

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6409323号
(P6409323)

(45) 発行日 平成30年10月24日(2018.10.24)

(24) 登録日 平成30年10月5日(2018.10.5)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 J 5/10 (2006.01) G O 1 J 5/10 B

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-95672 (P2014-95672)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成26年5月7日(2014.5.7)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-212666 (P2015-212666A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年11月26日(2015.11.26)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	平成29年5月1日(2017.5.1)		弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	大西 幸太
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	松田 欣也
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路装置、温度検出装置、電子機器、温度検出方法及び温度検出装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤外線センサーを用いて検出された第1検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値を出力し、温度センサーを用いて検出された第2検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値を出力する検出回路と、

前記第1検出値と前記第2検出値に基づいて、対象物温度を求める制御部と、

対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について前記制御部が求める前記対象物温度との差分を表すコリレーション補正值を記憶する記憶部と、

を含み、

前記記憶部は、

前記対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイントの、各対象物温度ポイントにおける前記コリレーション補正值と、前記各対象物温度ポイントにおける自己温度が異なる複数の自己温度ポイントの各自己温度ポイントにおける前記コリレーション補正值と、
を記憶し、

前記制御部は、

前記各対象物温度ポイントにおいて、前記第2検出値に基づいて前記自己温度を求め、前記自己温度と前記各自己温度における少なくとも1つの前記コリレーション補正值とに基づいて前記対象物温度を補正するコリレーション補正処理を行うことを特徴とする回路装置。

【請求項2】

請求項 1 において、
前記制御部は、

前記コリレーション補正値の補間処理により前記対象物温度に対応する補正値を求め、
前記補間処理により求めた前記補正値に基づいて前記対象物温度の前記コリレーション補
正処理を行うことを特徴とする回路装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、
前記記憶部は、

前記複数の対象物温度ポイントの温度間隔情報を記憶することを特徴とする回路装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記記憶部は、

前記複数の対象物温度ポイントのスタート温度情報を記憶することを特徴とする回路装
置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、
前記記憶部は、

前記コリレーション補正値として設定可能な温度範囲と前記コリレーション補正値の 1
L S B あたりの温度刻みを可変に設定する設定情報を記憶することを特徴とする回路装置
。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記制御部は、

検査環境で得られた補正パラメータに基づいて前記対象物温度を補正し、補正後の前
記対象物温度に対して前記コリレーション補正処理を行うことを特徴とする回路装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記記憶部は、

温度特性についてのゲイン補正処理、オフセットについての補正処理、サーモパイルの
特性係数パラメータに基づく変換処理の少なくとも 1 つの補正処理の前記補正パラメ
ターを、前記検査環境で得られた前記補正パラメータとして記憶することを特徴とする
回路装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の回路装置と、

前記赤外線センサーと、
前記温度センサーと、

を含むことを特徴とする温度検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の回路装置を含むことを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

赤外線センサーを用いて検出された第 1 検出電圧についての A / D 変換を行って、デジ
タル値の第 1 検出値を出力し、温度センサーを用いて検出された第 2 検出電圧についての
A / D 変換を行って、デジタル値の第 2 検出値を出力し、

前記第 1 検出値と前記第 2 検出値に基づいて、対象物温度を求め、

対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について求める前記対象物温度との差
分を表すコリレーション補正値として、前記対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイン
トの、各対象物温度ポイントにおける前記コリレーション補正値と、前記各対象物温度ポ
イントにおける自己温度が異なる複数の自己温度ポイントの各自己温度ポイントにおける
前記コリレーション補正値と、を記憶し、

前記各対象物温度ポイントにおいて、前記第 2 検出値に基づいて前記自己温度を求め、

10

20

30

40

50

前記自己温度と前記各自己温度における少なくとも1つの前記コリレーション補正值とに基づいて前記対象物温度を補正するコリレーション補正処理を行うことを特徴とする温度検出方法。

【請求項11】

赤外線センサーと、温度センサーと、前記赤外線センサー及び前記温度センサーからの出力電圧に基づいて対象物温度を求める回路装置と、を含む温度検出装置の製造方法であって、

前記対象物温度を補正する補正パラメータを検査環境において求め、

前記補正パラメータを前記回路装置の記憶部に書き込み、

対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について前記回路装置が求める前記対象物温度との差分を表すコリレーション補正值として、前記対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイントの、各対象物温度ポイントにおける前記コリレーション補正值と、前記各対象物温度ポイントにおける自己温度が異なる複数の自己温度ポイントの各自己温度ポイントにおける前記コリレーション補正值と、を前記記憶部に書き込むことを特徴とする温度検出装置の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回路装置、温度検出装置、電子機器、温度検出方法及び温度検出装置の製造方法等に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来より、非接触で温度検出を行う装置として、サーモパイルを用いた温度検出装置が知られている。この温度検出装置は、対象物体の赤外線放射を検出するサーモパイル（赤外線センサー）と、サーモパイルの近傍に設けられ自己温度（周囲温度）を検出するサーミスター（温度センサー）とを有する。サーモパイルは、対象物温度と自己温度の温度差による起電力（起電圧）を発生する性質を持つ。従って、サーモパイルを用いて検出された検出電圧とサーミスターを用いて検出された検出電圧とに基づいて、対象物温度を検出することが可能になる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-48648号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような温度検出装置では、例えば製造工程等での検査環境において黒体の温度を測定できるように調整される。しかしながら、実際の使用環境では対象物は黒体とは限らないので、対象物の実際の温度と、その対象物について温度検出装置が測定した温度とが異なるという課題がある。想定する対象物はアプリケーションに応じて異なるので、測定誤差もアプリケーションに応じて異なっている。

40

【0005】

測定誤差の補正值を入力する手法として、例えば特許文献1には、補正值に対応する赤外線を補正装置から出力し、その赤外線を温度検出装置のサーモパイルで受信することで、非接触に補正值を温度検出装置に入力する手法が開示されている。しかしながら、この手法での補正值は製造ばらつき（装置の個体差）を補正するためのものであり、検査環境で調整した測定値と実使用環境での測定値との誤差を補正するものではない。

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、検査環境で調整した測定値と実使用環境での測定値と

50

の誤差を補正できる回路装置、温度検出装置、電子機器、温度検出方法及び温度検出装置の製造方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、赤外線センサーを用いて検出された第1検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値を出力し、温度センサーを用いて検出された第2検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値を出力する検出回路と、前記第1検出値と前記第2検出値に基づいて、対象物温度を求める制御部と、対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について前記制御部が求める前記対象物温度との差分を表すコリレーション補正値を記憶する記憶部と、を含み、前記制御部は、前記コリレーション補正値に基づいて前記対象物温度を補正するコリレーション補正処理を行う回路装置に係する。

10

【0008】

本発明の一態様によれば、記憶部に記憶されたコリレーション補正値に基づいて対象物温度を補正することで、対象物の実使用環境における温度と、その対象物について検出された対象物温度との差分を補正できる。これにより、検査環境で調整した測定値と実使用環境での測定値との誤差を補正することが可能となる。

【0009】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、前記対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイントの各対象物温度ポイントにおける前記コリレーション補正値を記憶し、前記制御部は、前記各対象物温度ポイントにおける少なくとも1つの前記コリレーション補正値に基づいて前記コリレーション補正処理を行ってもよい。

20

【0010】

実使用環境での測定値の誤差は対象物温度に応じて異なっている。この点、本発明の一態様では、複数の対象物温度ポイントにおける少なくとも1つのコリレーション補正値によってコリレーション補正を行うことができるので、広い温度範囲にわたって精度の高いコリレーション補正が可能である。

【0011】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、前記各対象物温度ポイントについて、自己温度が異なる複数の自己温度ポイントの各自己温度ポイントにおける前記コリレーション補正値を記憶し、前記制御部は、前記第2検出値に基づいて前記自己温度を求め、前記自己温度と前記各自己温度における少なくとも1つの前記コリレーション補正値とに基づいて前記コリレーション補正処理を行ってもよい。

30

【0012】

検査環境で調整した測定値と実使用環境での測定値との誤差は、赤外線センサーの自己温度に依存しており、自己温度は環境やアプリケーションに応じて変動する。この点、本発明の一態様では、複数の自己温度ポイントにおける少なくとも1つのコリレーション補正値によってコリレーション補正を行うことができるので、自己温度に依存しない高精度な温度測定が可能となる。

【0013】

また本発明の一態様では、前記制御部は、前記コリレーション補正値の補間処理により前記対象物温度に対応する補正値を求め、前記補間処理により求めた前記補正値に基づいて前記対象物温度の前記コリレーション補正処理を行ってもよい。

40

【0014】

このようにすれば、複数の対象物温度ポイントと複数の自己温度ポイントにおける複数のコリレーション補正値から、測定された対象物温度と自己温度に対応したコリレーション補正値を求めることができる。これにより、更に高精度なコリレーション補正が可能となる。

【0015】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、前記複数の対象物温度ポイントの温度間隔情

50

報を記憶してもよい。

【0016】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、前記複数の対象物温度ポイントのスタート温度情報を記憶してもよい。

【0017】

これらの本発明の一態様によれば、対象物温度ポイントを設定する温度範囲を可変に設定できる。測定する温度範囲はアプリケーションに応じて様々であるが、温度範囲を可変に設定できることで、使用したい温度範囲でコリレーション補正を行うことが可能となる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、前記コリレーション補正值として設定可能な温度範囲と前記コリレーション補正值の1LSBあたりの温度刻みを可変に設定する設定情報を記憶してもよい。

【0019】

検査環境で調整した測定値と実使用環境での測定値との誤差の範囲は、実使用環境における対象物に依存する。この点、本発明の一態様ではコリレーション補正值として設定可能な温度範囲が可変なので、誤差の範囲に応じたコリレーション補正值の範囲を設定できる。また、1LSBあたりの温度刻みを設定できるので、必要な補正精度でコリレーション補正值を行うことができる。

【0020】

また本発明の一態様では、前記制御部は、検査環境で得られた補正パラメータに基づいて前記対象物温度を補正し、補正後の前記対象物温度に対して前記コリレーション補正処理を行ってもよい。

