

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013 年 7 月 4 日 (04.07.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/100156 A 1

- (51) 国際特許分類 :  
G01D 3/028 (2006.01) G01L 19/04 (2006.01)  
G01L 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/084242
- (22) 国際出願日 : 2012 年 12 月 28 日 (28.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :  
特願 2011-289981 2011 年 12 月 28 日 (28.12.2011) JP
- (71) 出願人 : 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者 : 西川 睦雄 (MSHIKAWA, Mutsuo); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 齊藤 和典 (SAITO, Kazunori); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 植松 克之 (EMATSU, Katsuyuki);

〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 松並 和宏 (MATSUNAMI, Kazuhiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 伊藤 啓一 (ITO, Keiichi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).

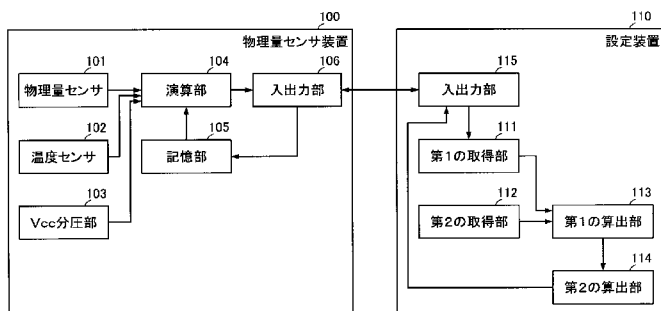
(74) 代理人 : 酒井 昭徳 (SAKAI, Akinori); 〒1006020 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 20 階 酒井総合特許事務所 Tokyo (JP)-

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CORRECTING OUTPUT VALUE OF PHYSICAL QUANTITY SENSOR APPARATUS, METHOD FOR CORRECTING OUTPUT VALUE OF PHYSICAL QUANTITY SENSOR, PHYSICAL QUANTITY SENSOR APPARATUS, AND APPARATUS FOR CORRECTING OUTPUT VALUE OF PHYSICAL QUANTITY SENSOR

(54) 発明の名称 : 物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置



- 100 Physical quantity sensor apparatus  
101 Physical quantity sensor  
102 Temperature sensor  
103 Vcc voltage dividing unit  
104 Computing unit  
105 Storage unit  
106, 115 Input/output unit  
110 Setting unit  
111 First acquiring unit  
112 Second acquiring unit  
113 First calculating unit  
114 Second calculating unit

(57) Abstract: A first acquiring unit (111) acquires an initial output value of a physical quantity sensor (101). A second acquiring unit (112) acquires a target output value of the physical quantity sensor (101). On the basis of the initial output value and the target output value of the physical quantity sensor (101), a first calculating unit (113) calculates a secondary first characteristic formula that indicates output characteristics of the physical quantity sensor (101) after correction, and extracts a first characteristic value. On the basis of a predetermined temperature and the first characteristic value, a second calculating unit (114) calculates a secondary second characteristic formula for correcting the first characteristic value, and extracts a second characteristic value. On the basis of a first characteristic formula corrected by inputting the second characteristic value to the second characteristic formula, a computing unit (104) computes an output value of the physical quantity sensor (101) after correction. Consequently, correction accuracy can be improved, cost can be reduced, and a processing speed can be increased.

(57) 要約:

[続葉有]



2 13/1001 A1



SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可<sup>△</sup>): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

第 1 の取得部 (111) は、物理量センサ (101) の初期出力値を取得する。第 2 の取得部 (112) は、物理量センサ (101) の目標出力値を取得する。第 1 の算出部 (113) は、物理量センサ (101) の初期出力値および目標出力値に基づいて、物理量センサ (101) の補正後の出力特性を示す 2 次の第 1 の特性式を算出し第 1 の特性値を抽出する。第 2 の算出部 (114) は、所定温度および第 1 の特性値に基づいて、第 1 の特性値を補正するための 2 次の第 2 の特性式を算出し第 2 の特性値を抽出する。演算部 (104) は、第 2 の特性式に第 2 の特性値を入力して補正した第 1 の特性式に基づいて物理量センサ (101) の補正後の出力値を演算する。これにより、補正精度を向上させ、コストを低減することができ、かつ処理速度の高速化を図ることができる。

## 明 細 書

発明の名称：

物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置

## 技術分野

[0001] この発明は、物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置に関する。

## 背景技術

[0002] 従来、物理量センサ装置として、例えば、物理量センサ素子から出力されたアナログ信号をA/Dコンバータ（ADC：Analog to Digital Converter）によってデジタル信号に変換し、CPU（Central Processing Unit）やDSP（Digital Signal Processor）などの演算回路を用いた演算処理を行うことにより、物理量センサ素子の出力特性を補正する物理量センサ装置が公知である。

[0003] このような物理量センサ装置として、制御対象から入力されるアナログ入力信号をデジタル信号に変換して出力するアナログ入力部と、装置回りの周囲温度を検出する温度検出器と、温度が異なる条件下で、前記デジタル信号のデジタル値とアナログ入力信号の期待値との間に生じる誤差との実測定に基づいて作成され、周囲温度と補正值とが一对一に対応付けられた補正データが格納された温度補正テーブルと、温度検出器で検出した温度に対応する補正值を温度補正テーブルから読み込み、アナログ入力回路から読み込んだデジタル値を前記補正值で補正し、最終的なデジタルデータとする温度補正手段を設けた装置が提案されている（例えば、下記特許文献1参照。）。

