen nachteiligen Effekt auf die Genauigkeit der Bestimmung erzeugt.

[0007] Zur Verhinderung dieses nachteiligen Effekts kann angedacht werden, dass ein Verfahren zur Verringerung der an die Thermistorelemente angelegten Spannung auf das größtmögliche Maß eingesetzt wird. Dieses Verfahren weist jedoch einen Nachteil dahingehend auf, dass es eine Mitteilung von vollkommen zufriedenstellender Empfindlichkeit schwierig gestaltet, da die Ausgangsspannung des Thermistorelements proportional zu der angelegten Spannung ist, und eine bei der angelegten Spannung vorgenommene Verminderung zur Verringerung des Betrags von erzeugter Wärme auf ein vernachlässigbares Maß unvermeidlich eine proportionale Verminderung der Ausgangsspannung zur Folge hat.

[0008] US-A-3,487,213 offenbart Schaltungen für Thermistorbolometer mit erhöhter Ansprechempfindlichkeit.

### Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Die Erfindung, deren Hauptausführungsbeispiel in Anspruch 1 definiert ist, hat die Aufgabe, die beiden sich widersprechenden Probleme zu lösen, unter denen wie zuvor erwähnt der Stand der Technik leidet. Es ist ein Ziel, ein Thermometer des kontaktlosen Typs zur Verfügung zu stellen, das bei Erfassungsempfindlichkeit und Messgenauigkeit verbessert ist, und indessen dahingehend ausgestaltet ist, um zu verhindern, dass das Infrarot erfassungselement selber selbst Wärme entwickelt.

[0010] Zusätzliche Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0011] Bei dem in Anspruch 1 beschriebenen Aufbau kann, da die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung zum Empfang einer pulsierenden Spannung ausgerichtet ist, der Betrag von davon selbst erzeugter Wärme pro Zeiteinheit im Vergleich zu dem konstanten Anlegen von Spannung vermindert werden. Da die von der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung erzeugte pulsierende Spannung von einer Additionseinrichtung addiert wird, kann die Messgenauigkeit wie erwartet trotz einer schwachen Spannung er-

langt werden, die von einem Impuls abgeleitet wird, indem die Anzahl von zu addierenden Impulsen auf ihr Optimum gesetzt wird. Der hier verwendete Ausdruck "Betrag von Infrarotstrahlung" steht für einen numerischen Wert, der von der Intensität einer relevanten Infrarotstrahlung, dem Einfallsbereich der Strahlung, usw. zu bestimmen ist.

[0012] Das Anlegen einer Impulsspannung mit einer rechteckigen Signalform, die eine Impulssignalhöhe, eine Impulsbreite, und einen Impulszyklus wie in Anspruch 2 definiert aufweist, an die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung resultiert in einer Verbesserung der Erfassungsempfindlichkeit, da sie die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung den Effekten ihrer Eigenerzeugung bzw. Selbsterzeugung von Wärme (Joule'sche Wärme) vorenthält.

[0013] Der in Anspruch 3 oder Anspruch 4 dargelegte Aufbau verursacht, dass die von der Erfassungsschaltung erzeugte pulsierende Spannung von der Verstärkungseinrichtung verstärkt wird und als Folge davon ermöglicht, dass die Signalhöhe des von der Impulsspannungs-Ausgabereinrichtung erzeugten Impulses um eine Größe verringert wird, die äquivalent zu dem Verstärkungsverhältnis der Verstärkungseinrichtung ist, dass die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme proportional vermindert werden, und dass die Erfassungsempfindlichkeit verbessert wird, wo die Messgenauigkeit fixiert ist.

[0014] Die in Anspruch 4 dargelegte Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schaltung bei dem in Anspruch 3 dargelegten Aufbau der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung durch eine Serienschaltung aus zwei Widerständen gebildet ist, und die zweite Schaltung bei demselben Aufbau durch eine Serienschaltung aus einem Infrarotstrahlungs-Erfassungselement für die Erfassung von Infrarotstrahlung und einem Infrarotstrahlungs-Erfassungselement für die Temperaturkompensation gebildet ist.

[0015] Der in Anspruch 6 zitierte Aufbau ermöglicht, dass die thermische Kapazität des Infrarotstrahlungs-Erfassungselements vermindert wird und die Erfassungsempfindlichkeit verbessert wird.

[0016] Der Einsatz der Impulsspannung mit einer Impulsbreite gemäß Definition in Anspruch 8 ermöglicht, dass das Infrarotstrahlungs-Erfassungselement einer Selbsterzeugung von Wärme vorenthalten wird und erlaubt, dass die Erfassungsempfindlichkeit verbessert wird.

[0017] Die gemäß Definition in Anspruch 9 durchgeführte Addition von Impulsen erlaubt eine Produktion einer Ausgangsspannung, die mit der relevanten Anzahl von Impulsen übereinstimmt, und ermöglicht daher, dass die Signalhöhe und die Breite von von der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung erzeugten Impulsen reduziert wird, der Impulszyklus verlängert wird, der Betrag von selbst erzeugter Wärme der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung vermindert wird, und die Erfassungsempfindlichkeit verbessert wird.

[0018] Die mit den in Anspruch 10 zitierten zusätzlichen Eigenschaften erzielte Konkurrenz zwischen der Ausgangstaktung von von der Impulsspannungs-Ausgabereinrichtung erzeugten Impulsen und der Eingangstaktung von von der Additionseinrichtung zugelassenen Impulsen ermöglicht, dass die Spannungsaddition effizient ausgeführt wird, und lässt eine Beseitigung von Rauschen zu, das nicht in Synchronisation ist. Dies hat daher eine Verbesserung der Messgenauigkeit zur Folge.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0019] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild, das schematisch den Aufbau des kontaktlosen Thermometers gemäß der Erfindung veranschaulicht.

