



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 25 662 T2** 2006.10.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 061 348 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 25 662.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 112 812.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.12.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.01.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.10.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01J 5/02** (2006.01)  
**G01K 13/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**17333699**      **18.06.1999**      **JP**

(73) Patentinhaber:

**Omron Healthcare Co., Ltd., Kyoto, JP**

(74) Vertreter:

**Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**Sato, Tetsuya, Ukyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto  
616-8025, JP; Ota, Hiroyuki, Ukyo-ku, Kyoto-shi,  
Kyoto 616-8025, JP**

(54) Bezeichnung: **Strahlungsthermometer**

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**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf ein Strahlungsthermometer zur Messung der Temperatur eines Messobjekts mit von dem Messobjekt abgestrahlter Infrarotstrahlung.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Als diese Art von Strahlungsthermometer ist ein Fieberthermometer zur Messung nach dem beispielsweise im Blatt für ungeprüfte veröffentlichte japanische Patentanmeldungen, Offenlegungsnummer Sho 61-117422 offenbarten Verfahren bekannt. Das Fieberthermometer umfasst einen Infrarotstrahlungssensor, eine Sonde zur Aufnahme von Infrarotstrahlung aus einer Ohröffnung sowie eine Steuerung zum Halten einer Sensortemperatur eines Infrarotsensors auf einer bestimmten Temperatur und berechnet eine Temperatur anhand einer Ausgabe des Infrarotstrahlungssensors und der Sensortemperatur des auf einer bestimmten Temperatur gehaltenen Infrarotstrahlungssensors. Außerdem berechnet bei einem weiteren Strahlungsthermometer ähnlichen Typs dieses eine Temperatur anhand einer gemessenen Sensortemperatur eines Infrarotstrahlungssensors und einer Ausgabe eines Infrarotsensors unter Messen der Temperatur des Infrarotsensors (Sensortemperatur), anstatt diese zu halten.

**[0003]** Bei einem solchen Strahlungsthermometer wird die Temperatur eines Messobjekts gemäß dem folgenden Logikausdruck (Gleichung 1) berechnet, der von einer Regel, allgemein als Stefan-Boltzmann-Regel bekannt (siehe beispielsweise „Infrared radiation engineering: basics and applications“ herausgegeben von Infrared Ray Technology Research Institute und verlegt bei Ohmsha Ltd.) abgeleitet wird:

$$\text{Ausgabe eines Infrarotstrahlungssensors } E = L (T_x^4 - T_a^4) \quad \text{Gleichung 1}$$

wobei  $T_x$  die absolute Temperatur eines Messobjekts (Messobjekttemperatur) ist,

$T_a$  die absolute Temperatur eines Infrarotstrahlungssensors (Sensortemperatur) ist,

$E$  die Ausgabe eines Infrarotstrahlungssensors (Sensorausgabe) ist, und

$L$  ein die Empfindlichkeit eines Messsystems angegebender Koeffizient ist.

**[0004]** In der Vergangenheit wurde bei einem solchen Strahlungsthermometer die Sensortemperatur auf einer Referenztemperatur  $T_{a0}$  gehalten, ein Messobjekt mit einer bekannten Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  gemessen und ein Messwert ge-

mäß einem Logikausdruck, wie etwa Gleichung 1, unter Verwendung einer berechneten Sensorausgabe  $E_0$  abgeglichen. D.h., während einer Einstellung bestimmten im Strahlungsthermometer eingebaute Steuermittel einen Koeffizienten  $L$ , der gemäß der durch die Gerade **101** der [Fig. 8](#) wiedergegebenen Gleichung aus obigem ( $T_0$ ,  $T_{a0}$ ,  $E_0$ ) am genauesten berechnet werden konnte, und hielt den Koeffizienten in einem lesbaren Speicher der Steuermittel. Bei der Messung lasen dann die im Strahlungsthermometer eingebauten Steuermittel den Koeffizienten  $L$  aus dem Speicher aus und berechneten die Temperatur des Messobjekts nach Maßgabe der Gleichung 1 anhand einer Sensorausgabe  $E$  und der Sensortemperatur  $T_a$  des Infrarotstrahlungssensors.

**[0005]** Beim oben beschriebenen Stand der Technik besteht jedoch das Problem, dass die logische Beziehung wie in dem obigen Logikausdruck (Gleichung 1) abhängig von Eigenschaften von Teilen, wie etwa eines eine Messvorrichtung bildenden Infrarotstrahlungssensors, nicht notwendigerweise erfüllt werden kann. Beispielsweise wird die Beziehung des obigen Logikausdrucks (Gleichung 1) durch die Gerade **101** wiedergegeben, bei einer tatsächlichen Messung jedoch erscheint ein Zwischenraum zwischen der Geraden **101** und beispielsweise der gepunkteten Linie **100** der [Fig. 8](#).

**[0006]** Es besteht daher das Problem, dass ein Auftreten eines Messfehlers letztlich auch dann nicht vermieden werden kann, wenn auf eine Verbesserung einer absoluten Präzision eines Messwerts gemäß dem Logikausdruck (Gleichung 1) der Stefan-Boltzmann-Regel angestrebt wird, und dass Teile, wie etwa ein Sensor, mit hoher absoluter Präzision erforderlich sind, um einen solchen Fehler einzugrenzen.

**[0007]** EP-A-0 446 738 beschreibt ein Strahlungsthermometer, bei dem die Solltemperatur eine Funktion von Differenzen zwischen einer Sensortemperaturreferenz und der Sensortemperatur sowie der Sensorausgabereferenz und der Sensorausgabe ist, wobei Differenzen von Potenzen höherer Ordnung der betreffenden Parameter umfasst sind.

## ÜBERBLICK DER ERFINDUNG

**[0008]** Die vorliegende Erfindung wurde zur Lösung des obigen Problems gemacht, und es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Strahlungsthermometer zu schaffen, welches zu einer exakten Messung in der Lage ist, ohne von einer absoluten Exaktheit eines Infrarotstrahlungssensors zur Feststellung von Infrarotstrahlung oder eines Temperatursensors zur Messung der Temperatur des Infrarotstrahlungssensors abhängig zu sein.

**[0009]** Zur Lösung obiger Aufgabe ist das Strah-

lungsthermometer der vorliegenden Erfindung wie in Anspruch 1 definiert.

**[0010]** In diesem Fall können die Steuermittel die Schwankungscharakteristik einer Messobjekttemperatur aufbewahren, die durch die Kombination vorab gemessener Messobjekttemperaturen an mehreren Punkten, eine Sensortemperatur und eine Sensorausgabe spezifiziert ist, und die Messobjekttemperatur beruhend auf der Schwankungsgröße der Messobjekttemperatur mit der ersten Differenz, der Schwankungsgröße der Messobjekttemperatur mit der zweiten Differenz und der Information für eine Messobjekt-Referenztemperatur berechnen.

**[0011]** Außerdem können die Steuermittel ferner Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe, die beruhend auf der Beziehung zwischen einer jeden Sensorausgabe zu der Zeit, zu der der Infrarotsensor Infrarotstrahlung von einem Messobjekt mit einer spezifischen Messobjekttemperatur bei verschiedenen Sensortemperaturen an einer Anzahl von Punkten feststellt, und einer jeden Sensortemperatur zu dieser Zeit aufgefunden wird, sowie Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe, die beruhend auf der Beziehung zwischen einer jeden Sensorausgabe zu der Zeit, zu der der Infrarotstrahlungssensor Infrarotstrahlung von einem Messobjekt mit verschiedenen Messobjekttemperaturen einer Anzahl von Punkten bei einer spezifischen Sensortemperatur feststellt, und einer jeden Messobjekttemperatur zu dieser Zeit aufgefunden wird, aufbewahren und die Temperatur des Messobjekts beruhend auf einer relativen sensortemperaturabhängigen Größe, die beruhend auf der ersten Differenz und der sensortemperaturabhängigen Größenberechnungsinformation zu berechnen ist, einer relativensensorausgabeabhängigen Größe, die beruhend auf der zweiten Differenz und der sensorausgabeabhängigen Größenberechnungsinformation berechnet wird, und auf Information für die Messobjekt-Referenztemperatur berechnen.

**[0012]** Zu diesem Zweck wird eine Sensorreferenzausgabe zu der Zeit, zu der ein Referenz zu seiendes Messobjekt mit einer Messobjekt-Referenztemperatur durch einen Infrarotsensor, der auf eine Sensorreferenztemperatur gesetzt ist, gemessen wird, vorab zuerst berechnet. Dann wird, wenn ein Messobjekt mit einer unbekanntenen Messobjekttemperatur bei einer spezifischen Sensortemperatur gemessen wird und eine spezifische Sensorausgabe aufgefunden wird, die Messobjekttemperatur des Messobjekts beruhend auf einer jeden Differenz der Sensortemperatur und der Sensorausgabe anhand der Sensorreferenztemperatur und der Sensorreferenzausgabe berechnet.