【0021】

また本発明の一態様では、前記記憶部は、温度特性についてのゲイン補正処理、オフセットについての補正処理、サーモパイルの特性係数パラメータに基づく変換処理の少なくとも1つの補正処理の前記補正パラメータを、前記検査環境で得られた前記補正パラメータとして記憶してもよい。

【0022】

検査環境では例えばアプリケーションに依存しない対象物を用いて製造ばらつきを調整する。そのため、実使用環境での対象物について測定した温度には誤差がある。本発明の一態様によれば、このような誤差をコリレーション補正処理により補正できる。

【0023】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の回路装置と、前記赤外線センサーと、前記温度センサーと、を含む温度検出装置に関係する。

【0024】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載の回路装置を含む電子機器に関係する。

【0025】

また本発明の他の態様は、赤外線センサーを用いて検出された第1検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値を出力し、温度センサーを用いて検出された第2検出電圧についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値を出力し、前記第1検出値と前記第2検出値に基づいて、対象物温度を求め、対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について求める前記対象物温度との差分を表すコリレーション補正值を記憶し、前記コリレーション補正值に基づいて前記対象物温度を補正するコリレーション補正処理を行う温度検出方法に関係する。

【0026】

また本発明の他の態様は、赤外線センサーと、温度センサーと、前記赤外線センサー及び前記温度センサーからの出力電圧に基づいて対象物温度を求める回路装置と、を含む温度検出装置の製造方法であって、前記対象物温度を補正する補正パラメータを検査環境

10

20

30

40

50

において求め、前記補正パラメータを前記回路装置の記憶部に書き込み、対象物の実使用環境における温度と、前記対象物について前記回路装置が求める前記対象物温度との差分を表すコリレーション補正値を前記記憶部に書き込む温度検出装置の製造方法に係する。

【0027】

また本発明の他の態様では、前記対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイントの各対象物温度ポイントにおける前記コリレーション補正値を前記記憶部に書き込んでよい。

【0028】

また本発明の他の態様では、前記各対象物温度ポイントについて、自己温度が異なる複数の自己温度ポイントの各自己温度ポイントにおける前記コリレーション補正値を前記記憶部に書き込んでよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本実施形態の回路装置及びこれを含む温度検出装置の構成例。

【図2】本実施形態の回路装置の全体的動作の説明図。

【図3】コリレーション補正値の測定のフローチャート。

【図4】コリレーション補正処理のフローチャート。

【図5】コリレーション補正処理の詳細な説明図。

【図6】図6(A)～図6(C)は、コリレーション補正処理の設定パラメータの説明図。

20

【図7】サーモパイル用検出回路の構成の説明図。

【図8】図8(A)、図8(B)はサーミスター用検出回路の構成の説明図。

【図9】図9(A)、図9(B)は本実施形態の温度検出手法の説明図。

【図10】図10(A)、図10(B)は第1記憶部、第2記憶部に記憶される温度テーブルの例。

【図11】本実施形態の温度検出手法の詳細な処理例の説明図。

【図12】本実施形態の電子機器の構成例。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

30

【0031】

1. 回路装置、温度検出装置

図1に本実施形態の回路装置及びこの回路装置を含む温度検出装置の構成例を示す。本実施形態の回路装置(IC)は、検出回路10と制御部50を含む。また特性記憶部70、記憶部80(パラメータ記憶部)、出力部90、I/F部100を含むことができる。また本実施形態の温度検出装置は、回路装置と赤外線センサーと温度センサーとを含む。赤外線センサーは、集電素子型、熱電対型、またはボロメータ型のセンサー素子を用いてもよい。温度センサーは、熱電対またはサーミスターをセンサー素子として用いてもよい。図1の本実施形態は、赤外線センサーとしてサーモパイル2を、温度センサーとしてサーミスター4を含む。サーモパイル2は熱エネルギーを電気エネルギーに変換する素子(電気部品)である。サーモパイル2は例えば複数の熱電対を直列(又は並列)に接続することなどにより実現できる。サーミスター4は例えば温度変化に対して電気抵抗の変化が大きい抵抗体である。

40

【0032】

検出回路10は、サーモパイル2、サーミスター4の検出処理を行う。例えばサーモパイル2の一端(正極側)及び他端(負極側)は、回路装置の端子(パッド等)を介して検出回路10に電氣的に接続される。またサーミスター4の一端は回路装置の端子(パッド等)を介して検出回路10に電氣的に接続される。サーミスター4の他端は電源VSS(

50

GND)のノードに接続される。

【0033】

検出回路10は、サーモパイル2を用いて検出された第1検出電圧VD1についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値DT1を出力する。また検出回路10は、サーミスター4を用いて検出された第2検出電圧VD2についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値DT2を出力する。

【0034】

具体的には、検出回路10は、サーモパイル用検出回路20、サーミスター用検出回路30、A/D変換回路40を含む。サーモパイル用検出回路20はサーモパイル2の一端及び他端に接続され、第1検出電圧VD1をA/D変換回路40に出力する。例えばサーモパイル2の両端の電圧の信号増幅等を行って、第1検出電圧VD1を出力する。そしてA/D変換回路40は、この第1検出電圧VD1についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値DT1を出力する。

10

【0035】

サーミスター用検出回路30は基準電流源32(基準電流生成回路)を含む。そしてサーミスター用検出回路30は、この基準電流源32からの基準電流がサーミスター4に流れることで生成される第2検出電圧VD2を、A/D変換回路40に出力する。A/D変換回路40は、この第2検出電圧VD2についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値DT2を出力する。

【0036】

20

制御部50は、回路装置の各種の制御処理や各種の演算処理を行う。この制御部50はゲートアレイ回路などのロジック回路やプロセッサ等により実現できる。

【0037】

特性記憶部70は第1記憶部72、第2記憶部74、第3記憶部76を含む。特性記憶部70は例えばROM等のメモリーにより実現できる。記憶部80は各種のパラメータを記憶する。記憶部80は、例えばOTP(One Time Programmable ROM)等の不揮発性メモリー(電氣的に情報のプログラミングが可能なメモリー)により実現できる。

【0038】

出力部90は、制御部50で測定された温度検出結果をアナログ信号にD/A変換して外部に出力する。I/F(インターフェース)部100は、外部デバイスとのインターフェース処理を行うものである。このI/F部100を介して、制御部50は、温度検出結果をデジタル信号として外部デバイス(マイクロコンピューター、コントローラー等)へ出力する。また、I/F部100を介して、外部デバイスは、回路装置への各種パラメータ等の設定が可能になる。

30

【0039】

図2は本実施形態の回路装置の全体的動作を説明する図である。本実施形態では、まず回路装置の機能設定・調整を行った後に、サーモパイル2とサーミスター4を用いた実際の温度計測を行う。

【0040】

40

図2の機能設定・調整は、例えば回路装置(温度検出装置)の製造時に行われる。具体的には、まず回路装置の各種の機能設定やセンサー係数のパラメータを、記憶部80(OTP)に書き込む(ステップS1)。機能設定は、例えば温度測定範囲、測定時間、或いは温度測定結果の出力形式等の設定である。センサー係数はサーモパイル2の感度係数等である。

【0041】

次に管理温度での測定を行う(ステップS2)。この管理温度での測定は、自己温度(周囲温度)や対象物温度を所定温度に設定して行う測定(温度検出処理)である。例えば管理温度は、自己温度=25度、対象物温度=70度(或いは自己温度=25度、対象物温度=25度等)となる温度設定である。そして、この管理温度での測定結果に基づいて、温度測定のための補正パラメータを算出し、記憶部80に書き込む(ステップS3)

50

。補正パラメータは、実際の温度測定時に、温度測定の検出結果に基づき対象物温度や自己温度を演算する際に使用するパラメータである。

【 0 0 4 2 】

そして、このように機能設定・調整が行われた回路装置を用いて、実際の温度測定を行う（ステップ S 4）。そして制御部 5 0 は、検出回路 1 0 の検出結果（D T 1、D T 2）と、ステップ S 3 で求められた補正パラメータに基づいて、補正演算を行って、対象物温度や自己温度などの温度測定結果を出力する（ステップ S 5）。

【 0 0 4 3 】

2 . コリレーション補正処理

図 2 の温度計測での補正演算では、回路装置やサーモパイル 2、サーミスター 4 の製造ばらつき（個体差）を補正する処理と、コリレーション補正とを行う。コリレーション補正は、製造ばらつきの補正とは異なり、製造ばらつきを補正した後の測定値と、アプリケーションに応じて想定した実際の対象物の温度との誤差を、更に補正するものである。以下、本実施形態が行うコリレーション補正について説明する。

【 0 0 4 4 】

図 3 に、コリレーション補正值の測定（コリレーション評価）のフローチャートを示す。このフローは、図 2 の機能設定・調整において実行する。

【 0 0 4 5 】

まず、検査環境において、製造ばらつきの補正に用いる補正パラメータを測定する（ステップ S 3 1）。検査環境とは、温度測定の対象として、アプリケーションに依存しない理想的な対象物（例えば、黒体輻射を行う物体）を設置し、その対象物を所与の管理温度に設定し、その対象物について温度測定を行う環境のことである。

【 0 0 4 6 】

この検査環境における測定では、管理温度の対象物について実際に測定した温度が温度検出装置の固体毎に異なっており、その個体差を補正するための補正パラメータを求める。そして、その補正パラメータを記憶部 8 0（O T P）に書き込む（ステップ S 3 2）。

【 0 0 4 7 】

次に、実使用環境において、コリレーション補正に用いるコリレーション補正值を測定する（ステップ S 3 3）。実使用環境とは、温度検出装置を組み込んだ最終製品のアプリケーションにおいて実際に測定対象となる物体を想定した（同一の、又は模擬した）対象物を設置し、その対象物について温度測定を行う環境のことである。実使用環境における測定とは言え、製造工程での検査で行うのは検査環境における測定と同じである。