[0020] **Fig. 2** ist ein schematisches Schaubild einer Gruppe von Thermistor-Bolometerelementen, die in Brückenaufbauten mit identischen Formen aufgebaut sind.

[0021] **Fig. 3** ist ein Schaubild, das eine Zeitverlaufänderung der Temperatur eines Thermistor-Bolometerelements für die Erfassung von Infrarotstrahlung (relative Höhe der Temperatur) und der an das Thermistor-Bolometerelement angelegten Impulsspannung repräsentiert.

[0022] **Fig. 4** ist ein Schaubild, das die Zeitverlaufänderung der Gesamtausgangsspannung im Vergleich mit der durch das herkömmliche Messverfahren erlangten Ausgangsspannung (relative Werte) repräsentiert.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0023] Das bei der Erfindung zu verwendende Infrarotstrahlungs-Erfassungselement muss nicht auf einen Sensor des thermischen Typs beschränkt werden. Bei der folgenden ausführlichen Beschreibung werden jedoch hauptsächlich Fälle zitiert, in denen Thermistor-Bolometerelemente als Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente Verwendung finden.

[0024] Werden Thermistor-Bolometerelemente als Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente verwendet, werden die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme, die dem Stand der Technik als ein Problem gegenüber standen, auf ein vernachlässigbares Maß vermindert, indem die Spannung (Impulsspannung) für eine weit kürzere Dauer als die thermische Zeitkonstante des Thermistor-Bolometerelements angelegt wird, anstelle eines Verringerns der Größe der angelegten Spannung zum Zwecke des Reduzierens des Betrags von Selbsterzeugung von Wärme auf Grund der an das Thermistorbolometerelement angelegten Spannung (oder des Stroms).

[0025] Insbesondere hat diese Erfindung ihren Ursprung in einer Theorie, dass die Messung der Impedanz eines Thermistor-Bolometerelements kein Anlegen von statischer Spannung (oder Strom) erfordert, sondern nur ein zeitweises Anlegen von Spannung und ein Ausführen einer geeigneten Maßnah-

me wie beispielsweise ein Abtasten oder Spitze halten innerhalb der Zeitbreite eines relevanten Impulses erfordert, und zudem in einer Theorie, dass die Verwendung einer Vielzahl von Impulsen zum Anlegen das Ableiten einer Ausgangsspannung von jedem der Impulse zulässt und eine elektrische Addition der Ausgangsspannungen in einer Erzeugung einer großen Ausgangsspannung und einer verbesserten Empfindlichkeit resultieren sollte.

[0026] Diese Theorien beziehen sich nicht nur auf als Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente dienende Thermistor-Bolometerelemente, sondern auch auf alle die Elemente, die ein Anlegen von Spannung für die Messung ihres eigenen Widerstands erfordern.

[0027] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild, das schematisch den Aufbau des Hauptausführungsbeispiels des kontaktlosen Thermometers der Erfindung veranschaulicht.

[0028] Eine in dem Schaltbild gezeigte Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** dient dem Zwecke der Erzeugung einer derartigen pulsierenden Spannung, wie in **Fig. 3** gezeigt, und arbeitet als Impulsspannungs-Ausgabeinrichtung. Diese Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** ist dahingehend ausgestaltet, um in Übereinstimmung mit der thermischen Kapazität eines später speziell beschriebenen Thermistor-Bolometerelements eine Impulsspannung mit einer rechteckigen Signalform zu erzeugen, die eine Impulssignalhöhe, eine Impulsbreite und einen Impulszyklus aufweist, die ausreichend sind, um die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme in dem Thermistor-Bolometerelement vernachlässigbar zu gestalten. Insbesondere ist die Impulsbreite weit kürzer, als die thermische Zeitkonstante des Thermistor-Bolometerelements.

[0029] Die von dieser Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** erzeugte pulsierende Spannung wird in eine Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung **20** injiziert, die eine pulsierende Spannung erzeugt, die in der Größe mit dem Betrag von Infrarotstrahlung übereinstimmt, die entsprechend der Temperatur eines zu messenden Objektes einfällt. Die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung **20** ist aus einer Erfassungsschaltung **22** und einer Differenzverstärkungseinrichtung **24** zusammengesetzt.

[0030] Wie in dem Schaltbild veranschaulicht, bildet die Erfassungsschaltung **22** eine Impedanzbrücke, in der eine erste Schaltung, die durch die Serienschaltung aus einem Thermistor-Bolometerelements **RA** zur Erfassung von Infrarotstrahlung (Erfassungselement) und einem Thermistor-Bolometerelements **RB** zur Erfassung von Umgebungstemperatur und zum Bewirken von Temperaturkompensation (Kompensationselement) erlangt wird, und eine zweite Schaltung parallel geschaltet sind, die durch die Serienschaltung aus einem Widerstand **R1** und einem Widerstand **R2** erlangt wird.

[0031] Der Differenzverstärker **24** ist mit dem Kontaktpunkt zwischen dem Widerstand **R1** und dem Widerstand **R2** und mit dem Kontaktpunkt zwischen

dem Thermistor-Bolometerelement **RA** (Erfassungselement) und dem Thermistor-Bolometerelement **RB** (Kompensationselement) verbunden und bezweckt, die Potentialdifferenz zwischen den beiden Kontaktpunkten zu verstärken und das Verstärkungsergebnis zu erzeugen. Die Potentialdifferenz zwischen diesen beiden Kontaktpunkten weist eine pulsierende Variation auf, da die Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** eine pulsierende Spannung an die Erfassungsschaltung **22** anlegt. Der Differenzverstärker **24** dient daher zum Verstärken einer in einer pulsierenden Form variierenden Potentialdifferenz.