**[0013]** In diesem Fall können eine Änderungsgröße für die Sensortemperatur, d.h., eine relativensensor-

temperaturabhängige Größe, beruhend auf der Differenz der Sensortemperatur gegenüber der Sensorreferenztemperatur und einer Messtemperatur, die auf Sensorausgabe zurückzuführen ist, gemäß dem Logikausdruck (Gleichung 1) berechnet werden.

**[0014]** Außerdem kann eine Änderungsgröße für die Sensorausgabe, d.h., eine relativensensorausgabeabhängige Größe, beruhend auf der Differenz der Sensorausgabe gegenüber der Sensorreferenzausgabe und einer Messtemperatur, die auf die Sensortemperatur zurückzuführen ist, gemäß dem Logikausdruck (Gleichung 1) berechnet werden.

**[0015]** Ferner können die Temperaturmessmittel mit einem Thermistor oder einer Diode ausgestattet sein. Ferner können die Infrarotstrahlungsfeststellungsmittel mit einer Thermosäule oder einem pyroelektrischen Sensor ausgestattet sein.

**[0016]** Ferner kann sich die Änderungscharakteristik aus einem biquadratischen oder weniger Polynom aus einem von oder beiden von einem Sensortemperaturwert und einem Sensorausgabewert zusammensetzen, und die Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe kann durch einen Koeffizienten dargestellt werden, der sich aus einem biquadratischen oder weniger Polynom eines Sensortemperaturwerts zusammensetzt, und die Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe kann durch einen Koeffizienten dargestellt werden, der ein biquadratisches oder weniger Polynom eines Sensorausgabewerts aufbaut.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0017]** [Fig. 1](#) ist ein Blockschaltbild, welches einen Aufbau eines Strahlungsthermometers gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0018]** [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Arbeitsweise eines Strahlungsthermometers gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0019]** [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Arbeitsweise von Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0020]** [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, welches eine Arbeitsweise von Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0021]** [Fig. 5](#) ist ein Graph, welcher ein Messprinzip der vorliegenden Erfindung zeigt, welches einen Logikausdruck oder einen tatsächlichen Messwert der Nachweischarakteristik eines Strahlungsthermometers verwendet.

**[0022]** [Fig. 6](#) ist ein Graph, der eine experimentelle Gleichung einer sensorausgabeabhängigen Größe

gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] **Fig. 7** ist ein Graph, der eine experimentelle Gleichung einer sensortemperaturabhängigen Größe gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0024] **Fig. 8** ist ein Graph, der einen logischen Ausdruck und einen tatsächlichen Messwert der Nachweischarakteristik eines Strahlungsthermometers zeigt.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

##### Ausführungsform 1

##### Aufbau eines Strahlungsthermometers

[0026] Ein Strahlungsthermometer gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung wird unter Bezug auf **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 5** bis **Fig. 7** beschrieben. **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild eines Strahlungsthermometers gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung, **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm, welches seine Arbeitsweise zeigt, **Fig. 5** ist ein Graph, der ein Messprinzip der vorliegenden Erfindung zeigt, **Fig. 6** ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Nachweischarakteristik und einer Sensorausgabe des Strahlungsthermometers dieser Ausführungsform zeigt, und **Fig. 7** ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Nachweischarakteristik und einer Sensortemperatur des Strahlungsthermometers zeigt.

[0027] Ein Blockschaltbild, das den Aufbau dieses Strahlungsthermometers zeigt, ist in **Fig. 1** gezeigt. Dieses Strahlungsthermometer ist mit einem Infrarotstrahlungssensor **1** zur Feststellung von aus einer Ohröffnung abgestrahlter Infrarotstrahlung, einem Temperatursensor **2** (entsprechend einem Sensortemperaturmessabschnitt) zur Messung der Temperatur des Infrarotstrahlungssensors **1** selbst (Sensortemperatur), einer (nicht gezeigten) Sonde für die Einführung in eine Ohröffnung zum Leiten von Infrarotstrahlung vom Trommelfell und seiner Umgebung zum Infrarotstrahlungssensor **1**, einem Verstärker **3** für den Empfang und die Verstärkung einer Ausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** (Sensorausgabe) und einem A/D-Wandler **4** zur Umwandlung einer Ausgabe des Sensors **1** und einer Ausgabe des Temperatursensors **2**, die durch den Verstärker **3** verstärkt worden sind, in digitale Größen ausgestattet. Außerdem weist das Strahlungsthermometer eine CPU **5** zur Steuerung einer Messsequenz auf, wobei

der oben erwähnte A/D-Wandler **4**, ein EIN/AUS-Schalter **7** zum Ein- oder Ausschalten einer Spannungsquelle, ein Messungsstartschalter **8**, der das Starten einer Messung anweist, ein Speicher **9** und eine Flüssigkristallanzeige **6** mit der CPU **5** verbunden sind.

[0028] Bei dieser Ausführungsform wird eine Thermosäule als Infrarotstrahlungssensor verwendet. Der Infrarotstrahlungssensor **1** ist in der Tiefe der Sonde zusammen mit dem Temperatursensor **2** angeordnet. Eine Ausgabe des Infrarotsensors **1** wird einem Verstärker **3** eingegeben und verstärkt, durch den A/D-Wandler **4** in Digitalsignale umgewandelt und in die CPU **5** eingegeben.

[0029] Andererseits berührt der Temperatursensor **2** den Infrarotstrahlungssensor **1**, um die Temperatur des Infrarotstrahlungssensors **1** zu messen. Eine Ausgabe des Temperatursensors **2** wird so, wie sie ist, durch den A/D-Wandler **4** in Digitalsignale umgewandelt und der CPU **5** zugeleitet. Bei dieser Ausführungsform wird ein Thermistor als Temperatursensor **2** verwendet. Daher ist bei dieser Ausführungsform die durch den Temperatursensor **2** gemessene Sensortemperatur des Infrarotstrahlungssensors **1** als Widerstandswert R des Thermistors gezeigt.

##### Verarbeitung durch die CPU

[0030] Die Verarbeitung durch die CPU wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben.

[0031] Die CPU **5** berechnet (wie entsprechend Steuermitteln) die Temperatur Tx eines Messobjekts anhand der Ausgabe E des Infrarotstrahlungssensors **1** und der Ausgabe Ta des Temperatursensors **2** (beziehungsweise des Widerstandswerts R des Thermistors) durch Ausführen eines im Speicher **9** gespeicherten Steuerprogramms. Die Temperatur entspricht der Messobjekttemperatur.

[0032] In diesem Fall ist es erforderlich, vorab die Temperatur eines Messobjekts zu messen, dessen Temperatur eine bekannte Referenztemperatur sein soll, und eine von der CPU **5** berechnete Messtemperatur abzugleichen. Es wird nun angenommen, dass der Temperatursensor **2** auf der Sensorreferenztemperatur Ta0 (die Ausgabe des Temperatursensors **2** zu dieser Zeit ist der Referenzwiderstand R0) gehalten wird, und die Sensorreferenzausgabe E0 des Infrarotstrahlungssensors **1**, wenn die Temperatur eines Messobjekts die bekannte Referenztemperatur T0 (Messobjekt-Referenztemperatur) hat, aufgefunden wird. Außerdem wird dieses (T0, E0, Ta0) Justierpunkt und (E0, Ta0), die Messobjekt-Referenztemperatur T0 ausschließend, Referenzpunkt genannt.

[0033] In der Vergangenheit wurde, wie oben be-

schrieben, ein Messwert gemäß einem Logikausdruck, wie etwa Gleichung 1, unter Verwendung dieser Daten des Justierpunkts ( $T_0$ ,  $E_0$ ,  $Ta_0$ ) abgeglichen.