【 0 0 4 8 】

この実使用環境における測定では、上記の補正パラメータにより製造ばらつきが補正されるので、温度検出装置の各固体は、同一温度の同一対象物に対してほぼ同じ測定値を出力する。しかしながら、対象物が検査環境とは異なるので、対象物の実際の温度（例えば本実施形態の温度検出装置でない温度計で測定した温度）と、温度検出装置で測定した温度とが異なっている。例えば、エアコンディショナーでは室内の壁や人を対象物として想定でき、或いは I H ヒーターでは鍋やフライパン等の調理器具を対象物として想定できる。これらの対象物は、理想的な黒体輻射を行うわけではない（同じ温度の黒体とは赤外線量が異なる）ので、対象物の実際の温度と、温度検出装置で測定した温度は異なったものとなる。本実施形態では、その差分をコリレーション補正值として記憶部 8 0（O T P）に書き込む（ステップ S 3 4）。

【 0 0 4 9 】

図 4 に、上記のコリレーション補正值を用いたコリレーション補正処理のフローチャートを示す。このフローは、図 2 の温度計測において実行する。

【 0 0 5 0 】

まず、不図示のメモリー（例えば R A M 等）に記憶された自己温度の測定結果と対象物温度の測定結果を読み出す（ステップ S 4 1、S 4 2）。これらの測定結果は、製造ばら

10

20

30

40

50

つきの補正を施した後の自己温度と対象物温度である。例えば図 11 で後述する温度検出手法では、ステップ S 14 ~ S 16 においてサーモパイル 2 による第 1 検出値 D T 1 の製造ばらつきを補正し、補正した第 1 検出値 D T 1 と自己温度に基づいてステップ S 17 ~ S 19 において対象物温度を求める。この対象物温度と自己温度は不図示のメモリーに一時的に記憶される。

【 0 0 5 1 】

次に、記憶部 80 (O T P) からコリレーション補正値を読み出し、そのコリレーション補正値に基づいて対象物温度を補正する (ステップ S 43)。具体的には、測定された自己温度と対象物温度に対応する補正値を、記憶部 80 (O T P) から読み出したコリレーション補正値に基づいて求め、その補正値を対象物温度に加算して対象物温度を補正する。

10

【 0 0 5 2 】

次に、コリレーション補正した対象物温度を外部に出力する (ステップ S 44)。即ち、コリレーション補正したデジタル値の対象物温度を出力部 90 が D / A 変換してアナログ出力する。或いは、コリレーション補正したデジタル値の対象物温度を I / F 部 100 を介して外部デバイスに出力する。

【 0 0 5 3 】

3 . コリレーション補正処理の詳細

図 5 ~ 図 6 (C) を用いて、コリレーション補正処理について更に詳細に説明する。

【 0 0 5 4 】

図 5 に示すように、本実施形態では第 1 ~ 第 4 の対象物温度ポイント $t_{obj}[0] \sim t_{obj}[3]$ の各対象物温度において第 1 ~ 第 4 の自己温度ポイント $t_a[0] \sim t_a[3]$ のコリレーション補正値を測定し、記憶部 80 (O T P) に記憶しておく。対象物温度ポイント $t_{obj}[j]$ 、自己温度ポイント $t_a[i]$ のコリレーション補正値を $c[i, j]$ とする (i, j は 0 以上 3 以下の整数) と、 $c[i, j]$ は 4×4 個のマトリックス状の温度ポイントにおけるコリレーション補正値である。コリレーション補正値は 4×4 個のマトリックスと異なるマトリックスの温度ポイントを記憶して用いてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

温度検出を行う際には、測定された対象物温度と自己温度に対応する補正値を、マトリックス状の温度ポイントにおけるコリレーション補正値 $c[i, j]$ から求める。測定された対象物温度と自己温度が、コリレーション補正値が存在する温度ポイントに一致している場合には、そのコリレーション補正値を、測定された対象物温度に加算する。検出した対象物温度と自己温度が、コリレーション補正値が存在する温度ポイントに一致しない場合には、検出した対象物温度と自己温度の周囲に存在する少なくとも 1 つのコリレーション補正値に基づいてコリレーション補正値を算出し、測定された対象物温度に加算してもよい。例えば、検出した対象物温度と自己温度に対して最も近傍の温度ポイントのコリレーション補正値に基づいてコリレーション補正値を算出してもよい。あるいは、検出した対象物温度と自己温度に対して近傍の温度ポイントにおける少なくとも 2 つ以上のコリレーション補正値に基づいて補間処理を行い、補正値を算出してもよい。

30

【 0 0 5 6 】

例えば、対象物温度 t_{objA} 、自己温度 t_{aA} が測定されたとする。この場合、測定値が温度ポイントの間にあるので、内挿により補正値 P_A を求める。即ち、周囲 4 ポイントの補正値 $c[2, 2]$ 、 $c[2, 3]$ 、 $c[3, 2]$ 、 $c[3, 3]$ を用いて下式 (1) により補正値 P_A を求める。

40

【数 1】

$$\begin{aligned}
 PA1 &= c[2,2] + \frac{tobA - tobj[2]}{tobj[3] - tobj[2]} \times (c[2,3] - c[2,2]) \\
 PA2 &= c[3,2] + \frac{tobA - tobj[2]}{tobj[3] - tobj[2]} \times (c[3,3] - c[3,2]) \quad (1) \\
 PA &= PA1 + \frac{taA - ta[2]}{ta[3] - ta[2]} \times (PA2 - PA1)
 \end{aligned}$$

10

【0057】

また、対象物温度 $tobB$ 、自己温度 taB が測定された場合、自己温度の測定値がマトリックスの外側なので、自己温度については外挿を行って補正值 PB を求める。即ち、下式(2)により補正值 PB を求める。

【数 2】

$$\begin{aligned}
 PB1 &= c[1,0] + \frac{tobB - tobj[0]}{tobj[1] - tobj[0]} \times (c[1,1] - c[1,0]) \\
 PB2 &= c[0,0] + \frac{tobB - tobj[0]}{tobj[1] - tobj[0]} \times (c[0,1] - c[0,0]) \quad (2) \\
 PB &= PB1 + \frac{taB - ta[1]}{ta[0] - ta[1]} \times (PB2 - PB1)
 \end{aligned}$$

20

【0058】

また、対象物温度 $tobC$ 、自己温度 taC が測定された場合、対象物温度の測定値がマトリックスの外側なので、対象物温度については外挿を行って補正值 PC を求める。即ち、下式(3)により補正值 PC を求める。

30

【数 3】

$$\begin{aligned}
 PC1 &= c[1,2] + \frac{tobC - tobj[2]}{tobj[3] - tobj[2]} \times (c[1,3] - c[1,2]) \\
 PC2 &= c[0,2] + \frac{tobC - tobj[2]}{tobj[3] - tobj[2]} \times (c[0,3] - c[0,2]) \quad (3) \\
 PC &= PC1 + \frac{taC - ta[1]}{ta[0] - ta[1]} \times (PC2 - PC1)
 \end{aligned}$$

40

【0059】

上記の対象物温度ポイントと自己温度ポイントは、図6(A)、図6(B)に示す設定パラメータにより可変に設定可能である。また、図6(C)に示す設定パラメータによりコリレーション補正值の温度範囲と精度を可変に設定可能である。これらの設定パラメータは、図2の機能設定・調整において記憶部80(OTP)に書き込まれる。

【0060】

図6(A)に示す Cor_ta は、自己温度ポイントを設定するパラメータである。自己温度はサーモパイル2の温度を測定したものであるため、環境温度や対象物からの輻射(対象物温度)に影響される。それらを考慮し、実使用環境で用いる自己温度の範囲に対応

50

した `Cor__ta` を設定する。

【0061】

図6(B)に示す `Cor__tobj[2:0]` は、対象物温度ポイントの間隔を設定するパラメータである。また、`Tst` は、対象物温度ポイントの開始温度を設定するパラメータである。例えば、アプリケーションに応じて高精度に測定したい対象温度の範囲に対応した `Cor__tobj[2:0]` と `Tst` を設定する。

【0062】

図6(C)に示す `Cor__form[1:0]` は、コリレーション補正值として設定可能な温度範囲とコリレーション補正值の1LSBあたりの温度ステップを設定するパラメータである。具体的には、測定された対象物温度は例えば12ビットのデータであり、LSBから5ビット目が整数第1桁である。`Cor__form[1:0]` は、例えば8ビットのデータであるコリレーション補正值のLSBから何ビット目を整数第1桁として対象物温度に加算するかを設定する。コリレーション補正值の `bit7` (MSB) は正負の符号を表すので、下位7ビット (`bit0 ~ bit6`) の各ビットが何度に対応するかが決まる。例えば `Cor__form[1:0] = "00"` の場合、コリレーション補正值は -63.5 度 $\sim +63.5$ 度の範囲で設定可能であり、1LSBの温度ステップは 0.5 度となる。

【0063】

以上の実施形態によれば、検出回路10は、サーモパイル2(赤外線センサー)を用いて検出された第1検出電圧 `VD1` についてのA/D変換を行って、デジタル値の第1検出値 `DT1` を出力し、サーミスター4(温度センサー)を用いて検出された第2検出電圧 `VD2` についてのA/D変換を行って、デジタル値の第2検出値 `DT2` を出力する。制御部50は、第1検出値 `DT1` と第2検出値 `DT2` に基づいて、対象物温度を求める。記憶部80(OTP)は、対象物の実使用環境における温度と、対象物について制御部50が求める対象物温度との差分を表すコリレーション補正值を記憶する。そして、制御部50は、コリレーション補正值に基づいて対象物温度を補正するコリレーション補正処理を行う。

【0064】

上述したように、回路装置は出荷検査等において測定値を調整するが、その検査環境と、回路装置のユーザーが想定する実使用環境は一般には異なるものである。そのため、実使用環境での対象物の実際の温度と回路装置が検出した対象物温度は異なる場合がある。この点、本実施形態によれば、その差分を表すコリレーション補正值を記憶しておくことにより、回路装置が検出した対象物温度を補正できる。これにより、アプリケーションに応じた対象物の温度を正しく測定することが可能となる。