[0032] Nebenbei bemerkt sind die zuvor erwähnten beiden Widerstände **R1** und **R2** stationäre Widerstände mit einem kleinen Temperaturkoeffizienten und die Größen ihrer Widerstände werden in Übereinstimmung mit den Größen der Widerstände des Thermistor-Bolometerelements **RA** (Erfassungselement) und des Thermistor-Bolometerelements **RB** zur Erfassung der Umgebungstemperatur und zum Bewirken einer Temperaturkompensation (Kompensationselement) gesetzt, so dass die Impedanzbrücke bei der normalen Temperatur (Raumtemperatur) einen abgeglichenen Zustand annehmen kann.

[0033] Die in **Fig. 2** veranschaulichten Thermistor-Bolometerelemente **RA** und **RB** sind jeweils einem Vertiefungsteil bzw. Aushöhlungsteil **1** zugehörig, und stehen in einem über dem Aushöhlungsteil **1** gebildeten isolierenden dünnen Filmteil **9** mit Temperaturführlteilen **3** und **4** zur Verfügung, die aus einem Dünnschicht-Halbleitermaterial angefertigte Dünnschicht-Thermistorelemente bzw. dünne Filmthermistorelemente verwenden. Für den Zweck des Reduzierens der thermischen Kapazität der Temperaturführlteile **3** und **4** und gleichzeitig zur Minimierung des Betrags von Wärme davon, die durch Stützstrahlen **5** zu Sensorsubstraten **6** diffundiert wird, werden die eine große Breite (600 mm im Durchmesser) aufweisenden Temperaturführlteile **3** und **4** mit den Stützstrahlen **5**, die eine kleine Dicke (4 mm Dicke) und schmale Breiten (10 mm und 20 mm Breite) aufweisen, zur Erzielung eines Brückenaufbaus aufgehängt.

[0034] An die obere Oberfläche des Dünnschichtteils **9** ist eine Beobachtungs- bzw. Überwachungsabdeckung **7** angebracht und an der Oberfläche der Überwachungsabdeckung **7** ist ein Infrarotstrahlungs-Abschirmfilm **8** gebildet. Der Infrarotstrahlungs-Abschirmfilm **8** ist bei seiner Position gegenüber dem Temperaturführlteil **3** mit einem Einfallsfenster **10** ausgestattet, um die Infrarotstrahlung von außen hindurchzulassen. An die untere Oberfläche des Sensorsubstrats **6** ist eine entgegengesetzte Abdeckung **11** angebracht.

[0035] Da zugelassen wird, dass die Infrarotstrahlung durch das Einfallsfenster **10** auf den Temperaturführlteil **3**, nämlich nur einen der beiden Temperaturführlteile **3** und **4**, wie zuvor beschrieben, auftrifft, d. h. das den Temperaturführlteil **3** umfassende Thermistor-Bolometerelement **RA**, arbeitet dieses als ein

Element zur Erfassung von Infrarotstrahlung. Folglich arbeitet das den Temperaturfühler **4** umfassende Thermistor-Bolometerelement **RB** als ein Temperaturkompensationselement.

[0036] Eine Spannungsadditionsschaltung **30** dient dem Zweck eines Addierens eines derartigen Teils der von dem Differenzverstärker **24** erzeugten pulsierenden Spannung, die gleich einer vorgeschriebenen Anzahl von Impulsen ist. Es startet mit dem Zulassen von Impulsen synchron mit dem Start von Emission von Impulsen von einer Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15**. Diese Synchronisation wird mittels einer Signalleitung erzielt, die die Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** und die Spannungsadditionsschaltung **30** miteinander verbindet.

[0037] Eine Anzeigeeinheit **35** ist dahingehend ausgestaltet, um die Ausgangsspannung von der Spannungsadditionsschaltung **30** in die entsprechende Größe der Temperatur umzuwandeln und das Resultat der Umwandlung anzuzeigen.

[0038] **Fig. 3** ist ein Modellschaubild, das den Zustand einer Zeitverlaufsänderung der Temperatur des Temperaturfühlers **3** des Infrarotstrahlungserfassungsthermistorbolometerelements **RA**, nämlich eines der in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Thermistor-Bolometerelemente, und die Impulsspannung mit einer rechteckigen Signalform repräsentiert, die an dieses Thermistor-Bolometerelement **RA** anzulegen ist.

[0039] Die Temperaturzunahme durch die Joule'sche Wärme von einem der beiden Infrarotstrahlungserfassungsthermistorbolometerelemente **RA** oder des Temperaturkompensations-Thermistorbolometerelements **RB** könnte auf ein vernachlässigbares Maß vermindert werden, indem die Größe der Impulsspannung und die Impulsbreite der Spannung angepasst werden. Gemäß der bei dem Ausführungsbeispiel anhand eines Beispiels dargestellten Erfassungsschaltung **22** kann, da der Impulsstrom einer rechteckigen Signalform mit genau derselben Taktung auch zu dem Temperaturkompensations-Thermistorbolometerelement **RB** ungeachtet einer Temperaturzunahme fließt, der von der Joule'schen Wärme darin erzeugte Effekt von Selbsterzeugung von Wärme auf ein vernachlässigbares Maß reduziert werden, indem eine Differentialausgabe zwischen den beiden Elementen abgeleitet wird.

[0040] Da die bei dem Ausführungsbeispiel anhand eines Beispiels dargestellten Thermistor-Bolometerelemente **RA** und **RB** eine thermische Zeitkonstante von ungefähr 1 s aufweisen, wie in **Fig. 3** veranschaulicht, ist die Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** dahingehend ausgestaltet, um das Anlegen des ersten einen Spannungsimpulses zu bewirken, nachdem ihr Temperaturanstieg vollkommen gesättigt ist. Die Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** startet daher die Ausgabe von Spannungsimpulsen nach dem Verstreichen von nicht weniger als einer Sekunde nachdem der (nicht abgebildete) Schalter des Thermometers beispielsweise eingeschaltet ist. Diese Anordnung wird verwendet, da

sie eine extrem genaue Messung zulässt.