**[0034]** Demgegenüber berechnet in dieser Ausführungsform die CPU **5** die Differenz  $\Delta E$  der Sensorausgabe  $E$  in Bezug auf die Sensorreferenzausgabe  $E_0$ , sowie die Differenz  $\Delta Ta$  (die Differenz  $\Delta R$  des Widerstandswerts des Temperatursensors **2**) der Sensortemperatur gegenüber der Sensorreferenztemperatur  $Ta_0$  (die Ausgabe  $R_0$  des Temperatursensors **2**), und rechnet relativ die Messobjekttemperatur  $T_x$  anhand der Differenzen. Dies entspricht einer Berechnung der Messobjekttemperatur  $T_x$  eines Messobjekts mit der Versetzung, die durch einen Pfeil **102** in dem Bereich angegeben wird, der durch die obige Differenz in der Nachbarschaft des Referenzpunkts ( $E_0$ ,  $Ta_0$ ) auf dem Graph der Nachweischarakteristik des tatsächlich gemessenen Strahlungsthermometers angegeben wird, die durch eine in [Fig. 5](#) gezeigte gestrichelte Linie **100** angegeben wird (auf dies wird nachfolgend als Schwankungscharakteristik Bezug genommen).

**[0035]** Das heißt, die vorliegende Erfindung schafft ein Strahlungsthermometer zur Messung der Temperatur eines Messobjekts gemäß unten stehender Gleichung 2 anstelle der herkömmlichen Gleichung 1.

$$\text{Temperatur } T_x = T_0 + f(\Delta Ta) + g(\Delta E) \quad \text{Gleichung 2}$$

wobei  $T_0$  eine Messobjekt-Referenztemperatur eines Messobjekts ist;

$\Delta Ta$  eine Differenz der Sensortemperatur des Infrarotstrahlungssensors **1** gegenüber der Sensorreferenztemperatur ist. Wenn jedoch ein temperaturmessendes Widerstandsmaterial, wie etwa ein Thermistor, als Temperatursensor **2** verwendet wird, wird die Sensortemperatur allgemein als sein Widerstandswert  $R$  angegeben, und die Differenz der Sensortemperatur wird als Differenz  $\Delta R$  des Widerstandswerts  $R$  gegenüber dem Referenzwiderstandswert  $R_0$  angegeben;

$\Delta E$  eine Differenz der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** gegenüber der Sensorreferenzausgabe ist;

$f$  eine Funktion ist, die den Beitrag zur gemessenen Temperatur angibt, wenn sich die Sensortemperatur ändert (entsprechend der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe). Infrarotstrahlung von einem Messobjekt, das Referenz mit einer spezifischen Temperatur sein soll, kann beruhend auf der Beziehung zwischen der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** zu der Zeit, zu der sie bei verschiedenen Sensortemperaturen einer Anzahl von Punkten festgestellt wird, und der Sensortemperatur zu dieser Zeit experimentell berechnet werden;

$f(\Delta Ta)$  eine relativsensortemperaturabhängige Größe ist. Wenn jedoch ein temperaturmessendes Widerstandsmaterial, wie etwa ein Thermistor, als Temperatursensor **2** verwendet wird, kann diese äquivalent als  $f(\Delta R)$  dargestellt werden;

$g$  ein Beitrag zur gemessenen Temperatur ist, wenn sich die Sensorausgabe ändert (entsprechend der Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe). Infrarotstrahlung von einem Messobjekt, das eine Referenz bei verschiedenen Messobjekttemperaturen an einer Anzahl von Punkten sein soll, kann beruhend auf der Beziehung zwischen der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** zu der Zeit, zu der sie an einer spezifischen Sensortemperatur festgestellt wird, und der Messobjekttemperatur zu dieser Zeit experimentell berechnet werden; und

$g(\Delta E)$  eine relativsensorausgabeabhängige Größe ist.

**[0036]** Da ein Thermistor als Temperatursensor **2** verwendet wird, wird seine Ausgabe als ein Widerstandswert aufgefunden. Nachstehend ist Gleichung 3 gezeigt, in welcher die Sensortemperatur  $Ta$  der Gleichung 2 als Ausgangswiderstand  $R$  des Thermistors, der der Temperatursensor **2** ist, umgeschrieben ist. Ein Strahlungsthermometer gemäß dieser Ausführungsform misst eine Temperatur gemäß dieser Gleichung 3.

$$\begin{aligned} \text{Temperatur } T_x &= T(R_0, E_0) + f(\Delta R) + g(\Delta E) \\ &= T_0 + f(\Delta R) + g(\Delta E) \end{aligned} \quad \text{Gleichung 3}$$

**[0037]** Aufgrund dessen wird bei dieser Ausführungsform die Änderungscharakteristik, wie sie in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt, für jedes Strahlungsthermometer, das ein Justierobjekt ist, aufgefunden, indem die Sensorausgabe  $E$  oder die Sensortemperatur  $Ta$  (die Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2**) am Referenzpunkt ( $E_0$ ,  $Ta_0$ ) festgelegt wird und indem die andere geändert und die Temperatur eines Messobjekts, dessen Temperatur bekannt ist, gemessen wird.

**[0038]** Zunächst wird die bekannte Temperatur eines Messobjekts, das Referenz sein soll, durch  $T_0$  (die Messobjekt-Referenztemperatur) dargestellt und die Ausgabe, wenn  $T_0$  bei der Sensorreferenztemperatur  $Ta_0$  gemessen wird (die Ausgabe des Temperatursensors ist der Referenzwiderstandswert  $R_0$ ), durch  $E_0$  (Sensorreferenzausgabe) dargestellt.

**[0039]** Dann wird die Sensortemperatur auf der Sensorreferenztemperatur  $Ta_0$  fixiert (die Ausgabe des Temperatursensors **2** ist der Referenzwiderstandswert  $R_0$ ), die Temperatur  $T_x$  des Messobjekts geändert und die Änderungsgröße der Änderung  $\Delta E$  der Sensorausgabe zu dieser Zeit gemessen und, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, aufgetragen. Der auf diese Weise gemessene Graph der [Fig. 6](#) zeigt den Beitrag

$\Delta T_x = g(\Delta E)$  zur gemessenen Temperatur, wenn die Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe E des Infrarotstrahlungssensors **1**, die die Querachse ist, gegenüber der Sensorreferenzausgabe  $E_0$  aufgefunden wird. Dieser entspricht der sensorausgabeabhängigen Größe. Außerdem entspricht er, da die Funktion  $g$ , die als eine experimentelle Gleichung des in [Fig. 6](#) gezeigten Graphen aufzufinden ist, eine von der Sensorausgabe abhängige Änderungscharakteristik hat, der Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe.

**[0040]** Andererseits wird die Temperatur eines Messobjekts bei der Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  fixiert, die Sensortemperatur  $T_a$  (die Ausgabe des Temperatursensors **2**, die zu dieser Zeit festzustellen ist, ist der Widerstandswert  $R$ ) geändert und die Größe der Änderung  $\Delta E$  der Sensorausgabe zu dieser Zeit gemessen und, wie in [Fig. 7](#) gezeigt, aufgetragen. Der auf diese Weise gemessene Graph der [Fig. 7](#) zeigt den Beitrag  $\Delta E = f(\Delta R)$  zur Sensorausgabe, wenn die Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2**, die die Querachse ist, gegenüber dem Referenzwiderstandswert  $R_0$  (Ausgabe des Temperatursensors **2** mit der Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$ ) aufgefunden wird. Da ferner die Ordinate den Beitrag  $\Delta E$  zur Sensorausgabe in [Fig. 7](#) darstellt, ist es erforderlich, die Einheit in eine Temperatur umzuwandeln, wenn der Beitrag zur gemessenen Temperatur aufgefunden wird. Da diese Funktion  $f$  die Änderungscharakteristik ist, die von der Sensortemperatur abhängig ist, entspricht sie der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe.

**[0041]** Die in [Fig. 6](#) oder in [Fig. 7](#) gezeigte experimentelle Gleichung kann mit einem linearen oder quadratischen Ausdruck oder einem höheren Polynom und dergleichen ausgedrückt werden, indem experimentelle Werte, wie oben beschrieben, gesammelt werden, und indem eine Methode, wie eine Methode der kleinsten Quadrate, verwendet wird. Unter Berücksichtigung der Belastung der CPU **5** infolge der Komplexität der Berechnung wird jedoch ein bi-quadratisches oder geringeres Polynom bevorzugt. Diese experimentellen Gleichungen zeigen die Nachweischarakteristik der Temperaturmessung, die jedes Strahlungsthermometer hat, da sie jedoch als ein Relativwert gegenüber dem Referenzpunkt ( $E_0$ ,  $T_{a0}$ ) berechnet wird, wird sie „Änderungscharakteristik“ genannt.

**[0042]** Beim Abgleichen des Strahlungsthermometers bewahrt die CPU **5** einen Koeffizienten, der die auf diese Weise aufgefundenen Änderungscharakteristik definiert, in dem Speicher **9** auf (ein aus [Fig. 6](#) aufzufindender Koeffizient der Änderungscharakteristik ist die Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe, und ein aus [Fig. 7](#) aufzufindender Koeffizient der Änderungscharakteristik, dessen Einheit auf die Messtemperatur umgewandelt

wird, entspricht der sensortemperaturabhängigen Größenberechnungsinformation).