[0004] また、別の装置として、被測定圧力に応じて変化する半導体圧力変換器からのアナログ信号が第1のA/Dコンバータにより順次デジタルの未補償圧

カデータに変換されるとともに、感温素子から出力される被測定温度に応じて変化するアナログ信号が第2のA/Dコンバータによって順次デジタルの未補償温度データに変換され、これらのデータが演算装置に供給されると、記憶装置に記憶された動作圧力範囲および温度範囲内の少なくとも2以上の基準温度における補償用温度データと各基準温度において2以上の基準圧力における補償用圧力データを記憶装置から演算装置が読み出し、この読み出されたデータから補間法により補償済圧力データを求める装置が提案されている（例えば、下記特許文献2参照。）。

[0005] また、別の装置として、被検出圧力に応じた電圧レベルの検出信号を発生する圧力センサ回路と、この圧力センサ回路の温度に応じた電圧レベルの温度信号を発生する温度検出回路と、前記被検出圧力及び圧力センサ回路の温度と無関係に一定の電圧レベルとなる基準信号を発生する基準電圧発生回路と、前記検出信号、温度信号及び基準信号をデジタルデータに変換するためのA/D変換回路と、前記検出信号、温度信号及び基準信号を選択的に通過させて前記A/D変換回路に変換対象信号として与えるアナログマルチプレクサと、前記圧力センサ回路に対する印加圧力をP、前記検出信号、温度信号及び基準信号を前記A/D変換回路により変換した各デジタルデータをそれぞれ圧力情報D、温度情報T及び基準情報A、また、圧力センサ回路の感度の温度係数をc、圧力センサ回路の室温感度をd、圧力検出値のオフセットの温度係数をe、圧力検出値の室温オフセット値をf、温度検出値の温度係数をa、温度検出値の室温オフセット値をbとした場合に、
$$P = \{ (T / A - b) \times (-e / a) + D / A - f \} / \{ (T / A - b) \times c / a + d \}$$
の演算処理を実行して印加圧力Pを算出する信号処理手段とを備え、前記アナログマルチプレクサは、前記基準信号及び温度信号を前記検出信号に先立って通過させるように構成され、前記信号処理手段は、前記基準信号及び温度信号に対応した基準情報A及び温度情報Tに基づく演算処理を行った後に、その演算処理結果並びに前記検出信号に対応した圧力情報Dに基づく演算処理を行うことによって、印加圧力Pを算出する装置が提案されている（例

えば、下記特許文献 3 参照。 )。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献 1 :特開 2 0 0 9 \_ 2 6 0 6 2 6 号公報

特許文献 2 :特開平 6 — 2 6 5 4 2 4 号公報

特許文献 3 :特開平 1 0 — 3 3 9 6 7 3 号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007]      しかしながら、上述した特許文献 1 に示す技術では、物理量センサ素子の任意の検出点において発生する電気信号の出力値を補正するための補正量を、ある特定の検出範囲内で発生する電気信号の出力値を補正するための補正量として特定の検出範囲ごとにデータテーブル化し記憶部に記憶している。このため、物理量センサ素子のある特定の検出範囲で発生した電気信号の出力値はすべて一定の補正量で補正され、補正精度が低下するという問題がある。

[0008]      一定の補正量で補正される各特定の検出範囲を狭くすることで補正精度を向上させることができるが、補正量データのデータ量が増えてしまうため、データ容量の大きい高価な記憶部を用いる必要があるという問題が新たに生じる。また、上述した特許文献 1 に示す技術では、予め補正量データをデータテーブル化し記憶部に記憶させるために、物理量センサ素子の検出可能範囲内の多数の検出点で電気信号を測定する必要がある。このため、測定コストが増大するという問題がある。

[0009]      また、上述した特許文献 2 に示す技術では、予め補正量データをデータテーブル化し記憶部に記憶させ、データテーブルに補正量データが格納されていない検出点で発生した電気信号の出力値を補正するための補正量を補間法によって算出する。このため、補正量データのデータ量は増大しないが、電気信号の出力値を補正する演算処理の他に、補間法によって補正量を算出す

る演算処理を行う必要がある。したがって、演算回路の規模が大きくなるという問題や、演算処理時間が増大して高速化を図ることが難しいという問題がある。

[001 0] 一方、上述した特許文献3に示す技術では、物理量センサ素子の出力特性が反映された算出式に基づいて構成された演算回路を用いて演算処理を行い、物理量センサ素子の出力特性を補正する。補正量を算出するための演算処理を行わないため、演算回路の規模を小さくすることができる。また、記憶部には上記算出式の係数および定数のみを記憶すればよいので、データ容量の小さい安価な記憶部を用いることができる。