【0065】

具体的には、記憶部80は、対象物温度が異なる複数の対象物温度ポイント `tobj[0] ~ tobj[3]` の各対象物温度ポイントにおけるコリレーション補正值を記憶する。例えば、自己温度ポイント `ta[0]` では、`tobj[0] ~ tobj[3]` に対応してコリレーション補正值 `c[0,0] ~ c[0,3]` を記憶する。そして、制御部50は、その各対象物温度ポイントにおけるコリレーション補正值に基づいてコリレーション補正処理を行う。

【0066】

検査環境では例えば黒体等を対象物とするが、その黒体の輻射スペクトル(赤外線スペクトル)と、実使用環境での対象物の輻射スペクトルとの違いが、測定温度の誤差となる。このスペクトルの違いは一般に温度に依存するので、対象物温度に応じて測定温度の誤差が異なる。この点、本実施形態では複数の対象物温度ポイントにおける複数のコリレーション補正值を記憶できるので、実際に使用する広い温度範囲にわたって精度の高いコリレーション補正が可能となる。

【0067】

また、記憶部80は、各対象物温度ポイントについて、自己温度が異なる複数の自己温

10

20

30

40

50

度ポイント $t a [0] \sim t a [3]$ の各自己温度ポイントにおけるコリレーション補正値を記憶する。例えば、 $t o b j [0]$ では、 $t a [0] \sim t a [3]$ におけるコリレーション補正値 $c [0 , 0] \sim c [3 , 0]$ を記憶する。そして、制御部 50 は、自己温度と各自己温度ポイントにおけるコリレーション補正値とに基づいてコリレーション補正処理を行う。

【 0 0 6 8 】

検査環境では所定の自己温度（管理温度。例えば 25 度）で測定値を調整する。しかしながら、実使用環境では自己温度は様々である。例えばエアコンディショナーでは気温に応じて自己温度が異なり、或いは IH ヒーターでは過熱された調理器具により自己温度が高くなる。サーモパイル 2 の起電圧は図 9 (A) で後述する理論式で表されるが、本実施形態では、この理論式通りの起電圧が得られることを前提に測定値を算出している。そのため、この理論式が正しい限りは、管理温度で測定値を調整しておくことで、それ以外の自己温度でも正しい測定値が得られる。しかしながら、実際に得られる起電圧と理論式の間には多少の誤差があるため、管理温度で測定値を調整しただけでは、それ以外の自己温度において測定温度に誤差が生じる。この点、本実施形態では複数の自己温度ポイントにおける複数のコリレーション補正値を記憶できるので、自己温度に応じたコリレーション補正が可能となり、自己温度に依存しない高精度な温度測定が可能となる。

【 0 0 6 9 】

図 5 で説明したように、制御部 50 は、コリレーション補正値 $c [0 , 0] \sim c [3 , 3]$ の補間処理により対象物温度に対応する補正値（例えば $P A$ ）を求め、その補間処理により求めた補正値に基づいて対象物温度のコリレーション補正処理を行う。例えば、測定された対象物温度 $t o b A$ の近傍の 2 つの対象物温度ポイント $t o b j [2]$ 、 $t o b j [3]$ を選択し、測定された自己温度 $t a A$ の近傍の 2 つの対象物温度ポイント $t a [2]$ 、 $t a [3]$ を選択する。そして、それらの温度ポイントでの 2×2 個のコリレーション補正値 $c [2 , 2]$ 、 $c [2 , 3]$ 、 $c [3 , 2]$ 、 $c [3 , 3]$ を補間処理してコリレーション補正値 $P A$ を求める。

【 0 0 7 0 】

このようにすれば、複数の対象物温度ポイントと複数の自己温度ポイントから構成されたマトリックスの温度ポイントにおけるコリレーション補正値から、測定された対象物温度と自己温度に対応したコリレーション補正値を求めることができる。本実施形態では複数の温度ポイントを設けたことで高精度なコリレーション補正を実現しているが、このような補間処理によって更に高精度なコリレーション補正が可能となる。

【 0 0 7 1 】

図 6 (B) で説明したように、記憶部 80 は、複数の対象物温度ポイント $t o b j [0] \sim t o b j [3]$ の温度間隔情報（パラメータ $C o r _ t o b j [2 : 0]$ ）を記憶する。また、記憶部 80 は、複数の対象物温度ポイント $t o b j [0] \sim t o b j [3]$ のスタート温度情報（パラメータ $T s t$ ）を記憶する。

【 0 0 7 2 】

実際のアプリケーションでは、測定する温度範囲は様々である。例えばエアコンディショナーでは気温の変動範囲程度を測定し、或いは IH ヒーターでは数百度の高温まで測定する。この点、本実施形態によれば、対象物温度ポイントの間隔やスタート温度を設定できるので、アプリケーションに応じた温度範囲にコリレーション補正値を配置でき、その温度範囲で正確なコリレーション補正を行うことができる。或いは、使用する温度範囲の中で、特に高精度な測定が必要な温度範囲があれば、その温度範囲にコリレーション補正値を配置することも可能である。

【 0 0 7 3 】

図 6 (C) で説明したように、記憶部 80 は、コリレーション補正値として設定可能な温度範囲とコリレーション補正値の $1 L S B$ あたりの温度刻みを可変に設定する設定情報（パラメータ $C o r _ f o r m [1 : 0]$ ）を記憶する。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

実際のアプリケーションに応じて、想定される対象物は異なる。例えばエアコンディショナーでは室内の壁等が対象物であり、或いはIHヒーターでは調理器具等が対象物である。この対象物の違いによってコリレーション補正値の大きさは異なっている。この点、本実施形態によれば、コリレーション補正値として設定可能な温度範囲を設定できるので、対象物に応じた温度範囲のコリレーション補正値を設定できる。また、コリレーション補正値で補正する温度範囲が小さい場合には、温度範囲を狭く設定しておくことで1LSBの温度ステップを小さくでき、コリレーション補正値の精度を上げることが可能である。

【0075】

図3、図4で説明したように、制御部50は、検査環境で得られた補正パラメータに基づいて対象物温度を補正し、その補正後の対象物温度に対してコリレーション補正処理を行う。図11等で後述するように、記憶部80は、温度特性についてのゲイン補正処理（ステップS15）、オフセットについての補正処理（ステップS14）、サーモパイル2の特性係数パラメータGSに基づく変換処理（ステップS16）の少なくとも1つの補正処理の補正パラメータである。

10

【0076】

図3で説明したように、検査環境ではアプリケーションに依存しない対象物を用いて製造ばらつき（サーモパイル、サーミスター、回路装置の個体差）を調整する。そのため、アプリケーション毎の実使用環境で用いた場合には、測定した温度に誤差が生じる。本実施形態では、このような誤差を上述したコリレーション補正処理により補正し、正確な温度計測を可能にする。

20

【0077】

4.サーモパイル用検出回路

以下、本実施形態の温度検出手法について詳細に説明する。まず、検出回路10について詳細に説明する。

【0078】

図7にサーモパイル用検出回路20の構成例を示す。サーモパイル用検出回路20は、増幅回路22、ゲイン調整回路24、基準電圧生成回路26を含む。

【0079】

増幅回路22は、例えばスイッチドキャパシタ回路を用いた演算増幅器OPA1により構成される。そして増幅回路22（演算増幅器OPA1）は、第1入力端子（反転入力端子）にサーモパイル2の一端（正側端子）が接続され、第2入力端子（非反転入力端子）にサーモパイル2の他端（負側端子）が接続される。また増幅回路22の第1入力端子のノードはバイアス電圧VBSに設定される。また増幅回路22には、その出力電圧VAQの基準となる電圧として、基準電圧生成回路26により生成された基準電圧VREFが供給される。

30

【0080】

増幅回路22は、サーモパイル2に発生した起電圧 $V_{TP} = T_{HPP} - T_{HPM}$ を増幅する。例えば増幅回路22のゲインをGC（例えば $GC = 20$ ）とした場合に、増幅回路22の出力電圧VAQは、例えば下式（4）のように表すことができる。

40

$$V_{AQ} = -GC \cdot V_{TP} + V_{REF} \quad (4)$$

【0081】

ゲイン調整回路24（プログラマブルゲインアンプ）は、演算増幅器OPA2と、抵抗RA1、RA2により構成される。抵抗RA1の一端は増幅回路22（演算増幅器OPA1）の出力端子に接続され、抵抗RA1の他端は演算増幅器OPA2の第1入力端子（反転入力端子）に接続される。抵抗RA2の一端は演算増幅器OPA2の第1入力端子に接続され、抵抗RA2の他端は演算増幅器OPA2の出力端子に接続される。演算増幅器OPA2の第2入力端子（非反転入力端子）には、基準電圧生成回路26により生成された基準電圧VREFが供給される。抵抗RA2はその抵抗値が可変となる可変抵抗である。抵抗RA2の抵抗値を設定することで、ゲイン調整回路24のゲインが設定される。

50

【 0 0 8 2 】

ゲイン調整回路 2 4 は、増幅回路 2 2 の出力電圧 $V A Q$ を、基準電圧 $V R E F$ を基準にして、設定されたゲインで増幅し、第 1 検出電圧 $V D 1$ を出力する。例えば抵抗 $R A 1$ 、 $R A 2$ の抵抗値を $R 1$ 、 $R 2$ とすると、ゲイン調整回路 2 4 のゲインは $G A = R 2 / R 1$ となる。従って、ゲイン調整回路 2 4 の出力電圧である第 1 検出電圧 $V D 1$ は下式 (5) のように表すことができる。

$$\begin{aligned} V D 1 &= - (R 2 / R 1) \cdot (V A Q - V R E F) + V R E F \\ &= - G A \cdot (V A Q - V R E F) + V R E F \quad (5) \end{aligned}$$

【 0 0 8 3 】

上式 (4)、(5) から第 1 検出電圧 $V D 1$ は下式 (6) のように表すことができる。

$$V D 1 = G C \cdot G A \cdot V T P + V R E F \quad (6)$$

【 0 0 8 4 】

A / D 変換回路 4 0 は第 1 検出電圧 $V D 1$ についての A / D 変換を行う。そして第 1 検出電圧 $V D 1$ の A / D 変換により得られたデジタル値の第 1 検出値 $D T 1$ (第 1 電圧データ) を制御部 5 0 に出力する。なお A / D 変換回路 4 0 は基準電圧 $V R E F$ についての A / D 変換も行い、基準電圧 $V R E F$ に対応するデジタル値についても制御部 5 0 に出力する。