**[0043]** Im Messschritt der Messobjekttemperatur eines Messobjekts berechnet die CPU **5** zuerst Relativwerte der Sensorausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors und der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors gegenüber dem Referenzpunkt ( $E_0$ ,  $R_0$ ). Dann berechnet die CPU **5** eine sensorausgabeabhängige Größe und eine sensortemperaturabhängige Größe, die Änderungsgrößen sind gegenüber der Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$ , die als Referenz verwendet wird, anhand der Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe und der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe, die im Speicher **9** aufbewahrt werden, und kann die Messobjekttemperatur  $T_x$  eines Messobjekts berechnen.

Beispiel der Arbeitsweise eines Strahlungsthermometers

**[0044]** Ein Beispiel der Gesamtarbeitsweise eines Strahlungsthermometers, das wie oben aufgebaut ist, wird als nächstes unter Verwendung des Flussdiagramms der [Fig. 2](#) beschrieben.

**[0045]** Wenn der EIN/AUS-Schalter **1** eingeschaltet wird (Schritt S101, nachfolgend abgekürzt als S101) liest die CPU **5** zunächst die Sensorreferenzausgabe  $R_0$  des Infrarotstrahlungssensors **1** zur Zeit des Abgleichens aus dem Speicher **9** aus (S102). Dann liest die CPU **5** die Ausgabe (den Referenzwiderstandswert  $R_0$ ) des Temperatursensors **2** bei der Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$  aus dem Speicher **9** aus (S103). Ferner liest die CPU **5** die Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  zur Zeit des Abgleichens aus dem Speicher **9** aus (S104).

**[0046]** In diesem Zustand wird eine (nicht gezeigte) Sonde des Strahlungsthermometers in eine Ohröffnung eingeführt und der Messschalter **8** gedrückt, um die Messung zu beginnen (S105), und die CPU **5** erhält die Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** und die Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** über den A/D-Wandler **4** (S106).

**[0047]** Dann berechnet die CPU **5** die Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** gegenüber dem Referenzwiderstandswert  $R_0$  (S107). Dann berechnet die CPU **5** die Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** gegenüber der Sensorreferenzausgabe  $E_0$  (S108). Die CPU **5** findet dann die sensortemperaturabhängige Größe  $E_1 = f(\Delta R)$  aus der Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe des Temperatursensors **2** gemäß der experimentellen Gleichung, die aus dem Ergebnis der [Fig. 7](#) aufgefunden ist, auf (S109). Die CPU **5** findet ferner die sensorausgabeabhängige Größe  $g(\Delta E)$  aus der Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe des Infrarotsensors **1** auf und ad-

diert sie zur sensortemperaturabhängigen Größe E1 des Temperatursensors **2** und bezeichnet sie als E2 (S110), findet die Messtemperaturänderungsgröße  $\Delta T$  durch Umwandeln der Einheit von E2, die das Additionsergebnis aus der sensortemperaturabhängigen Größe und der sensorausgabeabhängigen Größe ist, in Temperatur auf (S111), und findet die Temperatur Tx eines Messobjekts durch Addieren der aufgefundenen Relativänderungsgröße  $\Delta T$  der Messobjekttemperatur zur Messobjekt-Referenztemperatur T0 auf (S112).

**[0048]** Da, wie oben beschrieben, die Temperatur eines Messobjekts als Relativgröße gegenüber der Messobjekt-Referenztemperatur T0 zur Zeit des Abgleichens gemessen wird, wird es möglich, den Einfluss der absoluten Genauigkeit des Infrarotsensors **1** und des Temperatursensors **2** zu verringern, und es kann ein Strahlungsthermometer mit hoher Präzision, das stabil ist, ohne von der Charakteristik eines jeden Sensors abhängig zu sein, geschaffen werden. Dies dient zum Auffinden einer Relativänderungsgröße gegenüber dem Referenzpunkt (E0, Ta0) (entsprechend dem Pfeil **102** der **Fig. 5**) auf der tatsächlich gemessenen Änderungscharakteristik (dem gestrichelten Liniengraph **100** der **Fig. 5**, der geraden Linie **103** der **Fig. 6** und der geraden Linie **104** der **Fig. 7**) aus **Fig. 5** bis **Fig. 7**. Daher sind, verglichen mit dem Fall, wo sie durch die gerade Linie **101** der **Fig. 5**, die durch den Logikausdruck (Gleichung 1) angegeben wird, aufgefunden wird, sowohl die Nachweisempfindlichkeit, die dem Koeffizienten L entspricht, als auch die Lücke der E-Achse am Ursprung exakt justierbar.

#### Abwandlungsbeispiele

**[0049]** Die Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe des Temperatursensors wird in dieser Ausführungsform einmal in die Ausgabeänderung E1 des Infrarotsensors umgewandelt, wenn die Relativänderungsgröße  $\Delta T$  der Temperatur eines Messobjekts aufgefunden wird, dies ist jedoch lediglich ein Beispiel für die Umwandlung einer Einheit, und die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf diese Verarbeitung. Beispielsweise kann die Temperatur Tx aufgefunden werden, indem die Einheit der Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** und der Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe des Temperatursensors **2** direkt in die Relativtemperaturänderung eines Messobjekts umgewandelt werden und jede von diesen zur Messobjekt-Referenztemperatur T0 addiert wird (Berechnungsmethode wie in Gleichung 3).

**[0050]** Das heißt, die vorliegende Erfindung wird nicht durch die Reihenfolge der Einheitenumwandlung beschränkt, sondern kann letztlich die Relativänderungsgröße zur Messobjekt-Referenztemperatur T0 durch Addieren des Beitrags der Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** und

des Beitrags der Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe des Temperatursensors **2** nach Gleichmachen der einzelnen Einheiten auffinden.

**[0051]** Außerdem können, obwohl nur ein Punkt als Daten des Justierpunkts (T0, E0, Ta0) in obiger Ausführungsform verwendet wird, Daten an einer Mehrzahl von Justierpunkten im Speicher **9** gespeichert und zur Verwendung gemäß einem Messobjekt ausgewählt oder zu Daten einer Anzahl von Justierpunkten (T0, E0, Ta0) kombiniert werden.

**[0052]** Obwohl ferner eine Thermosäule als Infrarotstrahlungssensor **1** bei dieser Ausführungsform verwendet wird, kann auch ein pyroelektrischer Sensor verwendet werden.

**[0053]** Obwohl ferner ein Thermistor als Temperatursensor **2** bei dieser Ausführungsform verwendet wird, beschränkt sich der Temperatursensor **2** der vorliegenden Erfindung nicht auf einen Thermistor, sondern kann auch andere temperaturmessende Widerstandsmaterialien (Metallmaterialien mit bekannten Temperaturkoeffizienten des Widerstands), einen Halbleitersensor, wie etwa eine Diode, oder ein Thermoelement verwenden.

**[0054]** Obwohl ferner der Temperatursensor **2** in dieser Ausführungsform direkt durch den A/D-Wandler **4** umgewandelt wird, kann er auch durch einen Verstärker vorab verstärkt werden, wenn die Ausgabe des Temperatursensors **2** schwach ist.

**[0055]** Ausführungsform 1 wendet die vorliegenden Erfindung auf ein Thermometer mit einer Sonde als einem Element an, die Verwirklichung der Erfindung beschränkt sich jedoch nicht darauf. Beispielsweise kann die Erfindung auch in der Messung einer anderen Temperatur als einer menschlichen Körpertemperatur in Fällen wie der Messung geothermischer Temperatur oder der Messung von Temperatur beruhend auf Infrarotstrahlung eines spezifischen Messobjekts, das Atmosphäre ausgesetzt ist, umgesetzt werden. Kurz gesagt, beschränkt sich die Erfindung nicht auf eine physische Konfiguration der einzelnen Sensoren zur Feststellung eines Signals, sondern hat ein Charakteristikum im Vorgang zur Verarbeitung eines von den einzelnen Sensoren abgenommenen Signals.