[0041] Es war üblich, die Ausgangsspannung der Erfassungsschaltung **22** zu messen, während das Anlegen von statischer Spannung daran fortgesetzt wird. In diesem Fall wird eine relativ geringe Spannung (ungefähr 1 V) unter Berücksichtigung der Selbsterzeugung von Wärme von den Thermistor-Bolometerelementen verwendet, die in einem Brückenaufbau gebildet sind. Da die Ausgangsspannung der Erfassungsschaltung **22** proportional zu der angelegten Spannung ist, ist es sehr schwierig, eine Spannung zu erhalten, die nicht in der Lage ist, die Messgenauigkeit im Hinblick auf die zuvor erwähnte Selbsterzeugung von Wärme als einen mitverursachenden Faktor zu verschlechtern.

[0042] Werden der Betrag von selbsterzeugter Wärme der Thermistor-Bolometerelemente und der resultierende Temperaturanstieg der Thermistor-Bolometerelemente durch Berechnung bestimmt, wird wie nachfolgend demonstriert herausgefunden, dass sie verglichen mit der gemessenen Temperaturgenauigkeit ( $\pm 0,01^\circ\text{C}$ ) zu groß sind, als dass sie ignoriert werden können.

[0043] Die thermische Kapazität **Cv** der Thermistor-Bolometerelemente, die in einem bei dem Ausführungsbeispiel anhand eines Beispiels dargestellten Brückenaufbau gebildet werden, wird als  $3,59 \times 10^{-6}$  J/K auf der Grundlage der spezifischen Wärme, Dichte und Größe des dafür verwendeten Materials herausgefunden.

[0044] Weist eine an die Thermistor-Bolometerelemente angelegte statische Spannung **V** den Wert 1 (V) auf, beträgt die zu erzeugende Wärmemenge **Q**

$$Q = 1,43 \times 10^{-6} \text{ W}$$

da  $Q = V^2/R$  ist (wobei **R** die Impedanz des Thermistor-Bolometerelements repräsentiert).

[0045] Es wird angenommen, dass der Temperaturanstieg **DT** auf Grund der Selbsterzeugung von Wärme des Thermistor-Bolometerelements sich als  $DT = Qt/Cv = 0,40$  K ergibt (wobei **t** die Zeit repräsentiert und die thermische Zeitkonstante einen Betrag von 1 s annimmt), wobei das Entweichen von Wärme unberücksichtigt bleibt.

[0046] Das Unberücksichtigen des Entweichens von Wärme hierbei ist gerechtfertigt, da das zuvor erwähnte Thermistor-Bolometerelement bei dem Ausführungsbeispiel den Brückenaufbau in einem Vakuum erhält, wie zuvor beschrieben.

[0047] Da die Erfindung die Spannung zum Anlegen in einer pulsierenden Form verwendet und diese Spannung nur für eine sehr kurze Zeit anlegt, kann der Nettobetrag von zu erzeugender Wärme reduziert werden. Zudem erzielt die Erfindung, da die bei der Erfindung verwendete Spitzenspannung in einem Impuls höher als die statische Spannung der herkömmlichen Anwendung ist, eine proportional große Ausgangsspannung.

[0048] Insbesondere ist die Impulsausgangsspan-

nung der Erfassungsschaltung **22** proportional zu der von der Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** an die Erfassungsschaltung **22** angelegten Spannung. Wird die Ausgangsspannung der Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** beispielsweise auf 5 V gesetzt, ist die Impulsausgangsspannung der Erfassungsschaltung **22** fünfmal so groß wie die des herkömmlichen Äquivalents, das eine relativ niedrige Spannung (1 V) zum Anlegen verwendet. Da die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme wie zuvor beschrieben reduziert werden und die Größe des von der Umgebung eintretenden Rauschens dieselbe wie vorher ist, weist das SN-Verhältnis (S/N) eine fünffache Zunahme (ungefähr 14 dB) auf.

[0049] Die Spannungsadditionsschaltung **30** ist dahingehend ausgestaltet, um von einer Vielzahl von Impulsen abgeleitete Ausgangsspannungen zu addieren, und daher in die Lage versetzt ist, eine Gesamtausgangsspannung zu erlangen, die zu dem Vielfachen der Anzahl von Impulsen äquivalent ist.

[0050] Die von der in **Fig. 1** veranschaulichten Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** erzeugte Impulsspannung mit einer rechteckigen Signalform weist eine Impulssignalhöhe (Spitzenspannung) von 5 V und eine Impulsbreite von 1 ms auf, wie in **Fig. 3** veranschaulicht. Die Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** erzeugt die Impulsspannung mit einer derartigen Signalhöhe und einer Signalbreite, wie zuvor beschrieben, bei einer Rate von 5 Impulsen pro Sekunde und sie weist daher einen Impulszyklus von 200 ms auf.

[0051] Da die Impulsspannung der vorangehenden Beschreibung an die Thermistor-Bolometerelemente angelegt wird, beträgt die Zunahme **DT** ihrer Temperatur 0,00992 K, ein Wert, der sogar geringer als 1/40-tel des herkömmlichen Werts und kleiner als die Temperaturmessgenauigkeit ist. Als Folge davon realisiert die Erfindung ein kontaktloses Thermometer mit hoher Empfindlichkeit, das in der Lage ist, eine Gesamtausgangsspannung zu erzielen, die 25-fach über dem herkömmlichen Pegel (ungefähr 28 dB) liegt.

[0052] Durch Bilden von sowohl dem Thermistor-Bolometerelement **RA** für die Erfassung von Infrarotstrahlung als auch dem Thermistor-Bolometerelement **RB** für die Temperaturkompensation in einer vollkommen identischen Form, kann die Temperaturdifferenz zwischen diesen beiden Elementen unter  $1 \times 10^{-4}$  K abgesenkt werden, auch wenn das Anlegen einer Impulsspannung mit einer größeren rechteckigen Signalform bewirkt, dass die Temperatur auf Grund der Joule'schen Wärme (Wärme durch Selbsterzeugung) um 0,4 K ansteigt.