[001 1] しかしながら、一般的に、物理量センサ素子の出力は、圧力および温度に対して2次曲線的に変化する曲がり成分を有する。上述した特許文献3に示す技術では、圧力および温度に比例して直線的に変化する1次成分しか補正することができないため、補正精度のさらなる高精度化を図ることは難しい。また、物理量センサ装置を構成するA/Dコンバータ等の他の構成部の出力も2次成分を有するため、物理量センサ装置の構成条件によっては圧力や温度に対して3～4次曲線的に変化する3～4次成分を補正する必要がある。

[001 2] この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、補正精度の高い物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置を提供することを目的とする。また、この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、コストを低減することができる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置を提供することを目的とする。また、この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、処理速度の高速化を図ることができる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [001 3] 上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じて電気信号を出力する物理量センサと、検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサと、を備えた物理量センサ装置の出力値補正方法であって、次の特徴を有する。少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得工程を行う。少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得工程を行う。そして、前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出工程を行う。その後、前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出工程を行う。
- [0014] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記第1の算出工程では、前記所定温度ごとに前記初期出力値と前記目標出力値とを2次以上の多項式に近似して前記物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式を算出し、前記第1の特性式の係数および定数項を前記第1の特性値とすることを特徴とする。
- [001 5] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記第2の算出工程では、前記第1の特性式の係数および定数項ごとに前記所定温度と前記第1の特性値とを2次以上の多項式に近似して前記第1の特性値の温度依存特性を示す第2の特性式を算出し、前記第2の特性式の係数および定数項を前記第2の特性値とすることを特徴とする。
- [001 6] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、2次以上の多項式に近似するときに最小二乗法を用いること

を特徴とする。

[001 7] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記物理量センサの現時点の出力値と、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第2の特性値を用いて補正された補正後の前記第1の特性値とに基づいて、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算工程をさらに含むことを特徴とする。

[001 8] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記第1の特性式および前記第2の特性式を構成する演算手段に、前記物理量センサの現時点の出力値、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第2の特性値を入力することにより、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算工程をさらに含むことを特徴とする。

[001 9] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記演算工程では、電源電圧に比例した前記物理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする。

[0020] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記第2の特性値を記憶手段に記憶する記憶工程をさらに含み、前記演算工程では、前記記憶手段から読み出した前記第2の特性値を用いることを特徴とする。

[0021 ] また、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法は、上述した発明において、前記物理量センサは、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロセンサまたは流量センサであることを特徴とする。

[0022] また、上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる物理量センサ装置は、温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じた電気信号を出力する物理量センサを備える。検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサと、少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得手段を備える。少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの

目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得手段を備える。前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出手段を備える。前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出手段を備える。

[0023] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記第1の算出手段は、前記所定温度ごとに前記初期出力値と前記目標出力値とを2次以上の多項式に近似して前記物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式を算出し、前記第1の特性式の係数および定数項を前記第1の特性値とすることを特徴とする。

[0024] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記第2の算出手段は、前記第1の特性式の係数および定数項ごとに前記所定温度と前記第1の特性値とを2次以上の多項式に近似して前記第1の特性値の温度依存特性を示す第2の特性式を算出し、前記第2の特性式の係数および定数項を前記第2の特性値とすることを特徴とする。

[0025] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、2次以上の多項式に近似するときに最小二乗法を用いることを特徴とする。

[0026] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記物理量センサの現時点の出力値と、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第2の特性値を用いて補正された補正後の前記第1の特性値とに基づいて、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算手段と、をさらに備えることを特徴とする。

[0027] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記第1の特性式および前記第2の特性式を構成する演算手段をさらに備え、前記演算手段は、前記物理量センサの現時点の出力値、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第2の特性値が入力されることにより、前記物

理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする。

[0028] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記演算手段は、電源電圧に比例した前記物理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする。

[0029] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記第2の特性値を記憶する記憶手段をさらに備え、前記演算手段は、前記記憶手段から読み出した前記第2の特性値を用いることを特徴とする。

[0030] また、この発明にかかる物理量センサ装置は、上述した発明において、前記物理量センサは、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロセンサまたは流量センサであることを特徴とする。

[0031] また、上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる物理量センサの出力値補正方法は、温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じて電気信号を出力する物理量センサおよび検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサからの出力信号を取得し前記物理量センサの出力値を補正する物理量センサの出力値補正方法であつて、次の特徴を有する。少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得工程を行う。少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得工程を行う。そして、前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出工程を行う。その後、前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出工程を行う。

[0032] また、上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる物理量センサの出力値補正装置は、温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じた電気信号を出力する物理量センサおよび検

知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサの出力信号を受け前記物理量センサの出力値を補正する物理量センサの出力値補正装置であつて、次の特徴を有する。少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得手段を備える。少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得手段を備える。前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出手段を備える。前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出手段を備える。

[0033] 上述した発明によれば、物理量センサおよび温度センサの初期の出力特性に曲がりが存在していたとしても、これらの曲がりが補正された物理量センサの出力値を演算することができる。また、上述した発明によれば、最低限9つの補正用パラメータを記憶手段に記憶させればよいので、データ容量の小さい安価な記憶手段を用いることができる。また、第1、2の特性式の次数を増加させた場合でも、記憶手段に記憶される補正用パラメータの個数が大幅に増加することはない。したがって、データ容量の小さい安価な記憶手段を用いた場合においても、3次や4次の第1、2の特性式を算出して補正用パラメータを増やし、周辺機器に起因する曲がりを容易に補正することができる。