#### Ausführungsform 2

**[0056]** Ein Strahlungsthermometer der Ausführungsform 1 findet Unterschiede gegenüber einem Referenzwert von Ausgaben sowohl des Infrarotstrahlungssensors **1** als auch des Temperatursensors **2** auf und berechnet beruhend auf diesen Differenzen eine sensortemperaturabhängige Größe und eine sensorausgabeabhängige Größe für die Messobjekt-Referenztemperatur T0 zur Auffindung der

Temperatur eines Messobjekts. Andererseits kann gemäß der vorliegenden Erfindung auch nur die Sensortemperatur oder die Sensorausgabe allein mit einer Änderungsgröße gegenüber dem oben erwähnten Referenzwert aufgefunden werden und die andere durch die herkömmliche Messung. Das heißt, die Temperatur eines Messobjekts kann beruhend auf einer relativsensortemperaturabhängigen Größe gemessen werden, die mit der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe aus der Differenz einer mit dem Sensortemperaturmessabschnitt gemessenen Sensortemperatur gegenüber der Sensorreferenztemperatur, wenn ein Messobjekt gemessen wird, und der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** berechnet wird.

**[0057]** Diese Beziehung wird durch die folgende Gleichung 4 angegeben

$$\begin{aligned} \text{Temperatur } T_x &= T(T_a, E) \\ &= T(T_{a0}, E) + f(\Delta T_a, E) \\ &\approx T(T_{a0}, E) + f(\Delta T_a, E_0) \end{aligned} \quad \text{Gleichung 4}$$

wobei  $T(T_a, E)$  eine Gleichung zum Auffinden der Temperatur eines Messobjekts gemäß der Stefan-Boltzmann-Regel ist. Beispielsweise ist, wenn Gleichung 1 als Logikausdruck verwendet wird,

$$T(T_a, E) = (E/L + T_{a0}^4)^{1/4};$$

$T_{a0}$  ist eine Sensorreferenztemperatur des Infrarotstrahlungssensors **1**,

$\Delta T_a$  ist eine Differenz der Sensortemperatur des Infrarotstrahlungssensors gegenüber der Referenztemperatur, und

$f(\Delta T_a, E)$  ist eine relativsensortemperaturabhängige Größe. Da  $f(\Delta T_a, E_0)$  mit auf  $E_0$  fixierter Sensorausgabe  $E$  verwendet werden kann, wenn die Funktion  $f$  nicht stark von  $E$  abhängt, kann Infrarotstrahlung eines Messobjekts, das eine Referenz mit einer spezifischen Temperatur sein soll, beruhend auf der Beziehung zwischen der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1**, wenn sie bei verschiedenen Sensortemperaturen an einer Anzahl von Punkten festgestellt wird, und seiner Sensortemperatur experimentell aufgefunden werden.

**[0058]** Zusätzlich ist unten Gleichung 5, in welcher die Sensortemperatur  $T_a$  aus obiger Gleichung 4 als Ausgabe  $R$  des Thermistors, der der Temperatursensor **2** ist, umgeschrieben ist, wiedergegeben. Ein Strahlungsthermometer dieser Ausführungsform dient zur Berechnung einer Temperatur gemäß dieser Gleichung 5, wobei die CPU **5** ein Steuerprogramm ausführt. Ferner wird die relativsensortemperaturabhängige Größe  $f(\Delta R, E_0)$  durch „ $f(\Delta R)$ “ dargestellt.

$$\text{Temperatur } T_x \approx T(R_0, E) + f(\Delta R) \quad \text{Gleichung 5}$$

**[0059]** Ausführungsform 2 ist identisch in Aufbau und Wirkungsweise, abgesehen von dem durch die CPU **5** ausgeführten Steuerprogramm, zu Ausführungsform 1 und wird, wenn nötig, unter Verwendung von [Fig. 1](#) beschrieben. Außerdem wird auch bei dieser Ausführungsform angenommen, dass der Temperatursensor ein Messobjekt der Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  gemessen und die Sensorreferenzausgabe  $E_0$  des Infrarotstrahlungssensors **1** bei der Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$  aufgefunden hat (die Ausgabe des Temperatursensors **2** ist dabei der Referenzwiderstandswert  $R_0$ ).

**[0060]** [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, welches Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei einem Strahlungsthermometer des in [Fig. 3](#) gezeigten Flussdiagramms liest wie in Ausführungsform 1 die CPU **5**, wenn der EIN/AUS-Schalter **1** eingeschaltet wird (S121), die Ausgabe  $R_0$  des Temperatursensors **2** bei der Abgleichung aus dem Speicher aus (S122).

**[0061]** In diesem Zustand wird, wenn eine (nicht gezeigte) Sonde des Strahlungsthermometers in eine Ohröffnung eingeführt ist, der Messschalter **8** gedrückt, um die Messung zu starten (S123). Zunächst nimmt die CPU **5** die Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** und die Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** über den A/D-Wandler **4** auf (S124).

**[0062]** Dann berechnet die CPU **5** die Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** gegenüber dem Referenzwiderstandswert  $R_0$  (S125). Ferner findet die CPU **5** die sensortemperaturabhängige Größe  $E_1 = f(\Delta R)$  anhand der Differenz  $\Delta R$  der Ausgabe des Temperatursensors **2** unter Verwendung der Änderungscharakteristik (die der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe entspricht), die aus dem Ergebnis der [Fig. 7](#) aufgefunden ist, auf (S127), findet ferner  $T(R_0, E)$  anhand der Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** auf, und findet die Messgröße  $E_2$  durch Addieren der oben erwähnten sensortemperaturabhängigen Größe  $E_1$  auf (S128) und findet die Temperatur  $T_x$  eines Messobjekts durch Umwandeln von  $E_2$  in eine Temperatur auf.

### Ausführungsform 3

**[0063]** Ein Strahlungsthermometer obiger Ausführungsform 2 dient zur Auffindung der sensortemperaturabhängigen Größe anhand der Differenz der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** gegenüber dem Referenzwiderstandswert  $R_0$  und zum Messen der Temperatur eines Messobjekts mit der sensortemperaturabhängigen Größe und der Sensorausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1**. Andererseits kann die Temperatur eines Messobjekts beruhend auf der relativsensorausgabeabhängigen Größe, berechnet beruhend auf der sensorausgabeabhängigen Größe

ßenberechnungsinformation aus der Differenz der Sensorausgabe, die mit dem Infrarotstrahlungssensor **1** zur Zeit der Messung eines Messobjekts gemäß der Sensorreferenzausgabe festzustellen ist, und der mit dem Sensortemperaturmessabschnitt gemessenen Sensortemperatur gemessen werden.

**[0064]** Diese Beziehung wird durch die folgende Gleichung 6 angegeben.

$$\begin{aligned} \text{Temperatur } T_x &= T(T_a, E) \\ &= T(T_a, E_0) + g(T_a, \Delta E) \\ &\approx T(T_a, E_0) + g(T_{a0}, \Delta E) \end{aligned} \quad \text{Gleichung 6}$$

wobei  $E_0$  eine Sensorreferenzausgabe des Infrarotstrahlungssensors **1** ist,  $\Delta E$  eine Differenz der Sensorausgabe gegenüber der Sensorreferenzausgabe ist,  $g(T_a \Delta E)$  eine relativsensorausgabeabhängige Größe ist. Da  $g(T_{a0}, \Delta E)$  bei auf  $T_{a0}$  fixierter Sensortemperatur  $T_a$  verwendet werden kann, wenn die Funktion  $g$  nicht stark von  $T_a$  abhängt, kann Infrarotstrahlung eines Messobjekts, das eine Referenz bei verschiedenen Messobjekttemperaturen an einer Anzahl von Punkten sein soll, beruhend auf der Beziehung zwischen der Sensorausgabe des Infrarotstrahlungssensors, wenn sie bei einer spezifischen Sensortemperatur festgestellt wird, und der Messobjekttemperatur zu dieser Zeit experimentell aufgefunden werden.

**[0065]** Zusätzlich ist unten Gleichung 7, in welcher die Sensortemperatur  $T_a$  aus obiger Gleichung 6 als Ausgabe  $R$  des Thermistors, der der Temperatursensor **2** ist, umgeschrieben ist, wiedergegeben (ferner ist  $T_{a0}$  als  $R_0$  umgeschrieben). Bei einem Strahlungsthermometer dieser Ausführungsform führt die CPU **5** ein Steuerprogramm aus und berechnet eine Temperatur gemäß dieser Gleichung 7.  $g(R_0, \Delta E)$  wird jedoch durch „ $g(\Delta E)$ “ dargestellt.

$$\text{Temperatur } T_x \approx T(R, E_0) + g(\Delta E) \quad \text{Gleichung 7}$$

**[0066]** Die Ausführungsform 2 ist abgesehen von einem durch die CPU **5** auszuführenden Steuerprogramm identisch in Aufbau und Wirkungsweise zu Ausführungsform 1 und wird unter Verwendung von [Fig. 1](#), wenn nötig, beschrieben. Außerdem wird auch bei dieser Ausführungsform angenommen, dass der Temperatursensor ein Messobjekt der Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  gemessen und die Sensorreferenzausgabe  $E_0$  des Infrarotstrahlungssensors **1** bei der Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$  aufgefunden hat (die Ausgabe des Temperatursensors **2** ist dabei der Referenzwiderstandswert  $R_0$ ).