[0053] Bei dem kontaktlosen Thermometer dieser Erfindung setzt die Gesamtausgangsspannung ungleich der bei dem herkömmlichen Äquivalent, das ein geschlossenes Netzwerk für die Verarbeitung von Signalen verwendet, absolut kein Vertrauen in die Breite des Ausgangsimpulses der Infrarotstrahlung-Erfassungsschaltung, sondern weist einzige

Bedeutsamkeit der Größe der Impulsspannung (Spitzenspannung) zu. Diese Erfindung kann daher eine Impulsspannung mit niedriger Breite zum Zweck des Reduzierens der Wärme durch Selbsterzeugung des Infrarotstrahlungs-Erfassungselements verwenden.

[0054] Das wie zuvor beschrieben aufgebaute kontaktlose Thermometer dieser Erfindung ist dahingehend ausgestaltet, um folgendermaßen zu operieren.

[0055] Wenn das kontaktlose Thermometer dieser Erfindung ausgerichtet wird, dass es einem Messobjekt zugewandt ist und von einem (nicht abgebildeten) Schalter eingeschaltet ist, wartet es zuerst, dass der Temperaturanstieg des Thermistor-Bolometerelements **RA** gesättigt ist (bei dem Ausführungsbeispiel in ungefähr nicht weniger als 1 s), und veranlasst dann die Impulsspannungs-Ausgangsschaltung **15** eine Impulsspannung zu erzeugen, die eine derartige Impulssignalhöhe, eine Impulsbreite und einen Impulszyklus aufweist, wie in **Fig. 3** gezeigt. Die Erfassungsschaltung **20** lässt diese Impulsspannung zu und erzeugt eine Differenzspannung, die von der Änderung der Widerstandsgröße entsprechend dem Betrag von Infrarotstrahlung entsteht, die auf das Thermistor-Bolometerelement **RA** zur Erfassung von Infrarotstrahlung auftrifft. Diese Differenzspannung wird von dem Differenzverstärker **24** verstärkt. Die Spannungsadditionsschaltung **30** lässt die von dem Differenzverstärker **24** erzeugte Impulsspannung synchron mit dem Impulszyklus der von der Impulsspannungs-Erzeugungsschaltung **15** erzeugten Impulsspannung zu, addiert den Teil der Impulsspannung, der zu einer vorgeschriebenen Anzahl von Impulsen äquivalent ist, wie in **Fig. 4** gezeigt, und erlangt eine endgültige Messspannung. Die Anzeigeeinheit **35** empfängt diese Messspannung und zeigt die dieser Spannung entsprechende Temperatur an.

[0056] Das vorangehend beschriebene Beispiel beabsichtigt lediglich die Veranschaulichung der Erfindung und bedeutet keine Beschränkung der Erfindung. Daher kann die Erfindung auf die folgenden Arten angewendet werden.

[0057] Da die Impulssignalhöhe (Spitzenspannung) derart ist, um ein Anlegen einer um mehrere Male höheren Spannung als die herkömmliche verwendete statische Spannung zuzulassen, ist ein Impuls ausreichend, um eine Messung bei dem Anlegen zu bewirken, für das die Empfindlichkeit als mehrere Male so hoch wie der herkömmliche Pegel als ausreichend bewiesen ist.

[0058] Werden der Differenzverstärker und die Spannungsadditionsschaltung, die zu verwenden sind, auf eine höhere Operationsgeschwindigkeit eingestellt, kann die Impulsbreite weiter vermindert werden und kann die Wärme der Selbsterzeugung der Thermistorbolometerelemente auf Grund des Anlegens von Spannung proportional reduziert werden.

[0059] Bei dem zuvor zitierten Beispiel ist die Erfassungsschaltung **22** als von einer statischen Spannung angesteuert dargestellt. Auch wenn sie dahingehend ausgestaltet ist, um bei einem statischen

Strom angesteuert zu werden, kann die Erfindung ohne irgendeine Änderung ihrer Hauptpunkte ausgeführt werden.

[0060] Zudem werden, sogar bei dem kontaktlosen Thermometer dieser Erfindung, die Thermistor-Bolometerelemente für sowohl die Erfassung von einem strahlungsförmig angeordneten Strahl (zur Infrarotstrahlungserfassung) als auch der Temperaturkompensation (zur Temperaturkompensation) in die Lage versetzt, eine so hohe Empfindlichkeit zu erzielen, wie mit der herkömmlichen Technik erreichbar ist, wenn sie in ein Vakuum verpackt sind, um die mögliche Diffusion der Wärme von dem Temperaturfühlteil an die Umgebungsluft durch Wärmeleitung zu lindern.

[0061] Bei der Art des Ausführungsbeispiels sind die Thermistor-Bolometerelemente jeweils so dargestellt, dass sie eine Wheatstone-Brücke bilden. Die beiden Widerstände **R1** und **R2** müssen nicht auf einen stationären Widerstand beschränkt sein, sondern können in sich ein induktives oder kapazitives Element tragen und als Folge davon eine das Element enthaltende Impedanzbrücke bilden. Da die Impedanzbrücke in der Lage ist, eine Phasen Anpassung durchzuführen, ermöglicht sie, dass die Impulsbreite reduziert wird.

[0062] Zudem können **R1** und **R2** ebenso Thermistoren sein. **R1** und **R2** können Thermistoren sein, die auf dem Sensorsubstrat **6** gebildet sind. **RA** kann durch Hinzufügen eines Widerstands zu dem Thermistor aufgebaut sein.