[0034] また、上述した発明によれば、物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式と、第1の特性式の係数および定数項を補正する第2の特性式とからなる1つの伝達関数式により、物理量センサの補正後の出力値を演算することができる。このため、この伝達関数式の次数にかかわらず、論理積回路や論理和回路などの基本回路のみで上記伝達関数式を構成した演算回路を用いて、物理量センサの補正後の出力値を演算することができる。

[0035] また、上述した発明によれば、物理量センサの出力特性を補正する補正用パラメータを算出するために、最低限9つの測定点（3つの所定温度ごとに3つの物理量を測定）において物理量センサの初期出力値を取得すればよい。このため、物理量センサ装置の初期設定を行うための工程数を少なくすることができる。また、例えば4つの所定温度ごとに4つの物理量を測定するなど測定点の個数を増やすことで、第1, 2の特性式を算出するための近似精度が向上する。

### 発明の効果

[0036] 本発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置によれば、補正精度を向上させることができるという効果を奏する。また、本発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置によれば、コストを低減することができるという効果を奏する。また、本発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置によれば、処理速度の高速化を図ることができるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0037] [図1] 図1は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図2] 図2は、本発明を適用して半導体チップ上に形成した半導体物理量センサ装置の全体構成の一例を示すブロック図である。

[図3] 図3は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の補正前の出力特性の一例を示す特性図である。

[図4] 図4は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の目標出力特性の一例を示す特性図である。

[図5] 図5は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の温度依存性を示す特性図である。

[図6] 図6は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の温度に対する特性を詳細に示す説明図である。

[図7] 図7は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の出力値補正処理の手順を示すフローチャートである（その1）。

[図8] 図8は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の出力値補正処理の手順を示すフローチャートである（その2）。

### 発明を実施するための形態

[0038] 以下に添付図面を参照して、この発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値補正装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の実施の形態の説明および添付図面において、同様の構成には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0039] （実施の形態）

図1は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の機能的構成を示すブロック図である。図1に示す物理量センサ装置100は、物理量センサ101の出力値を所望の出力値に補正して外部へ出力する。所望の出力値とは、例えば、物理量センサ装置100の設計仕様に基づいて予め設定された出力特性に基づく、実使用時や出荷前試験時における物理量センサ装置100の出力値である。物理量センサ装置100は、物理量センサ101、温度センサ102、Vcc分圧部103、演算部104、記憶部105、入出力部106によって構成される。物理量センサ装置100は、設定装置110によって算出された物理量センサ装置100の初期設定情報を取得する。

[0040] 初期設定情報とは、設定装置110によって算出される情報である。初期設定情報には、設定装置110によって算出された第1、2の特性値のうちの第2の特性値のみが含まれていればよい。第1の特性値は、検知した物理量に対して非線形的に変化する物理量センサ101の出力特性を補正するための情報であり、物理量センサ101の補正後の出力特性を示す第1の特定式の係数および定数項である。第2の特性値は、温度センサ102によって

検出された温度に対して非線形的に変化する第1の特性値を補正するための情報であり、第1の特性値の温度依存性を示す第2の特性式の係数および定数項である。

[0041] また、物理量センサ装置100は、動作モード1～3を有する。動作モード1は、物理量センサ装置100の初期設定情報が記憶部105に記憶される初期設定前の動作モードである。動作モード2は、記憶部105に初期設定情報が書き込まれる動作モードである。動作モード3は、記憶部105に初期設定情報が書き込まれた後（初期設定後）の動作モードであり、例えば、物理量センサ装置100の実使用時や出荷前試験時の動作モードである。物理量センサ装置100の動作モード1～3は、図示を省略する制御部によってプログラム制御されてもよいし、機械的にオン・オフ可能なスイッチによって機械的にまたは人為的に制御されてもよい。

[0042] 物理量センサ101は、検知した被測定媒体の物理量に応じた出力信号を発生するセンサ素子である。物理量センサ101が検知する物理量は、温度に依存する温度以外の物理量である。物理量センサ101は、例えば、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロ（角度や角速度）センサ、流量センサなどである。温度センサ102は、検知した被測定媒体の温度に応じた出力信号を発生するセンサ素子である。ソ。分圧部103は、Vcc端子を介して供給される電源電圧を分圧する。物理量センサ101および温度センサ102には、周知のセンサ素子を用いてよい。物理量センサ101、温度センサ102およびVcc分圧部103の各出力信号は、演算部104に入力される。

[0043] 演算部104は、物理量センサ装置100の動作モード1では演算処理を行わずに、物理量センサ101の出力値（以下、初期出力値とする）、温度センサ102の初期出力値およびVcc分圧部103の初期出力値をそのまま出力するように制御される。物理量センサ101、温度センサ102およびVcc分圧部103の各初期出力値は、物理量センサ装置100の初期の出力特性を得るための情報である。一方、演算部104は、物理量センサ装