【 0 0 8 5 】

なお以上では、増幅回路 2 2 (演算増幅器 $O P A 1$) やゲイン調整回路 2 4 のオフセット電圧については詳細に説明していないが、制御部 5 0 はこれらのオフセット電圧の補正処理 (オフセットのキャンセル処理) についても行う。またゲイン調整回路 2 4 のゲイン $G A$ や基準電圧 $V R E F$ の値については、図 1 の I / F 部 1 0 0 等を介して可変に設定することができる。これにより、サーモパイル 2 の感度、温度範囲、精度等を考慮して、ゲイン $G A$ や基準電圧 $V R E F$ を設定できるようになる。

【 0 0 8 6 】

5 . サーミスター用検出回路

図 8 (A)、図 8 (B) はサーミスター用検出回路 3 0 の構成について説明する図である。図 8 (A) に示すようにサーミスター用検出回路 3 0 は基準電流源 3 2 を含む。そして基準電流源 3 2 からの基準電流 $I R E F$ がサーミスター 4 に流れることにより生成される電圧が、第 2 検出電圧 $V D 2$ として A / D 変換回路 4 0 に出力される。そして A / D 変換回路 4 0 は、第 2 検出電圧 $V D 2$ についての A / D 変換を行い、第 2 検出電圧 $V D 2$ の A / D 変換により得られたデジタル値の第 2 検出値 $D T 2$ を制御部 5 0 に出力する。制御部 5 0 は、第 2 検出値 $D T 2$ により第 3 記憶部 7 6 ($R O M 3$) を参照することで、自己温度を求める。例えば図 8 (B) は、サーミスター 4 の検出電圧の温度特性の例を示す図である。図 8 (B) に示すように、サーミスター 4 の検出電圧により自己温度を求めることができる。例えば第 3 記憶部 7 6 は、自己温度の値と第 2 検出値 $D T 2$ ($V D 2$) とを対応づけて記憶する。例えば自己温度の値と第 2 検出値 $D T 2$ とが対応づけられた温度テーブルを記憶する。従って、制御部 5 0 は、A / D 変換回路 4 0 からの第 2 検出値 $D T 2$ と、第 3 記憶部 7 6 と用いて、自己温度を求めることができる。例えば、第 2 検出値 $D T 2$ に対応する自己温度の値を、例えば第 3 記憶部 7 6 に記憶される温度テーブルを用いて検索することで、自己温度を求めることができる。

【 0 0 8 7 】

6 . 本実施形態の温度検出手法

次に本実施形態の温度検出手法 (温度検出方法) について詳細に説明する。本実施形態では以下に説明する手法により対象物温度や自己温度を検出している。

【 0 0 8 8 】

図 9 (A) は、サーモパイル 2 が生成する起電圧 $V T P$ (起電力) の算出式 (理論式) の例である。 $T P$ は対象物温度、 $T T H$ は自己温度 (サーミスター温度)、 S はサーモパイル 2 の特性係数である。この特性係数 S (単位は V) は、例えば自己温度 $T T H = 2 5$ 度、対象物温度 $T P = 7 0$ 度の場合にサーモパイル 2 が生成する起電圧に相当する。 G は

特性バラツキ係数(0.8~1.2)であり、 V_{TPOF} はサーモパイル2のオフセット電圧である。 G はゲイン・バラツキに相当する。 V_{TPOF} は、例えば自己温度 T_{TH} と対象物温度 T_P が等しい場合(例えば $T_{TH} = T_P = 25$ 度)にサーモパイル2が発生する起電圧に相当する。これらの G 、 V_{TPOF} はサーモパイル2の素子バラツキ要因として、起電圧 V_{TP} に影響を与える。

【0089】

図9(B)に示すように、起電圧 V_{TP} は、サーモパイル単体の起電圧である第1起電圧 V_{TP0} と、自己温度 T_{TH} により発生する起電圧である第2起電圧 V_{TH} と、オフセット電圧 $V_0 (= V_{TPOF})$ とに分けることができる。第1起電圧 V_{TP0} は、対象物温度 T_P と自己温度 T_{TH} の温度差により発生する起電圧である。第2起電圧 V_{TH} は、自己温度 T_{TH} のみに起因する起電圧である。オフセット電圧 V_0 は、対象物温度 T_P と自己温度 T_{TH} の温度差が0である場合にも発生する起電圧である。

10

【0090】

図9(B)の S は、図9(A)のサーモパイル2の特性係数 S とは意味合いが異なり、図9(B)の S は特性記憶部70に温度データを記憶する場合のROM係数 S である。

【0091】

本実施形態では、例えばROM係数 $S = 472$ 、 $G = 1.0$ とした場合の第1起電圧 V_{TP0} の計算結果を、温度判定データとして第1記憶部72に記憶する。具体的には、対象物温度 T_P の値と第1起電圧 V_{TP0} の値とを対応づけて第1記憶部72に記憶する。

20

【0092】

また $S = 472$ 、 $G = 1.0$ とした場合の第2起電圧 V_{TH} の計算結果を、温度判定データとして第2記憶部74に記憶する。具体的には、自己温度 T_{TH} の値と第2起電圧 V_{TH} の値とを対応づけて第2記憶部74に記憶する。

【0093】

図10(A)、図10(B)に第1記憶部72、第2記憶部74に記憶される温度テーブル(温度判定データ)の例を示す。図10(A)に示すように、例えば -31 度 $T_P < 204$ 度では、ROM係数 $S = 472$ として、各対象物温度 T_P における第1起電圧 V_{TP0} の値(ROM値)であるROM1(T_P)を計算している。一方、例えば 204 度 $T_P = 401$ 度では、ROM係数 $S = 118$ として、ROM1(T_P)を計算している。また図10(B)に示すように、例えば -21 度 $T_{TH} = 106$ 度において、各自己温度 T_{TH} における第2起電圧 V_{TH} の値(ROM値)であるROM2(T_{TH})を計算している。

30

【0094】

第1記憶部72(第2記憶部74)の有効桁数は12ビット $= 4096$ となっており、ROM1(T_P)が12ビット $= 4096$ 内に収まるように、ROM係数 $S = 472$ に設定している。この場合に対象物温度 T_P が 204 度になると、ROM1(T_P) $= 4103$ となり、12ビット $= 4096$ の有効桁数を超えてしまうため、 $T_P = 204$ 度では、ROM係数 $S = 472 / 4 = 118$ に設定している。そして、温度判定時に判定対象となる測定結果を1/4倍にすることで、 $T_P = 204$ 度の場合に対処する。

40

【0095】

本実施形態では、サーモパイル2の起電圧 V_{TP} が図9(B)のように表すことができる点に着目して、以下に説明する温度検出手法を採用している。

【0096】

まず、本実施形態では、図1で説明したように、サーモパイル2、サーミスター4を用いて検出された第1検出電圧 V_{D1} 、第2検出電圧 V_{D2} についてのA/D変換を行って、第1検出値 D_{T1} 、第2検出値 D_{T2} を求める。第1検出値 D_{T1} は起電圧 V_{TP} に対応する。

【0097】

そして第2検出値 D_{T2} から自己温度 T_{TH} を求める。例えば図8(A)、図8(B)

50

で説明したように、サーミスター 4 の第 2 検出電圧 V_{D2} を A/D 変換することで得られた第 2 検出値 D_{T2} に対応する自己温度 T_{TH} の値を、第 3 記憶部 76 の温度テーブルを用いて検索することで、自己温度 T_{TH} を求める。

【0098】

次に、求められた自己温度 T_{TH} に基づき自己温度 T_{TH} に対応する第 2 起電圧 V_{TH} の値を求める。具体的には図 9 (B) で説明したように、自己温度 T_{TH} の値に基づいて、第 2 記憶部 74 から、自己温度 T_{TH} に対応する第 2 起電圧 V_{TH} の値を読み出す。即ち、ROM 係数 $S = 472$ として第 2 起電圧 V_{TH} の値を、予め計算しておき、自己温度 T_{TH} の値に対応づけて第 2 記憶部 74 に記憶しておく。そして、第 2 検出値 D_{T2} に基づき求められた自己温度 T_{TH} に基づいて、第 2 記憶部 74 から、対応する第 2 起電圧 V_{TH} の値を読み出す。

10

【0099】

そして、第 1 検出値 D_{T1} (V_{TP}) と、求められた第 2 起電圧 V_{TH} の値とに基づいて、対象物温度 T_P に対応する第 1 起電圧 V_{TP0} の値を求める。例えば図 9 (B) に示す式から明らかのように、第 1 検出値 D_{T1} に対応する起電圧 V_{TP} の値に、第 2 起電圧 V_{TH} の値を加算し、オフセット電圧 V_0 (V_{TPOF}) の値を減算することで、第 1 起電圧 V_{TP0} の値を求めることができる。

【0100】

次に、求められた第 1 起電圧 V_{TP0} の値に基づいて、対象物温度 T_P を求める。具体的には、第 1 起電圧 V_{TP0} の値に対応する対象物温度 T_P の値を、第 1 記憶部 72 の温度テーブルを用いて検索することで、対象物温度 T_P を求める。即ち、ROM 係数 $S = 472$ (118) として、第 1 起電圧 V_{TP0} の値を予め計算しておき、対象物温度 T_P の値に対応づけて第 1 記憶部 72 に記憶しておく。そして、第 1 検出値 D_{T1} (V_{TP}) と第 2 起電圧 V_{TH} (及びオフセット電圧 V_0) から求められた第 1 起電圧 V_{TP0} の値に対応する対象物温度 T_P の値を、第 1 記憶部 72 の温度テーブルを用いて検索することで、対象物温度 T_P を求める。