**[0067]** [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, welches Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei einem Strahlungsthermometer des in [Fig. 4](#) gezeig-

ten Flussdiagramms liest, ähnlich wie bei Ausführungsform 1, die CPU **5**, wenn der EIN/AUS-Schalter **1** eingeschaltet wird (S141), die Sensorreferenzausgabe  $E_0$  des Infrarotstrahlungssensors **1** zur Zeit der Abgleichung aus dem Speicher **9** aus (S142).

**[0068]** In diesem Zustand wird, wenn eine Sonde des Strahlungsthermometers in eine Ohröffnung eingesetzt ist und der Messschalter **8** gedrückt wird, die Messung gestartet (S143). Zuerst nimmt die CPU **5** die Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** und die Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** über den A/D-Wandler **4** auf (S144).

**[0069]** Die CPU berechnet dann die Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe  $E$  des Infrarotstrahlungssensors **1** gegenüber der Sensorreferenzausgabe  $E_0$  (S146). Dann findet die CPU  $E_1 = T(R, E_0)$  anhand der Ausgabe  $R$  des Temperatursensors **2** auf (S147). Die CPU findet die sensorausgabeabhängige Größe  $g(\Delta E)$  anhand der Differenz  $\Delta E$  der Ausgabe des Infrarotsensors **1** unter Verwendung der Änderungscharakteristik (entsprechend der Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe), die anhand des Ergebnisses der [Fig. 6](#) aufgefunden wird, auf, und findet  $E_2$  durch Addieren derselben zu  $E_1$  auf (S148), findet die Temperatur  $T_x$  durch Umwandeln von  $E_2$  in eine Temperatur auf (S149) und zeigt die schließlich aufgefundene Temperatur auf einer Flüssigkristallanzeige an (S150).

**[0070]** Wie oben beschrieben, wird, da ein Strahlungsthermometer gemäß der vorliegenden Erfindung sich nicht auf die Verbesserung der absoluten Präzision beruhend auf einem logischen Ausdruck verlässt, sondern die Änderungsgröße gegenüber einem Referenzpunkt misst und eine Relativtemperatur beruhend auf der Änderungsgröße berechnet, eine exakte Messung möglich, ohne von der absoluten Präzision eines Infrarotstrahlungssensors oder eines Temperatursensors abzuhängen.

**[0071]** Man sieht also, dass ein Strahlungsthermometer geschaffen wird. Für einen Fachmann ist es einsichtig, dass die vorliegende Erfindung auch anders als mit den bevorzugten Ausführungsformen ausgeführt werden kann, welche für Zwecke einer Veranschaulichung und nicht zur Einschränkung präsentiert wurden, und dass die vorliegende Erfindung allein durch die Ansprüche, die folgen, beschränkt wird.

## Patentansprüche

1. Strahlungsthermometer, welches aufweist: einen Infrarotstrahlungssensor (**1**) zur Feststellung von von einem Messobjekt abgestrahlter Infrarotstrahlung als Sensorausgabe; einen Sensortemperaturmessabschnitt (**2**) zur Messung der Temperatur des Infrarotstrahlungssensors

(1) selbst als Sensortemperatur; und Steuermittel (5) zur Berechnung der Temperatur des Messobjekts als Messobjektstemperatur beruhend auf der Sensorausgabe und der Sensortemperatur, wobei die Steuermittel (5) zur Steuerung der Temperaturmessung Information für eine Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  als Messobjektstemperatur, die Referenz sein soll, Information für eine Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$  als Sensortemperatur, die Referenz sein soll, und Information für eine Sensorreferenzausgabe  $E_0$  als Sensorausgabe, die Referenz sein soll, wenn Infrarotstrahlung, die von dem Messobjekt, das die Messobjekt-Referenztemperatur hat, abgestrahlt wird, durch den Infrarotstrahlungssensor, der die Sensorreferenztemperatur hat, festgestellt wird, halten und die Messobjektstemperatur  $T_x$  des Messobjekts beruhend auf einer ersten Differenz  $\Delta T_a = T_a - T_{a0}$  als einer Differenz zwischen einer durch den Sensortemperaturmessabschnitt gemessenen Sensortemperatur  $T_a$  und einer anhand der Information für eine Sensorreferenztemperatur berechneten Sensorreferenztemperatur  $T_{a0}$ , einer zweiten Differenz  $\Delta E = E - E_0$  als einer Differenz zwischen einer durch den Infrarotstrahlungssensor ermittelten Sensorausgabe  $E$  und einer anhand der Information für eine Sensorreferenzausgabe berechneten Sensorreferenzausgabe  $E_0$ , und einer Information für die Messobjekt-Referenztemperatur  $T_0$  gemäß  $T_x = T_0 + f(\Delta T_a) + g(\Delta E)$ , wobei  $f(\Delta T_a)$  eine sensorrelativtemperaturabhängige Größe und  $g(\Delta E)$  eine sensorrelativausgabeabhängige Größe ist, berechnen.

2. Strahlungsthermometer nach Anspruch 1, wobei die Steuermittel (5) die Variationscharakteristik einer Messobjektstemperatur, spezifiziert durch die Kombination der Messobjekttemperaturen, eine Sensortemperatur und eine Sensorausgabe, alle vorab an mehreren Punkten gemessen, halten und die Messobjektstemperatur beruhend auf der Variationsgröße einer Messobjektstemperatur mit der ersten Differenz, der Variationsgröße einer Messobjektstemperatur mit der zweiten Differenz und einer Information für eine Messobjekt-Referenztemperatur berechnen.

3. Strahlungsthermometer nach Anspruch 1, wobei die Steuermittel (5) ferner Berechnungsinformation für eine sensortemperaturabhängige Größe halten, die beruhend auf der Beziehung zwischen einer jeden Sensorausgabe zu der Zeit, zu der der Infrarotstrahlungssensor Infrarotstrahlung von einem Messobjekt, das eine spezielle Messobjektstemperatur hat, bei unterschiedlichen Sensortemperaturen an einer Anzahl von Punkten feststellt, und einer jeden Sensortemperatur zu dieser Zeit aufgefunden ist, sowie Berechnungsinformation für eine sensorausgabeabhängige Größe halten, die beruhend auf der Beziehung zwischen einer jeden Sensorausgabe zu der Zeit, zu der der Infrarotstrahlungssensor Infrarotstrahlung von einem Messobjekt, das verschiedene Messobjekttemperaturen aufweist, einer Anzahl von

Punkten bei einer spezifischen Sensortemperatur feststellt, und jeder Messobjektstemperatur zu dieser Zeit aufgefunden ist, und die Temperatur des Messobjekts beruhend auf einer sensorrelativtemperaturabhängigen Größe, die beruhend auf der ersten Differenz und der Berechnungsinformation für die sensortemperaturabhängige Größe zu berechnen ist, einer sensorrelativausgabeabhängigen Größe, die beruhend auf der zweiten Differenz und der Berechnungsinformation für die sensorausgabeabhängige Größe berechnet ist, und einer Information für die Messobjekt-Referenztemperatur berechnen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