置 100 の動作モード3 において、物理量センサ 101 の所望の出力値（以下、物理量センサ 101 の補正後の出力値とする）を演算するように制御される。具体的には、演算部 104 は、物理量センサ装置 100 の動作モード 3 において、物理量センサ 101 の出力値、温度センサ 102 の出力値、および初期設定情報に基づいて、物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算する。演算部 104 は、例えば、記憶部 105 に書き込まれた初期設定情報を読み出して用いる。

[0044] 演算部 104 は、物理量センサ 101 の出力値を変数とする 2 次以上の多項式である第 1 の特性式と、温度センサ 102 の出力値を変数とする 2 次以上の多項式である第 2 の特性式とを構成する。そして、演算部 104 は、温度センサ 102 の出力値および第 2 の特性値が入力されることにより、第 2 の特性式に基づいて補正後の第 1 の特性値を算出する。さらに、演算部 104 は、補正後の第 1 の特性値および物理量センサ 101 の出力値が入力されることにより、係数および定数項（第 1 の特性値）が補正された状態の第 1 の特性式に基づいて物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算する。

[0045] このように、演算部 104 には、第 1 の特性式と第 2 の特性式とにより、物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算する 1 つの伝達関数式と等価な演算回路や演算プログラムを処理するための回路が構成されている。そして、演算部 104 は、物理量センサ 101 の出力信号および温度センサ 102 の出力信号の入力を受けたときに、第 2 の特性値を取得することにより、物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算することができる。さらに、演算部 104 は、Vcc 分圧部 103 の出力値に基づいて、電源電圧に比例した物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算してもよい。

[0046] 演算部 104 は、Vcc 分圧部 103 の出力値に基づいて物理量センサ 101 の補正後の出力値を演算する場合、物理量センサ 101 の補正後の出力値を、Vcc 分圧部 103 の出力値 Vcc の、基準となる Vcc 分圧部 103 の出力値（以下、基準出力値とする）Vcc0 からの増幅率（ $= V_{cc} Z / V_{cc} 0$ ）で増減する。より具体的には、演算部 104 は、増幅率が + 10

%であった場合、物理量センサ 101 の補正後の出力値も+ 10 %増幅させる。

[0047] 記憶部 105 は、物理量センサ装置 100 の初期設定情報として少なくとも第 2 の特性値を記憶する。物理量センサ装置 100 の初期設定情報は、物理量センサ装置 100 の動作モード 2 において記憶部 105 に記憶される。入出力部 106 は、物理量センサ 101 の補正後の出力値や、温度センサ 102 の出力値、Vcc 分圧部 103 の出力値を外部へ出力する。また、入出力部 106 は、物理量センサ 101、温度センサ 102 および Vcc 分圧部 103 の各初期出力値をそれぞれ設定装置 110 へ出力する。入出力部 106 は、設定装置 110 からの物理量センサ装置 100 の初期設定情報の入力を受ける。

[0048] 設定装置 110 は、第 1 の取得部 111、第 2 の取得部 112、第 1 の算出部 113、第 2 の算出部 114、入出力部 115 によって構成される。第 1 の取得部 111 は、入出力部 115 を介して物理量センサ装置 100 の入出力部 106 から、少なくとも 3 つ以上の所定温度ごとに物理量センサ 101 によって出力された少なくとも 3 つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する。このため、第 1 の取得部 111 は、少なくとも計 9 つ以上の物理量センサ 101 の初期出力値を取得する。第 1 の取得部 111 は、Vcc 分圧部 103 の出力値を取得してよい。

[0049] 第 2 の取得部 112 は、物理量センサ 101 の複数の初期出力値に対応して予め設定された物理量センサ 101 の目標出力値をそれぞれ取得する。このため、第 2 の取得部 112 は、少なくとも計 9 つ以上の物理量センサ 101 の目標出力値を取得する。所定温度および物理量センサ 101 の目標出力値は、設定装置 110 の図示省略する記憶部に予め記憶されていてもよいし、図示省略する入力手段によって入力を受け付けてもよい。

[0050] 第 1 の算出部 113 は、物理量センサ 101 の初期出力値および目標出力値に基づいて、物理量センサ 101 の補正後の出力値を算出するための第 1 の特性値を算出する。具体的には、第 1 の算出部 113 は、所定温度ごとに

物理量センサ 101 の初期出力値と物理量センサ 101 の目標出力値とを例えば最小二乗法により 2 次以上の多項式に近似して第 1 の特性式を算出する。そして、第 1 の算出部 113 は、所定温度ごとに算出された第 1 の特性式の係数および定数項を第 1 の特性値とする。

[0051] より具体的には、第 1 の算出部 113 は、第 1 の取得部 111 によって  $m$  個の所定温度ごとに物理量センサ 101 の  $n$  個の所定物理量における初期出力値が取得された場合（物理量センサの出力値の測定点が  $n$  個、および温度センサの出力値の測定点が  $m$  個）、 $m$  個の所定温度ごとに  $X$  次（ $2 \leq X \leq n-1$ ）の多項式を算出し、これら  $X$  次の多項式に基づいて下記（1）式を算出する。下記（1）式は、演算部 104 で構成される第 1 の特性式である。