20

【0101】

以上のようにして本実施形態では、サーモパイル 2 の第 1 検出電圧 V_{D1} やサーミスター 4 の第 2 検出電圧 V_{D2} から対象物温度 T_P や自己温度 T_{TH} を求めている。これにより、様々な特性係数のサーモパイル 2 を用いた場合にも、対象物温度 T_P を、少ない処理

30

負荷で求めることが可能になる。

【0102】

即ち、本実施形態の比較例の手法として、アナログ回路によるアナログ処理だけで対象物温度 T_P を求める手法が考えられる。しかしながら、この比較例の手法では、ゲイン調整のみで温度補正等を行っているため、広い温度範囲やサーモパイル 2 の特性係数に合わせた調整処理を行うことが困難であった。

【0103】

これに対して本実施形態では、サーモパイル 2 の第 1 検出電圧 V_{D1} 、サーミスター 4 の第 2 検出電圧 V_{D2} をデジタル値の第 1 検出値 D_{T1} 、第 2 検出値 D_{T2} に変換し、デジタル処理により対象物温度 T_P を求めている。具体的には、図 9 (B) に示すように、起電圧 V_{TP} の式が、第 1 起電圧 V_{TP0} 、第 2 起電圧 V_{TH} 、オフセット電圧 V_0 の項に分かれることを有効活用して、対象物温度 T_P を求めている。従って、アナログ回路によるアナログ処理により対象物温度 T_P を求める比較例の手法に比べて、様々な特性係数のサーモパイル 2 が用いられた場合にも、対象物温度 T_P を高い精度で求めることが可能になる。即ち、比較例の手法では、特定の特性係数のサーモパイル 2 に合わせてアナログ回路の回路定数を設定した場合に、この設定とは異なる特性係数のサーモパイル 2 に対応することは困難である。これに対して本実施形態では、第 1 検出値 D_{T1} 、第 2 検出値 D_{T2} を用いたデジタル処理により対象物温度 T_P を求めている。従って、様々な特性係数のサーモパイル 2 に対応した補正処理を行って、高い精度で対象物温度 T_P を求めることができる。

40

50

【 0 1 0 4 】

例えば本実施形態では、図 10 (A)、図 10 (B) 等で説明したように、ROM 係数 S を特定の値 (例えば $S = 472$ 、 $S = 118$) に設定して、図 9 (B) の第 1 起電圧 V_{TP0} 、第 2 起電圧 V_{TH} の値 (温度テーブル) を計算し、第 1 記憶部 72、第 2 記憶部 74 に記憶しておく。また、様々な特性係数のサーモパイル 2 に対応するために、後述するサーモパイル 2 の特性係数パラメータ G_S を用意する。この特性係数パラメータ G_S は、例えば回路装置の製造時等に記憶部 80 (OTP) に書き込まれる。そして、実際の温度測定時には特性係数パラメータ G_S に基づく変換処理を第 1 検出値 D_{T1} に対して行い、変換処理が施された第 1 検出値 D_{T1} と、第 2 起電圧 V_{TH} の値に基づいて、第 1 起電圧 V_{TP0} の値を求める。そして、求められた第 1 起電圧 V_{TP0} の値に対応する対象物温度 T_P の値を、第 1 記憶部 72 の温度テーブルを用いて検索することで、対象物温度 T_P を求める。

10

【 0 1 0 5 】

このようにすれば、様々な特性係数のサーモパイル 2 が用いられた場合にも、そのサーモパイル 2 に対応する値に特性係数パラメータ G_S を設定して、補正処理を実行することで、対象物温度 T_P を高い精度で求めることが可能になる。また、第 1 記憶部 72、第 2 記憶部 74 には、ROM 係数 S が特定の値である場合の計算結果だけを記憶しておけば済む。従って、これらの第 1 記憶部 72、第 2 記憶部 74 の使用記憶容量を節約でき、少ない記憶容量の第 1 記憶部 72、第 2 記憶部 74 を用いて、デジタル処理による対象物温度 T_P の演算処理を実現できるようになる。

20

【 0 1 0 6 】

また本実施形態によれば、記憶部を 2 つの第 1 記憶部 72、第 2 記憶部 74 に分けて、第 1 記憶部 72 には第 1 起電圧 V_{TP0} についての計算結果を記憶し、第 2 記憶部 74 には第 2 起電圧 V_{TH} についての計算結果を記憶している。そして図 9 (B) に示すように、起電圧 V_{TP} の式が第 1 起電圧 V_{TP0} 、第 2 起電圧 V_{TH} 等の項に分かれることを利用して、対象物温度 T_P を求めている。従って、対象物温度 T_P を求める演算処理を簡素化することができ、制御部 50 の処理負荷を軽減しながらも、対象物温度 T_P を高い精度で求めることが可能になる。

【 0 1 0 7 】

7. 詳細な処理例

次に本実施形態の温度検出手法の詳細な処理例について図 11 を用いて説明する。

30

【 0 1 0 8 】

まず、サーモパイル 2 により発生する起電圧 V_{TP} を検出して、検出回路 10 の増幅回路 22、ゲイン調整回路 24 (PGA) により増幅する (ステップ S11)。増幅後の第 1 検出電圧 V_{D1} は下式 (7) のように表すことができる。

$$V_{D1} = V_{REF} + V_{TP} \times G_C \times G_A \quad (7)$$

【 0 1 0 9 】

ここで、 G_C は増幅回路 22 のゲインであり、 G_A はゲイン調整回路 24 のゲインである。

【 0 1 1 0 】

次に、増幅後の第 1 検出電圧 V_{D1} を A/D 変換回路 40 に入力して、デジタル値の第 1 検出値 D_{T1} に A/D 変換する (ステップ S12)。A/D 変換結果である第 1 検出値 D_{T1} は下式 (8) のように表すことができる。

$$\begin{aligned} D_{T1} &= (V_{D1} / V_{D28}) \times 4096 \\ &= (V_{REF} + V_{TP} \times G_C \times G_A) / V_{D28} \times 4096 \quad (8) \end{aligned}$$

40

【 0 1 1 1 】

V_{D28} は A/D 変換回路 40 の入力フルスケール電圧 (入力電圧範囲) であり、例えば $V_{D28} = 2.8V$ である。なお図 7 のバイアス電圧は例えば $V_{BS} = V_{D28} / 2$ に設定される。また A/D 変換回路 40 は 12 ビット (= 4096) の A/D 変換を行う回路であり、分解能は $V_{D28} / 4096$ となる。

50

【0112】

次に、下式(9)に示すように、A/D変換結果である第1検出値DT1から、基準電圧VREFに関する部分(VREFに対応するA/D変換値ADVREF)を減算する(ステップS13)。

$$\begin{aligned} DT1 - ADVREF \\ &= (VREF + VTP \times GC \times GA) / VD28 \times 4096 - ADVREF \\ &= (VTP \times GC \times GA) / VD28 \times 4096 \quad (9) \end{aligned}$$

【0113】

ここで、図9(B)で説明したように、VTPは下式(10)のように表すことができる。

$$VTP = VTP0 - VTH + V0 \quad (10)$$

【0114】

従って、上式(9)は、上式(10)を代入することで下式(11)のように表すことができる。

$$\{(VTP0 - VTH + V0) \times GC \times GA\} / VD28 \times 4096 \quad (11)$$

【0115】

次に、サーモパイル2のオフセット電圧V0に関する部分(VTPOFに対応するAD変換値ADVTPOF)を減算する処理を行う(ステップS14)。これは下式(12)に示すように、上式(11)からADVTPOFを減算する処理である。

$$\begin{aligned} \{(VTP0 - VTH + V0) \times GC \times GA\} / VD28 \times 4096 - ADVTPOF \\ = \{(VTP0 - VTH) \times GC \times GA\} / VD28 \times 4096 \quad (12) \end{aligned}$$

【0116】

なお、ここで減算するADVTPOFには、サーモパイル2のオフセット電圧に加えて、図7のサーモパイル用検出回路20の演算増幅器OPA1、OPA2等のオフセット電圧(残存オフセット電圧)を含めることができる。

【0117】

次に、ゲイン補正パラメータGAJを用いてゲイン補正を行う(ステップS15)。ゲイン補正パラメータGAJはゲインのバラツキ(温度特性の傾き)を補正するためのパラメータである。即ち、設計上のゲインに対して、実デバイスのゲインにはバラツキが生じる。そこで図2のステップS2に示すように管理温度において実デバイスの測定を行い、その測定結果に基づいて、実デバイスのゲイン補正パラメータGAJを算出する。そして、図2のステップS4の実際の温度測定時には、ステップS5に示すように、このゲイン補正パラメータGAJ等を用いて温度測定結果の補正演算を行う。

【0118】

次に、第1記憶部72、第2記憶部72の温度判定データ(温度テーブル)で温度値を判定するために、特性係数パラメータGSを乗算する処理を行う(ステップS16)。これは下式(13)に示すように、上式(12)に特性係数パラメータGSを乗算する処理である。特性係数パラメータGSを乗算した後の値をROM(VTP0 - VTH)と記載する。GSを乗算することで、ROM値に合う値に変換される。

$$\begin{aligned} \{(VTP0 - VTH) \times GC \times GA\} / VD28 \times 4096 \times GS \\ = ROM(VTP0 - VTH) \quad (13) \end{aligned}$$

【0119】

ここで特性係数パラメータGSは下式(14)のように表すことができる。

$$GS = \{(472 / 4096) \times VD28\} / (S \times GC \times GA) \quad (14)$$

【0120】

この特性係数パラメータGSは、A/D変換結果値を、第1記憶部72等に記憶される温度テーブルに合わせるための変換係数である。上式(14)に示すように、特性係数パラメータGSは、サーモパイル2の特性を表すSと、検出回路10での信号増幅のゲインGC、GAに応じて設定される。具体的には図2のステップS1において、特性係数パラメータGSはセンサー係数として製造時に記憶部80(OTP)に書き込まれる。

10

20

30

40

50

この場合に、書き込まれる特性係数パラメータ $G S$ の値は、回路装置の回路定数($G C$ 、 $G A$)及び回路装置が使用するサーモパイル2の特性(感度)等に応じて製品ごとに設定されることになる。