[0063] Die Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente tolerieren eine Addition der Wärme durch Selbsterzeugung so lange, wie die Addition im Hinblick auf die Schaltung ausgelöscht werden kann. Wird die Auslöschung bzw. Kompensation im Hinblick auf die Schaltung nicht erreicht, kann sie auf ein vernachlässigbares Maß vermindert werden, indem sie von der Ausgangsspannung subtrahiert wird, da die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme bekannt sind.

[0064] Bei der vorangehend abgegebenen Beschreibung wurden die Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente hauptsächlich im Bezug auf Fälle dargestellt, die Thermistorbolometer verwenden. Es sei jedoch erwähnt, dass die Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente nicht auf diese Fälle beschränkt sein müssen.

[0065] Auch wenn die Infrarotstrahlungs-Erfassungselemente die Elemente von Schottky-Sperrdioden oder Fotodioden sind, können die Impedanzänderungen, die als Folge des Einfalls von Infrarotstrahlung auf diese Elemente entstehen, durch das Anlegen einer umgekehrten Querspannung an die Elemente erfasst werden. Wenn Schottky-Sperrdioden oder -Fotodioden (auf eine derartige Weise, um ein Anlegen einer umgekehrten Querspannung zu ermöglichen) bei den Teilen Verwendung finden, die bei dem Ausführungsbeispiel mit Thermistorbolometern gebildet sind, kann die Erfindung daher ohne irgendeine Änderung ihrer Hauptbestandteile ausge-

führt werden.

## Patentansprüche

1. Kontaktloses Thermometer, mit:  
 einer Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) zur Erzeugung einer Spannung in einer Impulsform;  
 einer Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) zur Erzeugung von Spannungsimpulsen, die in der Größe mit dem Betrag von Infrarotstrahlung übereinstimmen, die entsprechend der Temperatur eines Messobjektes ansprechend auf die Ausgangsspannung der Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) einfällt; und  
 einer Additionseinrichtung (**30**) zur Addition der Spannungsimpulse eins auf den anderen, die von der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) erzeugt werden.

2. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 1, wobei die Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) dahingehend ausgestaltet ist, um gemäß der thermischen Zeitkonstante der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) einen Spannungsimpuls einer Rechtecksignalform mit einer Impulssignalhöhe, einer Impulsbreite, und einem Impulszyklus zu erzeugen, die ausreichend sind, um die Effekte der Selbsterzeugung von Wärme der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) vernachlässigbar zu machen.

3. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 1, wobei die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) eine Erfassungsschaltung (**22**) aufweist, die durch die Serienschaltung eines Infrarotstrahlungs-Erfassungselements (**RA**), dessen Widerstandsgröße durch Erfassen der Größe von Infrarotstrahlung variieren kann, die mindestens entsprechend der Temperatur eines Messobjektes einfällt, mit einem Widerstand (**RB**) und einer Verstärkungseinrichtung (**24**) zur Verstärkung der Spannung bei einem Punkt zwischen dem Infrarotstrahlungs-Erfassungselements (**RA**) und dem Widerstand (**RB**) bei der Erfassungsschaltung (**22**) gebildet wird und die Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) mit der Erfassungsschaltung (**22**) verbunden ist.

4. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 1, wobei die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) eine Erfassungsschaltung (**22**) aufweist, die eine Impedanzbrücke mit einer ersten Schaltung, die durch die Serienschaltung eines Infrarotstrahlungs-Erfassungselements (**RA**), dessen Widerstandsgröße durch Erfassen der Größe von Infrarotstrahlung variieren kann, die zumindest entsprechend der Temperatur eines Messobjektes einfällt, mit einem Widerstand (**RB**) und einer zweiten Schaltung bildet, die durch die Serienschaltung von Widerständen (**R1** und **R2**) gebildet ist und parallel zu der ersten Schaltung und der Verstärkungseinrichtung (**24**) zur Verstärkung der Potentialdifferenz zwischen

einem Punkt zwischen dem Infrarotstrahlungs-Erfassungselement (**RA**) und dem Widerstand (**RB**) der ersten Schaltung und einem Punkt zwischen den Widerständen (**R1** und **R2**) der zweiten Schaltung (**22**) bei der Erfassungsschaltung angeschlossen ist und die Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) mit dem Eingangsanschluss der Impedanzbrücke verbunden ist.

5. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, wobei das Infrarotstrahlungs-Erfassungselement (**RA**) ein Thermistor ist.

6. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, wobei die Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) einen Aushöhlungsteil aufweist und mit einem Temperaturfühlteil unter Verwendung eines dünnen Filmthermistorelements ausgestattet ist, das an dem Aushöhlungsteil gebildet ist.

7. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, wobei der Widerstand (**RB**) ein Temperaturkompensationselement ist, das aus einem Thermistor gebildet ist.

8. Kontaktloses Thermometer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) dahingehend ausgestaltet ist, um einen Spannungsimpuls mit einer Impulsbreite zu erzeugen, die um deutlich kürzer ist, als die thermische Zeitkonstante der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**).

9. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 1, wobei die Additionseinrichtung (**30**) dahingehend ausgestaltet ist, um eine vorgeschriebene Anzahl von Impulsen einer Impulsspannung zu addieren, die von der Infrarotstrahlungs-Erfassungseinrichtung (**20**) erzeugt wird.