[0052] 下記（1）式において、 $V_d$  は物理量センサ装置の動作モード 3 のときの物理量センサ 101 の出力値であり、 $\Delta T$  は物理量センサ装置の動作モード 3 のときの温度センサ 102 の検出温度（温度センサ 102 の出力値）である（下記（2）式および（3）式においても同様）。検出温度  $\Delta T$  は、基準温度  $T_0 = 25^\circ\text{C}$  を基準とした温度センサ 102 の出力値である。そして、第 1 の算出部 113 は、 $m$  個の所定温度ごとに算出された  $X$  次の多項式の係数および定数項  $k_{ij}$ （ $i = 1, 2, \dots, \eta$ 、 $j = X, X-1, \dots, 1, 0$ ）を第 1 の特性値とする。

[0053] 
$$V_{out}(\Delta T, V_d) = K_{iX}(\Delta T) \times V_d^X + K_{iX-1}(\Delta T) \times V_d^{X-1} + \dots + K_{i1}(\Delta T) \times V_d + K_{i0}(\Delta T) \quad (i = 1, 2, \dots, \eta) \quad (1)$$

[0054] 第 1 の算出部 113 は、さらに、 $V_{cc}$  分圧部 103 の出力値に基づいて、第 1 の特性式を算出してもよい。この場合、第 1 の算出部 113 は、下記（2）式に示す第 1 の特性式を算出する。下記（2）式において、 $V_{cc}$  は、物理量センサ装置 100 の動作モード 2 のときの  $V_{cc}$  分圧部 103 の出力値である。この場合、第 1 の特性値は  $k_{ij} \times V_{cc} / V_{cc0}$ 、 $i = 1, 2, \dots, \eta$ 、 $j = X, X-1, \dots, 1, 0$  となる。

[0055] 
$$V_{out}(\Delta T, V_d) = \{ K_{iX}(\Delta T) \times V_d^X + K_{iX-1}(\Delta T) \times V_d^{X-1} + \dots + K_{i1}(\Delta T) \times V_d + K_{i0}(\Delta T) \} \times V_{cc} / V_{cc0}$$

$$+ \dots + K_{i1} (\Delta T) X V d + K_{i0} (\Delta T) \} X V c c / V c c O \quad (i = 1, 2, \dots, n) \dots (2)$$

[0056] 第2の算出部114は、所定温度および第1の特性値に基づいて、第1の特性値の近似式 $K_i(\Delta T)$ 、 $i = 1, 2, \dots, n$ を算出するための第2の特性値を算出する。具体的には、第2の算出部114は、第1の特性値 $k_{ij}$ ごとに所定温度と第1の特性値、とを例えば最小二乗法により2次以上の多項式に近似して第2の特性式を算出する。第2の特性式は、下記(3)式であらわされる。そして、第2の算出部114は、第2の特性式の係数および定数項 $k_{Tij}$ 、 $i = 1, 2, \dots, n$ 、 $j = Y$  ( $2 \leq Y \leq m-1$ )、 $Y-1$ 、 $\dots$ 、 $0$ を第2の特性値とする。第2の算出部114によって算出された第2の特性値は、入出力部115を介して物理量センサ装置100の入出力部116へ出力される。第1、2特性式および第1、2の特性値の算出方法については後述する。

$$[0057] \quad K_i(\Delta T) = k_{T_{iY}} X \Delta T^Y + k_{T_{iY-1}} X \Delta T^{Y-1} + \dots + k_{T_{i1}} X \Delta T + k_{T_{i0}} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \dots (3)$$

[0058] 次に、図1に示す物理量センサ装置100の全体構成の一例について、図2を参照して説明する。図2は、本発明を適用して半導体チップ上に形成した半導体物理量センサ装置の全体構成の一例を示すブロック図である。物理量センサ装置200は、物理量センサ201、温度センサ202、Vcc分圧部203、演算回路204、データ記憶部205、I/O (Input/Output) インターフェース206、第1~3サンプルホールド211~213、第1、2セレクタ214、219、A/Dコンバータ215、第1~3ラッチ216~218、基準電圧源221、センサ駆動回路222、発振器223によって構成される。

[0059] 物理量センサ201、温度センサ202、Vcc分圧部203は、上述した物理量センサ101、温度センサ102、Vcc分圧部103に相当する。物理量センサ201、温度センサ202およびVcc分圧部203の出力信号は、例えばアナログ信号である。物理量センサ201、温度センサ20

2 および  $V_{cc}$  分圧部 203 の後段には、それぞれ第 1～3 サンプルホールド 211～213 が配置されている。第 1～3 サンプルホールド 211～213 の後段には、第 1 セレクタ 214 を介して A/D コンバータ 215 が配置されている。

[0060] 第 1 サンプルホールド 211 は、物理量センサ 201 から連続的に入力されるアナログ信号を一定の時間間隔ごとに取り出し（標本化：サンプリング）一定時間保持する（ホールド）。第 2 サンプルホールド 212 は、温度センサ 202 から連続的に入力されるアナログ信号を一定の時間間隔ごとに取り出し一定時間保持する。第 3 サンプルホールド 213 は、 $V_{cc}$  分圧部 203 から連続的に入力されるアナログ信号を一定の時間間隔で取り出し一定時間保持する。