【0121】

次に、サーミスター用検出回路30の第2検出値 $D T 2$ により求められた自己温度 $T T H$ の値により第2記憶部74を参照して、第2起電圧 $V T H$ の値である $R O M (V T H)$ を求める(ステップS17)。例えば図10(B)に示す第2記憶部74の温度テーブルにおいて、自己温度 $T T H$ に対応する $R O M$ 値を $R O M 2 (T T H)$ とすると、 $R O M (V T H) = R O M 2 (T T H)$ になる。

【0122】

次に、下式(15)に示すように、特性係数パラメータ $G S$ を乗算した後の値である $R O M (V T P 0 - V T H)$ に対して、 $R O M (V T H)$ を加算し、サーモパイル2の単体の第1起電圧 $V T P 0$ の値を求める(ステップS18)。この加算により求められた値を $R O M (V T P 0)$ と記載する。

$$R O M (V T P 0 - V T H) + R O M (V T H) = R O M (V T P 0) \quad (15)$$

【0123】

次に、上式(15)のように求められた $R O M (V T P 0)$ と、第1記憶部72の温度テーブル(温度判定データ)を用いて、対象物温度 $T P$ を求める(ステップS19)。例えば図10(A)に示す第1記憶部72の温度テーブルを用いて、各対象物温度 $T P$ に対応する $R O M$ 値である $R O M 1 (T P)$ を順次読み出す。そして、 $R O M (V T P 0)$ と読み出された $R O M 1 (T P)$ とを比較し、 $R O M (V T P 0) = R O M 1 (T P)$ となる温度を、対象物温度 $T P$ として求める。なお、 $R O M (V T P 0)$ と $R O M 1 (T P)$ との値の差が最少となる $R O M 1 (T P)$ に対応する温度を、対象物温度 $T P$ として求めてもよい。また、複数の $R O M 1 (T P)$ のデータから補間計算を行い、 $R O M (V T P 0)$ に対応する温度を、対象物温度 $T P$ として求めてもよい。

【0124】

次に、求めた対象物温度 $T P$ と自己温度 $T T H$ に基づいて対象物温度 $T P$ のコリレーション補正を行い、補正後の対象物温度 $T P C$ を出力する(ステップS20)。即ち、対象物温度 $T P$ と自己温度 $T T H$ からコリレーション補正に用いるコリレーション補正值を選択して記憶部80(OTP)から読み出し、そのコリレーション補正值を補間して対象物温度 $T P$ と自己温度 $T T H$ に対応するコリレーション補正值を求め、そのコリレーション補正值を対象物温度 $T P$ に加算する。

【0125】

以上の本実施形態の手法では、例えば図9(B)の $R O M$ 係数 S 、 G を所定値に設定して(例えば $S = 472$ 、 $G = 1.0$)、図9(B)の式の $V T P 0$ 、 $V T H$ の値を求め、求められた $V T P 0$ 、 $V T H$ の値を、図10(A)、図10(B)に示すように第1記憶部72、第2記憶部74に記憶しておく。

【0126】

また、回路装置の回路定数であるゲイン $G C$ 、 $G A$ や、使用されるサーモパイル2の特性係数 S に基づいて、上式(14)で説明した特性係数パラメータ $G S = \{ (472 / 4096) \times V D 28 \} / (S \times G C \times G A)$ を求める。そして、求められた特性係数パラメータ $G S$ を、図2のステップS1に示すように、回路装置の製造時等に、センサー係数パラメータとして記憶部80(OTP)に書き込む。これにより、各回路装置(各温度検出装置)の製品の仕様に応じた適正な特性係数パラメータ $G S$ が、記憶部80に記憶されるようになる。従って、第1記憶部72、第2記憶部74の使用記憶容量を節約しながら、様々な特性のサーモパイル2に対応でき、多様な製品仕様に対応できるようになる。

【0127】

また図2のステップS2に示すように管理温度での測定を行って、ステップS3に示すように、素子バラツキを補正するための補正パラメータを演算する。具体的には図2の

10

20

30

40

50

ステップ S 1 5 のゲイン補正パラメーター G A J やステップ S 1 4 のオフセット電圧 (A D V T P O F) 等を、補正パラメーターとして求める。即ち、サーモパイル 2 の感度等の特性係数 S や、検出回路 1 0 のゲイン G C 、 G A 等の回路定数や、オフセット電圧には、素子バラツキを要因とするバラツキが存在する。そこで図 2 のステップ S 2 に示すように管理温度での測定を行い、その測定結果に基づいて、補正パラメーターを求めて、記憶部 8 0 (O T P) に書き込む。そして、ステップ S 5 に示すように、実際の温度測定時には、記憶部 8 0 に記憶された補正パラメーターに基づいて温度測定結果の補正演算を行う。こうすることで、サーモパイル 2 の特性係数 S や、検出回路 1 0 の回路定数や、オフセット電圧にバラツキが発生した場合にも、対象物温度 T P 等の温度測定結果を、より高い精度で求めることが可能になる。

10

【 0 1 2 8 】

8 . 電子機器

図 1 2 に、本実施形態の回路装置 2 1 0 や温度検出装置 2 0 0 を含む電子機器の構成例を示す。電子機器は、処理部 3 0 0 、記憶部 3 1 0 、操作部 3 2 0 、入出力部 3 3 0 、バス 3 4 0 、温度検出装置 2 0 0 を含む。また温度検出装置 2 0 0 は、本実施形態の回路装置 2 1 0 、サーモパイル 2 、サーミスター 4 を含む。

【 0 1 2 9 】

本実施形態が適用される電子機器としては、エアーコンディショナー等の空調設備機器、IH調理器やIH炊飯器等のIH機器、FAX装置、印刷装置、温度計、人感知装置、炎検知装置、ガス検知装置又は光量計などの種々の機器を想定できる。

20

【 0 1 3 0 】

処理部 3 0 0 は、電子機器の各種の制御処理や演算処理を行うものであり、例えば M P U 等のプロセッサや表示コントローラーなどの A S I C などにより実現される。処理部 3 0 0 は、温度検出装置 2 0 0 により検出された対象物温度や自己温度などの温度測定結果に基づいて、各種の処理を行う。

【 0 1 3 1 】

記憶部 3 1 0 は処理部 3 0 0 等の記憶領域となるものであり、例えば D R A M 、 S R A M 、或いは H D D 等により実現される。操作部 3 2 0 はユーザーが各種の操作情報を入力するためのものである。入出力部 3 3 0 は、外部との間でデータ等のやり取りを行うものであり、有線のインターフェース (U S B 等) や無線の通信部等により実現される。

30

【 0 1 3 2 】

なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また、回路装置や温度検出装置や電子機器の構成や動作等も、本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 3 】

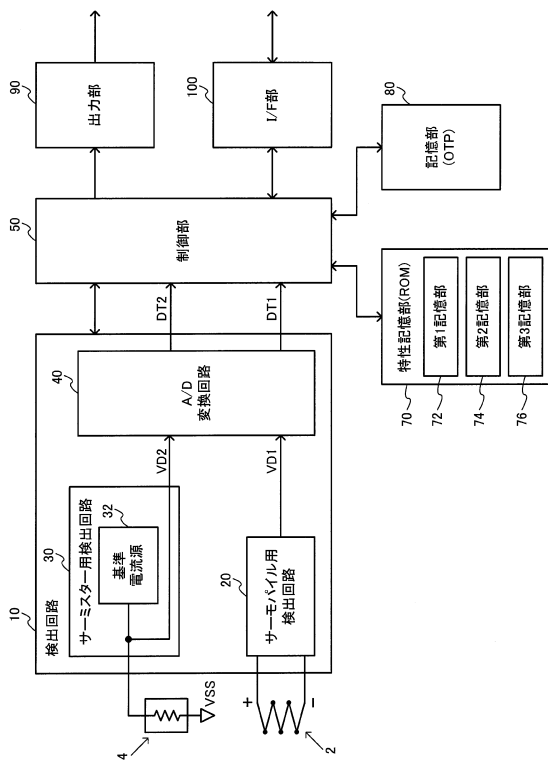
- 2 サーマパイル、 4 サーマスター、 1 0 検出回路、
- 2 0 サーマパイル用検出回路、 2 2 増幅回路、 2 4 ゲイン調整回路、
- 2 6 基準電圧生成回路、 3 0 サーマスター用検出回路、 3 2 基準電流源、
- 4 0 A / D 変換回路、 5 0 制御部、 7 0 特性記憶部、 7 2 第 1 記憶部、
- 7 4 第 2 記憶部、 7 6 第 3 記憶部、 8 0 記憶部、 9 0 出力部、
- 1 0 0 I / F 部、 2 0 0 温度検出装置、 2 1 0 回路装置、 3 0 0 処理部、
- 3 1 0 記憶部、 3 2 0 操作部、 3 3 0 入出力部、 3 4 0 バス、
- D T 1 第 1 検出値、 D T 2 第 2 検出値、 T P 対象物温度、 T T H 自己温度、
- V D 1 第 1 検出電圧、 V D 2 第 2 検出電圧、 V T P サーマパイルの起電圧、
- c [0 , 0] ~ c [3 , 3] コリレーション補正值、