10. Kontaktloses Thermometer nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, wobei die Additionseinrichtung (**30**) dahingehend ausgestaltet ist, um nur eine Impulsausgabespannung, die von der Verstärkungseinrichtung (**24**) erzeugt wird, als mit dem Ausgangsimpuls von der Impulsspannungs-Ausgabeeinrichtung (**15**) synchronisiert zuzulassen und eine vorgeschriebene Anzahl von Impulsen der zugelassenen Ausgangsspannung zu addieren.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



Fig. 1

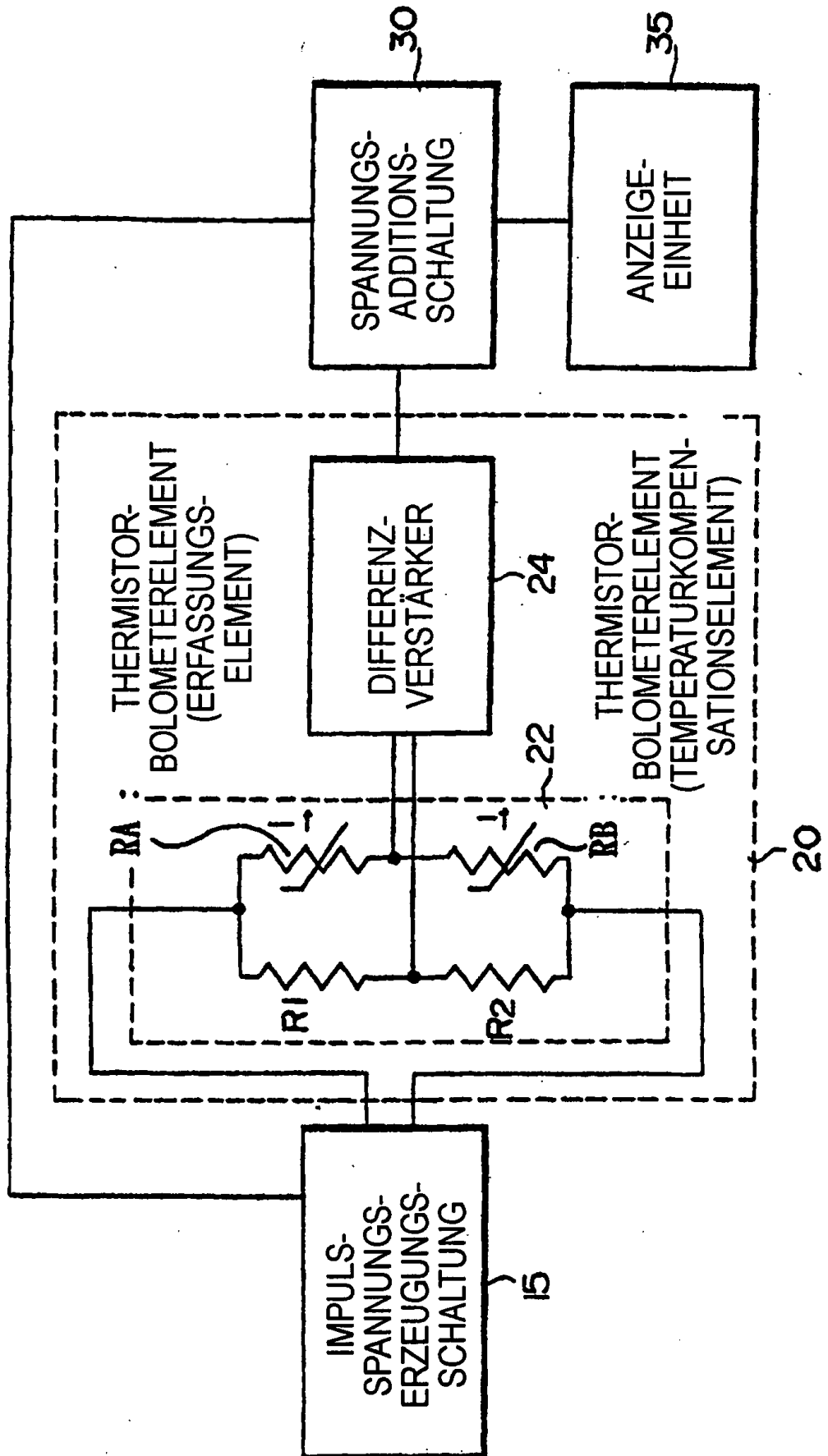


Fig.2

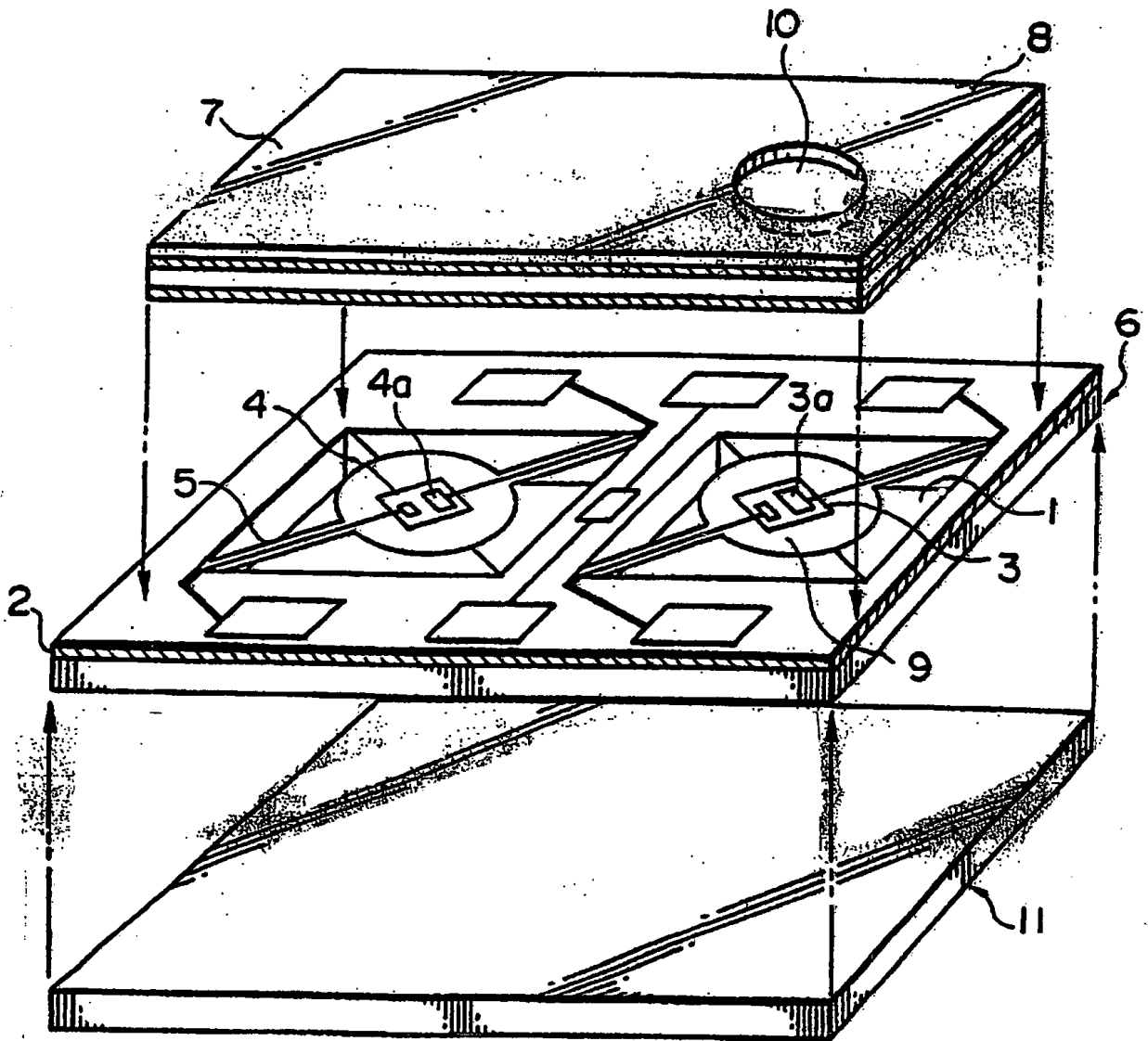


Fig.3

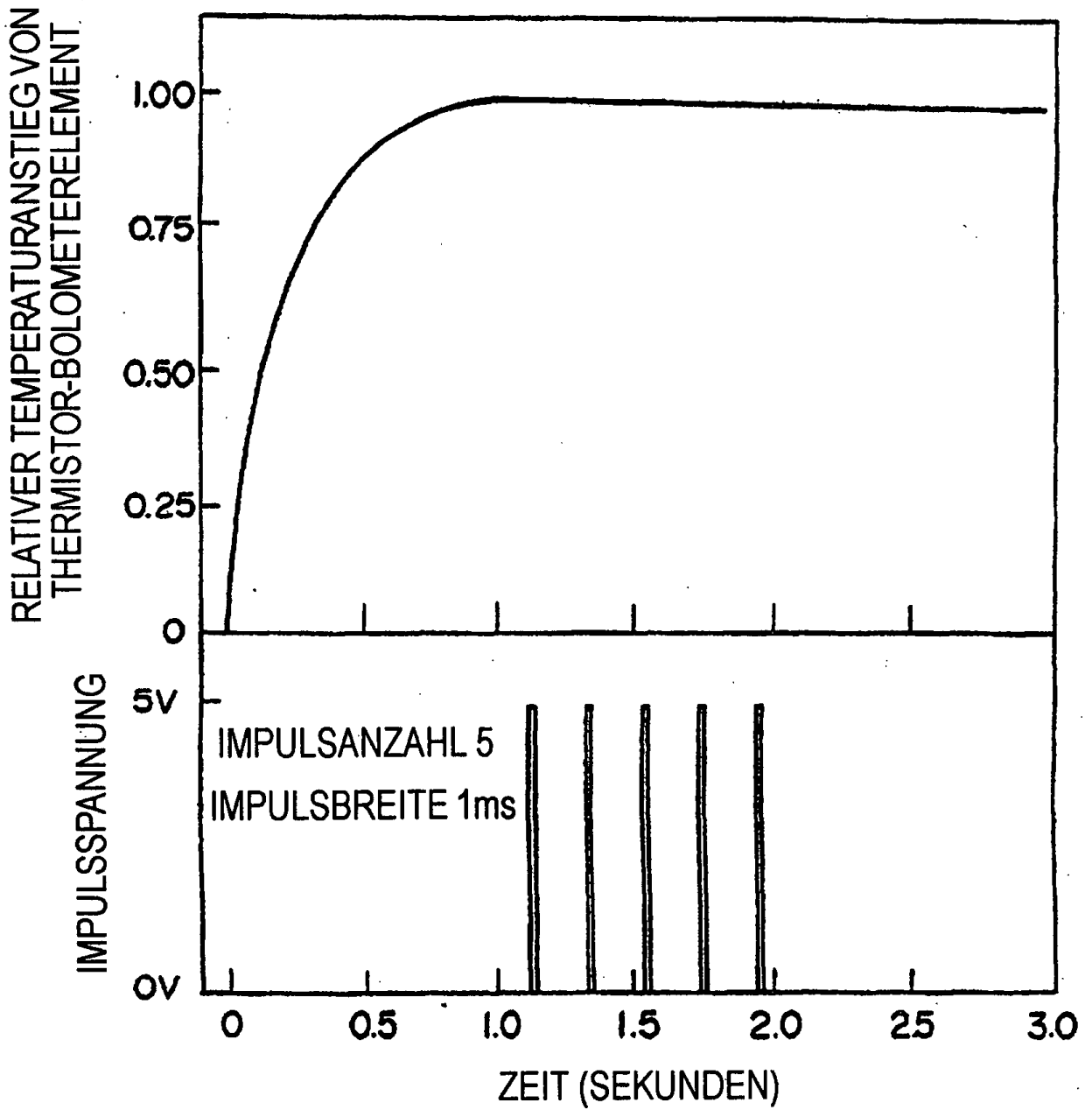


Fig.4