[0061] 第 1 セレクタ 214 は、第 1～3 サンプルホールド 211～213 から入力されるアナログ信号のうちの 1 つを選択して A/D コンバータ 215 に出力する。A/D コンバータ 215 は、第 1 セレクタ 214 によって選択されたアナログ信号をデジタル信号に変換し、演算回路 204 に出力する。すなわち、物理量センサ 201、温度センサ 202 および  $V_{cc}$  分圧部 203 によって生成されたアナログ信号はデジタル化され、後段の演算回路 204 に出力される。

[0062] 演算回路 204 およびデータ記憶部 205 は、それぞれ、上述した演算部 104 および記憶部 105 に相当する。演算回路 204 は、制御端子から入力される制御信号により、物理量センサ 201 の補正後の出力値を演算する処理を行うか否かの制御がなされる。具体的には、演算回路 204 は、例えば制御端子からの制御信号が「1：ON」である場合に、予めデータ記憶部 205 に記憶された初期設定情報を読み出し、この初期設定情報に基づいて物理量センサ 201 の出力信号を所定の増幅率で増幅して出力する（動作モード 3）。

[0063] 一方、演算回路 204 は、例えば制御端子からの制御信号が「0：OFF」である場合に、演算処理を行わずに、A/D コンバータ 215 から入力さ

れたデジタル信号をそのまま出力する（動作モード1）。このため、A/Dコンバータ215を介してデジタル化された物理量センサ201、温度センサ202、およびVcc分圧部203の各出力信号（以下、デジタル信号とする）は、初期出力値のまま、それぞれ後段の第1～3ラッチ216～218に入力される。

[0064] 第1～3ラッチ216～218は、それぞれ、物理量センサ201のデジタル信号、温度センサ202のデジタル信号、およびVcc分圧部203のデジタル信号を一定時間保持する。第2セクタ219は、第1～3ラッチ216～218から入力されるデジタル信号のうちの1つを選択してI/Oインターフェース206に出力する。また、第2セクタ219は、外部からI/Oインターフェース206にデジタル信号が入力されたときに、I/Oインターフェース206とデータ記憶部205とを接続するように切り替わる。そして、第2セクタ219は、I/Oインターフェース206に入力されたデジタル信号をデータ記憶部205に出力する。

[0065] I/Oインターフェース206は、上述した入出力部106に相当する。I/Oインターフェース206は、例えば、第2セクタ219からデジタル信号が入力されたとき（動作モード1, 3時）に出力モードとなり、第2セクタ219から入力されたデジタル信号をI/O端子から外部へ出力する。一方、I/Oインターフェース206は、例えば、外部からI/O端子を介してデジタル信号が入力されたとき（動作モード2）に入力モードとなり、外部から入力されたデジタル信号を第2セクタ219に出力する。

[0066] I/Oインターフェース206に外部から入力されたデジタル信号は、上述した設定装置110によって算出された物理量センサ装置200の初期設定情報である。I/Oインターフェース206に外部から入力されたデジタル信号は、第2セクタ219を介してデータ記憶部205に入力される。第2セクタ219からデータ記憶部205に入力されたデジタル信号は、データ記憶部205に書き込み電圧端子から所定の電圧が印加されることにより、データ記憶部205に半永久的に記憶される。

[0067] 基準電圧源 221 は、Vcc 端子から供給される電源電圧のノイズを平準化し、センサ駆動回路 222 の駆動に適した基準電圧を生成して、センサ駆動回路 222 に供給する。また、基準電圧源 221 は、発振器 223 や物理量センサ装置 200 内の各回路に電圧 VDD を供給する。センサ駆動回路 222 は、物理量センサ 201 や温度センサ 202 を駆動するための所定の大きさの電圧を生成し、物理量センサ 201 や温度センサ 202 に供給する。発振器 223 は、A/D コンバータ 215 や演算回路 204 を駆動するためのクロック信号を生成し、A/D コンバータ 215 や演算回路 204 に供給する。

[0068] 次に、物理量センサ装置 200 の動作モード 1～3 について詳細に説明する。まず、物理量センサ装置 200 の動作モード 1 について説明する。動作モード 1 は、物理量センサ装置 200 の初期設定を調整する段階において、物理量センサ 201 の初期の出力特性を得るための動作モードである。動作モード 1 においては、まず、物理量センサ 201、温度センサ 202 および Vcc 分圧部 203 の各アナログ信号は、それぞれ第 1～3 サンプルホールド 211～213 に入力され、一定時間ごとに電圧値の保持および更新が繰り返される。

[0069] 第 1～3 サンプルホールド 211～213 によって保持された各電圧値は、第 1 セレクタ 214 によって、例えば予め設定された選択順序により順次 A/D コンバータ 215 に入力され、アナログ値からデジタル値に変換される。A/D コンバータ 215 によってデジタル値に変換された物理量センサ 201、温度センサ 202 および Vcc 分圧部 203 の各電圧値は、演算回路 204 に入力される。

[0070] 動作モード 1 において、演算回路 204 は、制御端子から「0 : OFF」の制御信号が入力され、演算処理を行わないように制御されている。このため、A/D コンバータ 215 から演算回路 204 に入力された電圧値は、演算回路 204 にて演算処理が行われない状態でそのまま第 1～3 ラッチ 216～218 に出力され保持される。第 1～3 ラッチ 216～218 によって