40

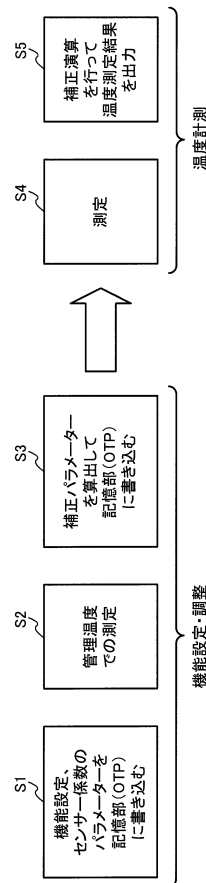
50

ta[0] ~ ta[3] 自己温度ポイント、
tobj[0] ~ tobj[3] 対象物温度ポイント

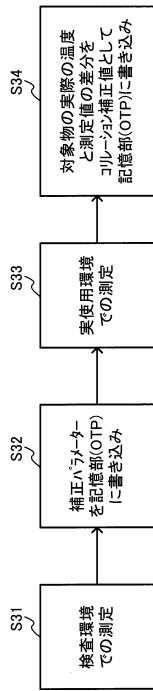
【図1】



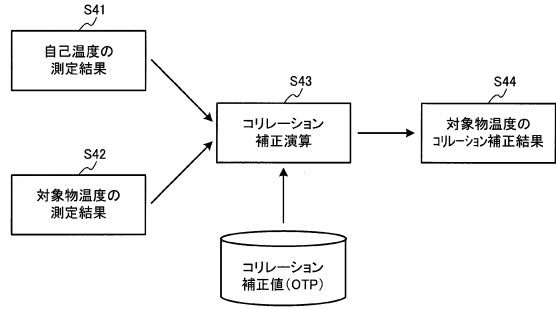
【図2】



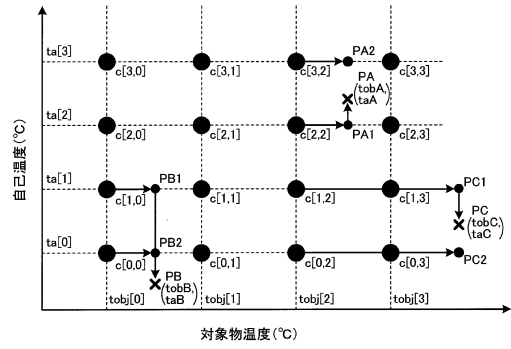
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

(A)

単位[°C]			
Cor_ta	ta[0]	ta[1]	ta[2]
0	-7	25	57
1	-7	9	25
41			

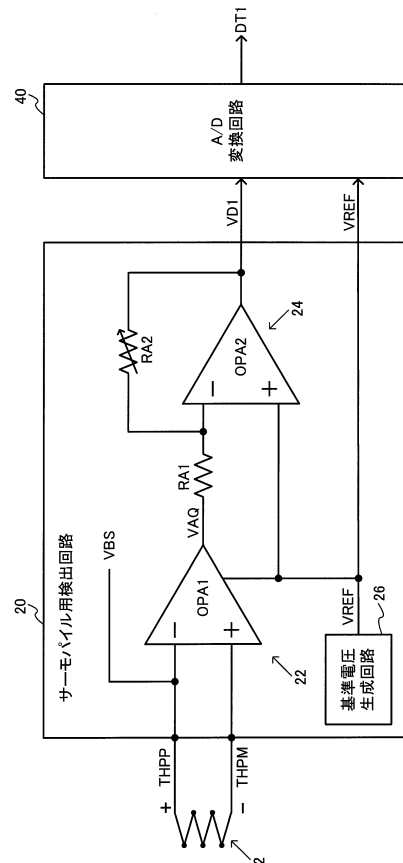
(B)

単位[°C]					
Cor_tobj[2]	Cor_tobj[1]	Cor_tobj[0]	tobj[0]	tobj[1]	tobj[2]
1	0	0	Tst	Tst + 128	Tst + 256
0	1	1	Tst	Tst + 64	Tst + 128
0	1	0	Tst	Tst + 32	Tst + 64
0	0	1	Tst	Tst + 16	Tst + 32
0	0	0	Tst	Tst + 8	Tst + 16
					Tst + 24

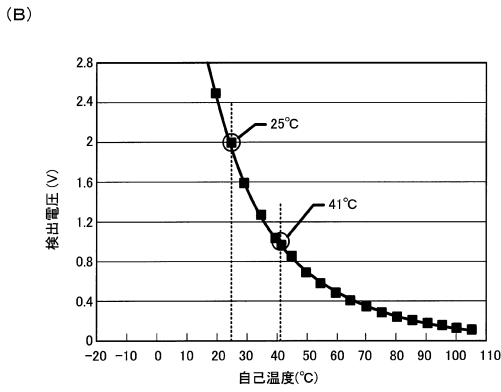
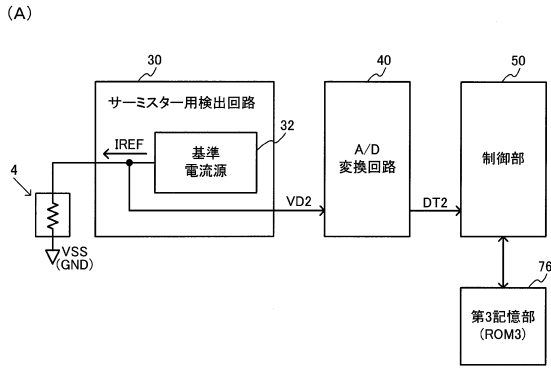
(C)

単位[°C]							
Cor_form[1]	Cor_form[0]	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2
0	0	+/-	32	16	8	4	2
0	1	+/-	16	8	4	2	1
1	0	+/-	8	4	2	1	1/2
1	1	+/-	4	2	1	1/2	1/4
							1/8
							1/16

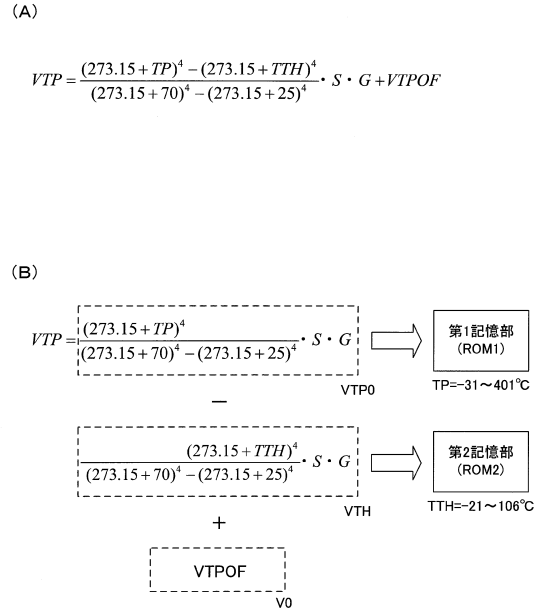
【図7】



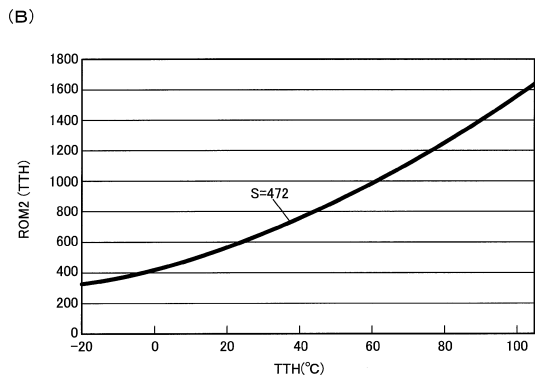
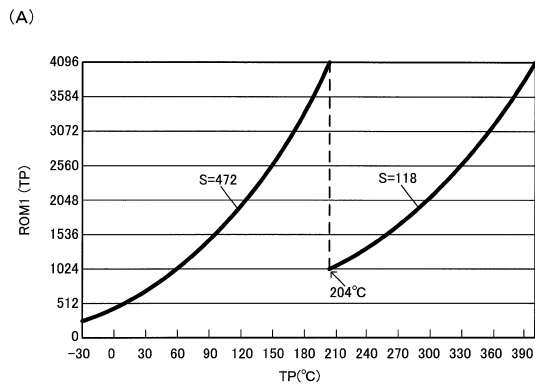
【図8】



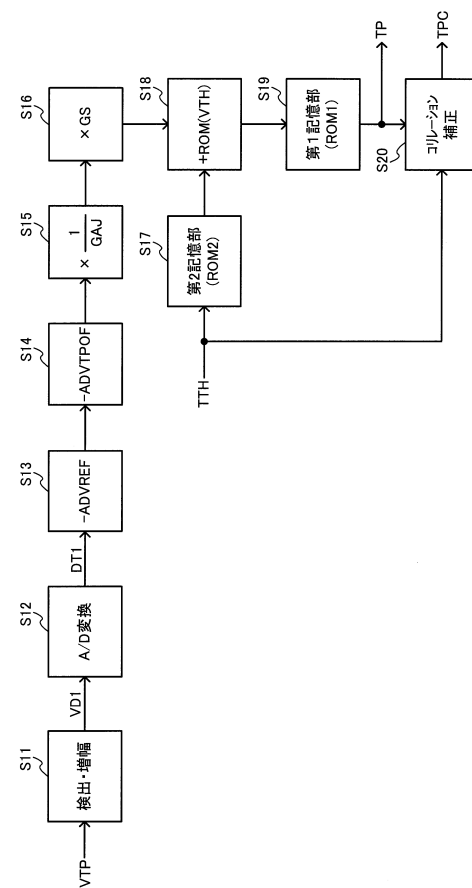
【図9】



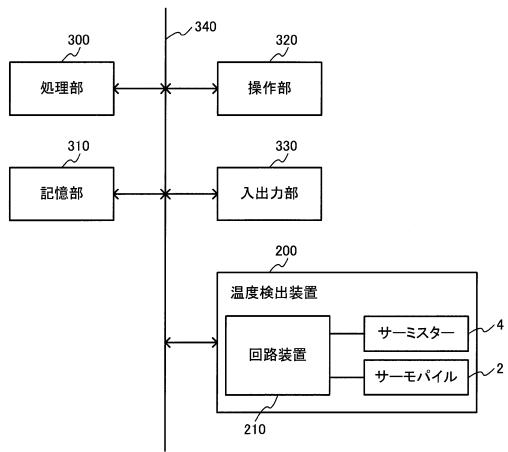
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 翁 勝美
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 西垣 直樹
鳥取県鳥取市広岡176番地17 日本セラミック株式会社内
- (72)発明者 川口 浩二
鳥取県鳥取市広岡176番地17 日本セラミック株式会社内

審査官 越柴 洋哉

- (56)参考文献 特開平04-198821(JP,A)
特開2007-173218(JP,A)
特開2004-093651(JP,A)
特開2003-280450(JP,A)
特開2006-194805(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0122173(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01J 5/00 - 5/62