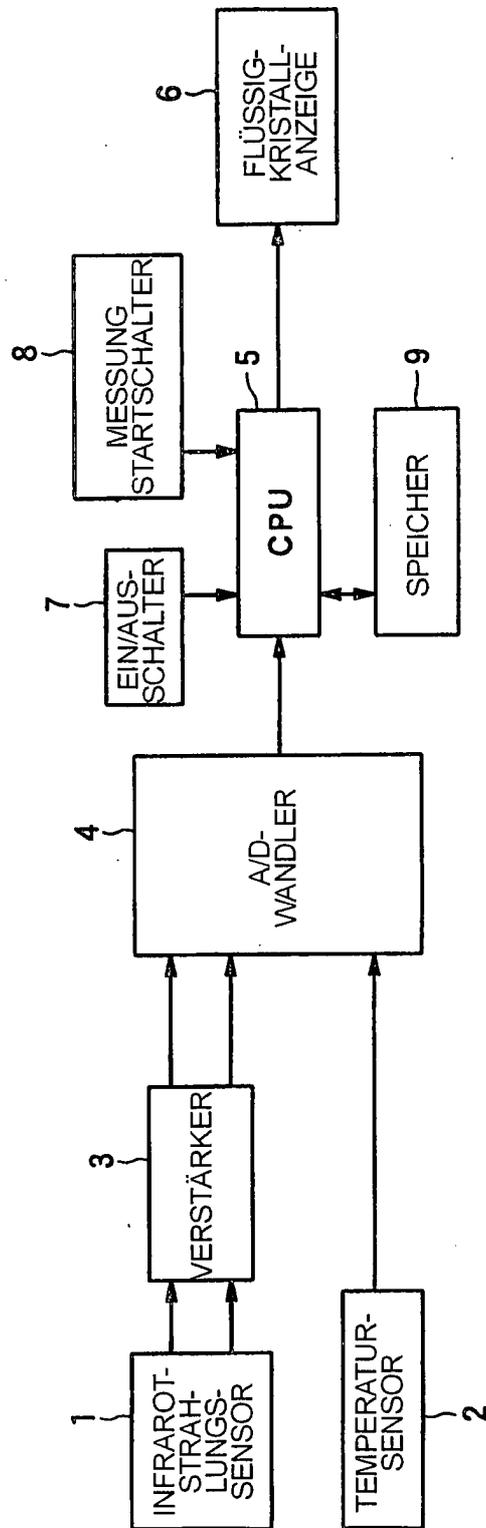


FIG. 2

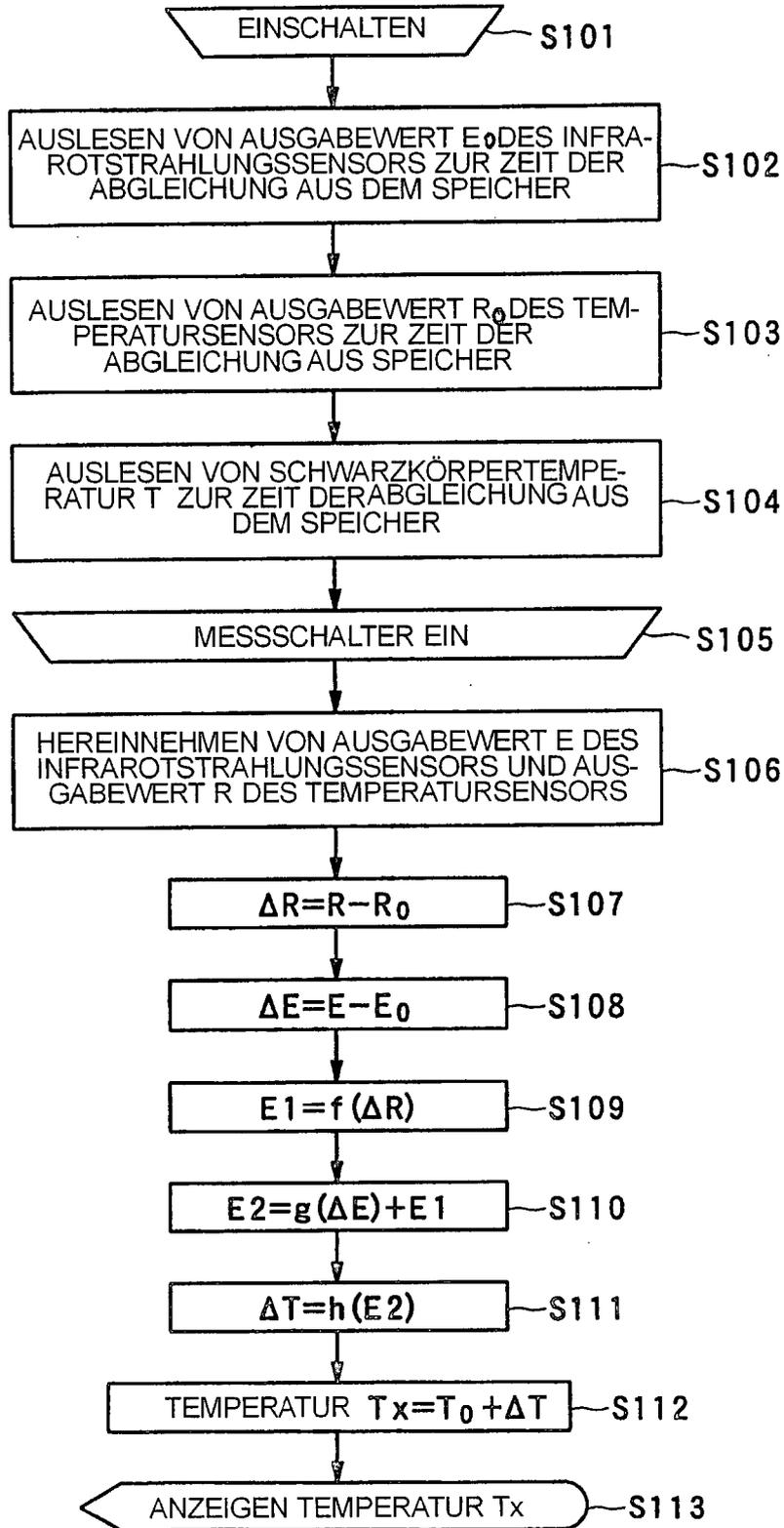


FIG. 3

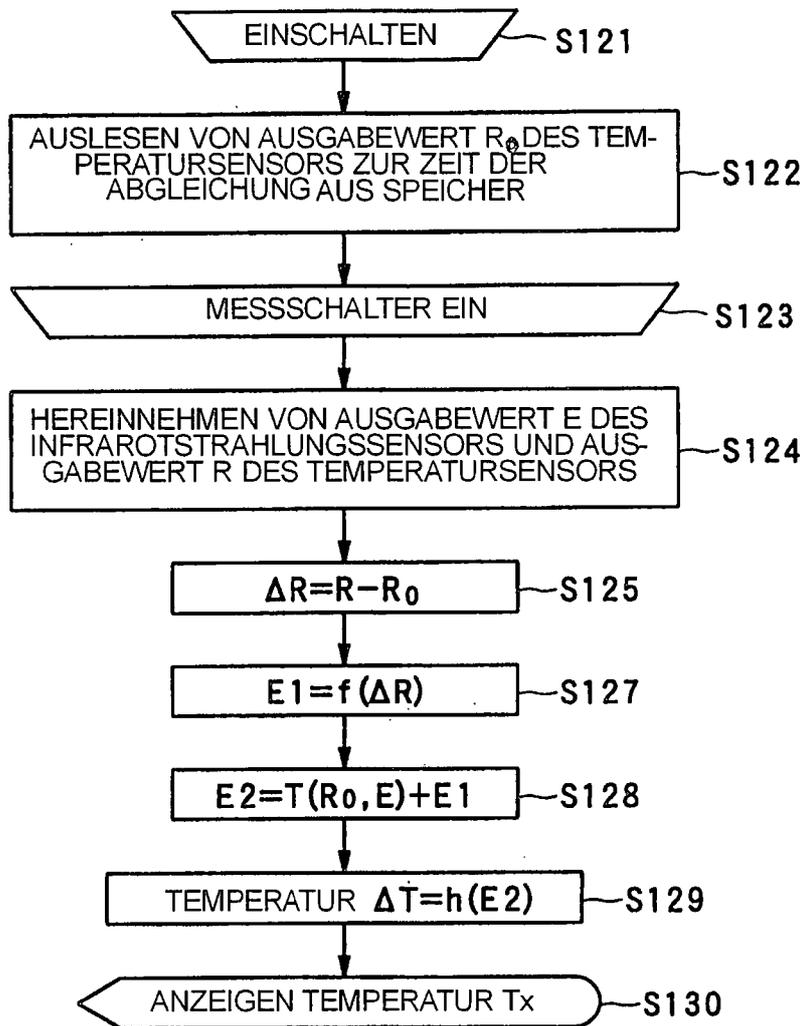


FIG. 4

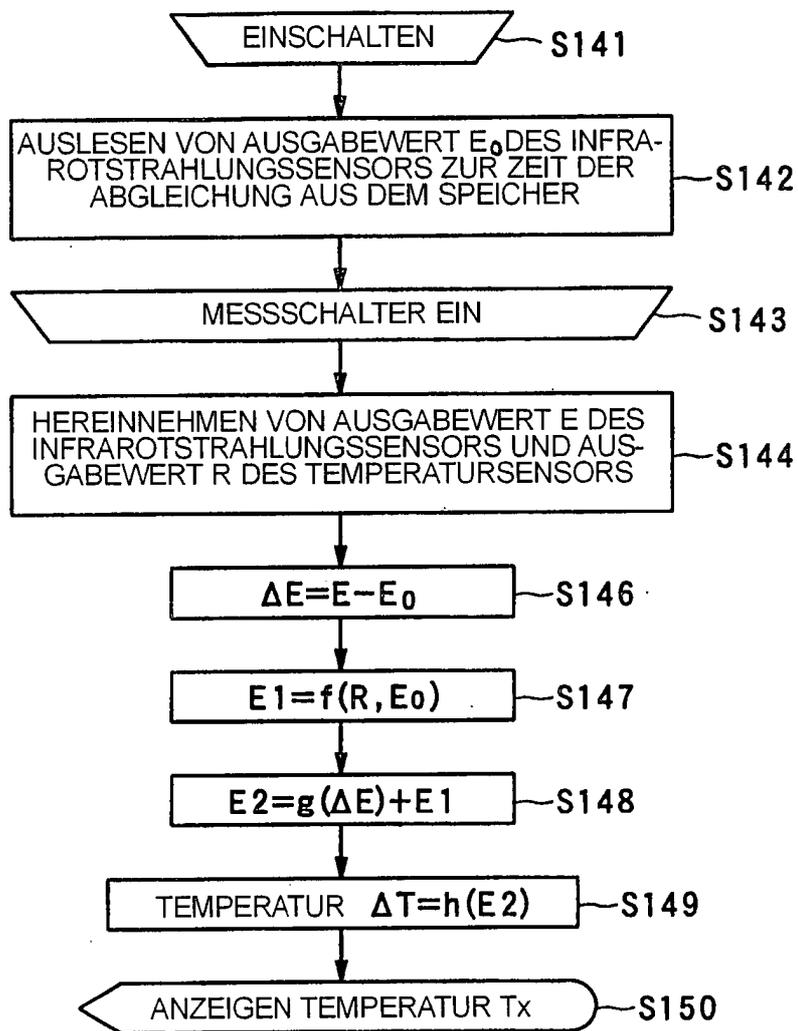
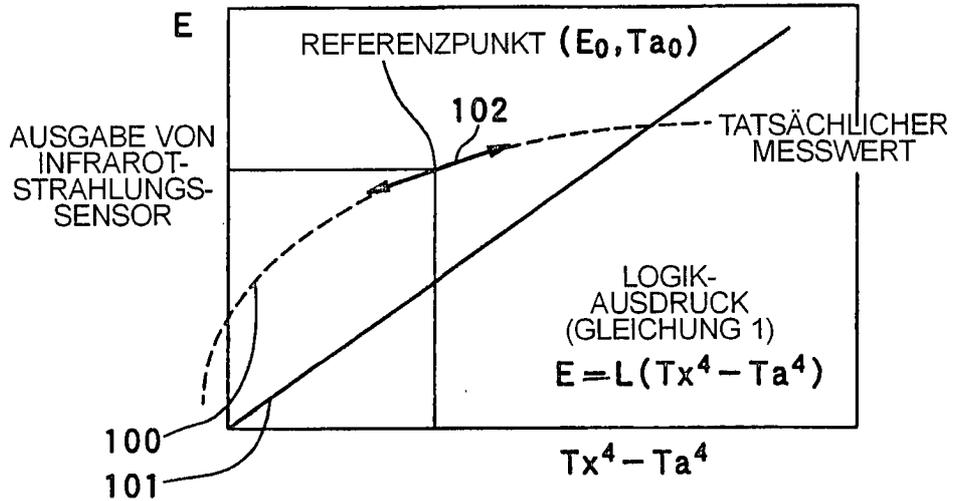
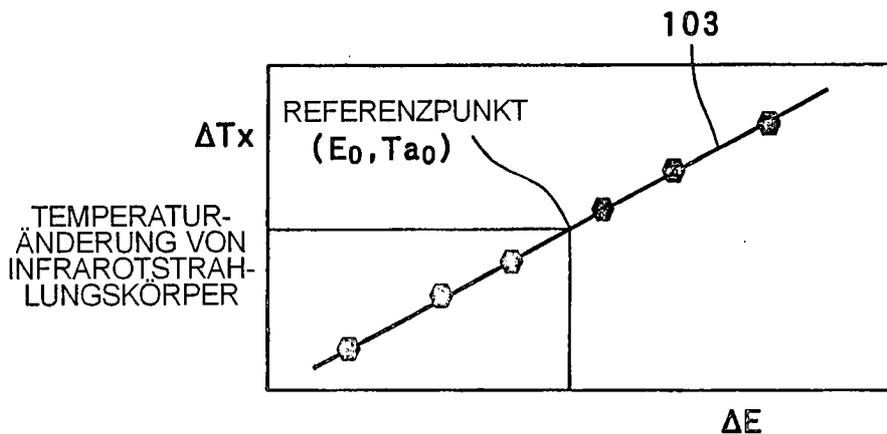


FIG. 5



Tx: MESSOBJEKTTEMPERATUR  
 Ta: TEMPERATUR VON INFRAROTSTRALUNGSSENSOR

FIG. 6



DIFFERENZ VON SENSORAUSGABE VON INFRAROTSTRALUNGSSENSOR

FIG. 7

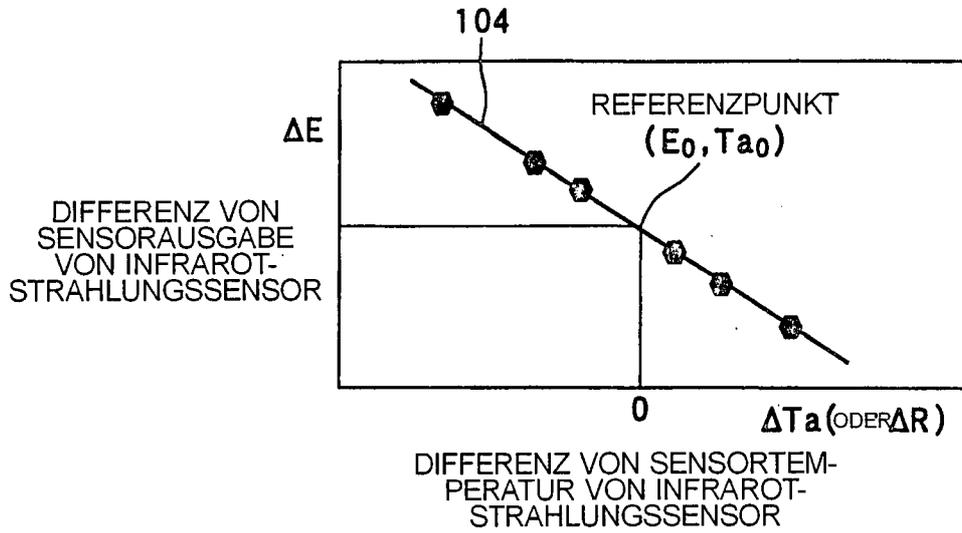
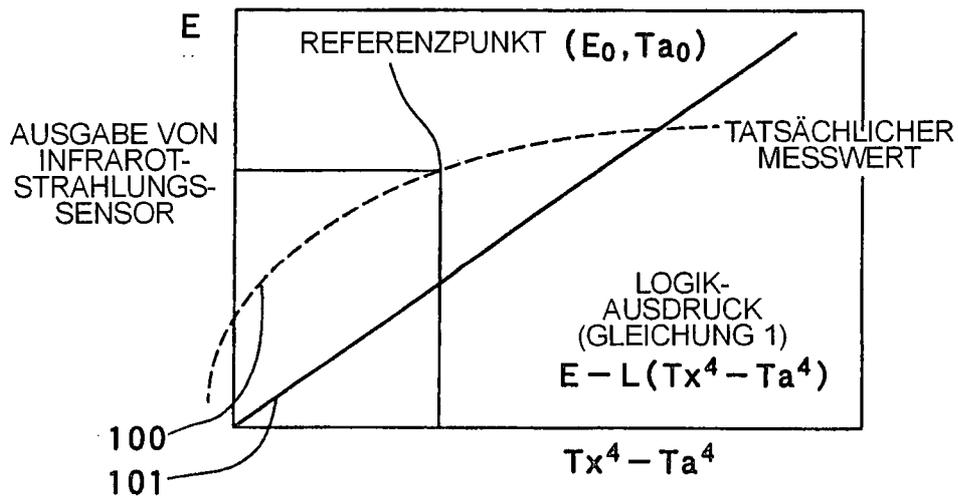


FIG. 8



$T_x$ : MESSOBJEKTTEMPERATUR  
 $T_a$ : TEMPERATUR VON INFRAROTSTRABLUNGSSENSOR