保持された各電圧値は、第2セレクタ219によって、例えば予め設定された選択順序で順次I/Oインターフェース206に出力され、I/O端子から外部へ出力される。これにより、物理量センサ装置200の動作モード1が終了する。

[0071] このように、動作モード1のときの物理量センサ201、温度センサ202およびVcc分圧部203の各出力値は、演算回路204にて演算処理されずに初期出力値としてそのまま外部へ出力され、上述した第1の取得部111によって取得される。物理量センサ201の初期出力値が外部へ出力されたときの所定温度は、例えば、温度センサ202の初期出力値にて確認される。これにより、上記(1)式(または上記(2)式)および上記(3)式を算出するための物理量センサ装置200の初期の出力特性を得ることができる。

[0072] 次に、物理量センサ装置200の動作モード2について説明する。動作モード2は、外部から物理量センサ装置200のデータ記憶部205に初期設定情報を書き込むための動作モードである。動作モード2においては、まず、外部よりI/O端子を介してI/Oインターフェース206に、物理量センサ装置200の初期設定情報が入力される。初期設定情報は、上述した第2の算出部114によって算出された情報である。I/Oインターフェース206に初期設定情報が入力されることにより、I/Oインターフェース206は出力モードから入力モードに切り替わる。

[0073] さらに、I/Oインターフェース206に初期設定情報が入力されることにより、第2セレクタ219は、I/Oインターフェース206とデータ記憶部205とを接続する経路に切り替わる。そして、I/Oインターフェース206に入力された初期設定情報は、第2セレクタ219を介してデータ記憶部205に格納される。この状態で、データ記憶部205に書き込み電圧端子から所定の電圧が印加されることにより、データ記憶部205に格納された初期設定情報がデータ記憶部205内の不揮発性メモリに転写される。これにより、データ記憶部205に初期設定情報が半永久的に保持され、

物理量センサ装置 200 の動作モード 2 が終了する。

[0074] 次に、物理量センサ装置 200 の動作モード 3 について説明する。動作モード 3 は、物理量センサ装置 200 の実使用時や出荷前試験時などの動作モードであり、物理量センサ 201 の補正後の出力値を外部に出力する動作モードである。動作モード 3 においては、まず、動作モード 1 と同様に、物理量センサ 201、温度センサ 202 および Vcc 分圧部 203 の各出力信号が、それぞれ第 1～3 サンプルホールド 211～213、第 1 セレクタ 214 および A/D コンバータ 215 を介して演算回路 204 に入力される。

[0075] 次に、データ記憶部 205 に記憶された初期設定情報も演算回路 204 に入力される。上述したようにデータ記憶部 205 に記憶された初期設定情報とは、第 2 の算出部 114 によって算出された第 2 の特性値である。これにより、上記 (1) 式 (または上記 (2) 式) および上記 (3) 式に、物理量センサ 201 の出力値  $V_d$ 、温度センサ 202 の検出温度  $\Delta T$ 、Vcc 分圧部 203 の出力値  $V_{00}$ 、および第 2 の特性値  $k T_{ij}$ 、 $i = 1, 2, \dots$ ,  $\eta$ 、 $j = Y, Y - 1, \dots, 0$  が入力され、物理量センサ 201 の補正後の出力値が演算される。

[0076] その後、演算回路 204 によって演算された物理量センサ 201 の補正後の出力値は、第 1 ラッチ 216 に出力され、第 2 セレクタ 219 を経由して I/O インターフェース 206 に入力される。これにより、物理量センサ 201 の補正後の出力値は I/O 端子から外部へ出力され、物理量センサ装置 200 の動作モード 3 が終了する。上述した物理量センサ装置 200 の各動作モード 1～3 は、図示を省略する制御部によってプログラム制御されてもよいし、機械的にオン・オフ可能なスイッチによって機械的にまたは人為的に制御されてもよい。

[0077] 次に、第 1, 2 特性式および第 1, 2 の特性値の算出方法、および物理量センサの補正後の出力値の演算方法について、図 3～5 を参照して説明する。図 3 は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の補正前の出力特性の一例を示す特性図である。また、図 4 は、本発明の実施の形態にかかる

物理量センサ装置の目標出力特性の一例を示す特性図である。図5は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の温度依存性を示す特性図である。物理量センサとして圧力センサを用いた物理量センサ装置の動作モード1において、3つの所定温度 $T_1 \sim T_3$ ごとに3つの圧力 $P_1 \sim P_3$ を圧力センサに検知させた場合を例に説明する。所定温度 $T_1 \sim T_3$ を例えばそれぞれ $-40^\circ\text{C}$ 、 $25^\circ\text{C}$ および $100^\circ\text{C}$ とした。

[0078] まず、図3に示すように、第1の取得部111によって、圧力センサの計9つの初期出力値 $V_0$ を取得する。次に、圧力 $P_j$ 、 $j = 1, 2, 3$ を横軸とし、圧力センサの初期出力値 $V_0$ を縦軸として、所定温度 $T_1 \sim T_3$ ごとに圧力 $P_j$ と初期出力値 $V_0$ とを2次多項式に近似する。これにより、検知した圧力 $P_j$ に対して2次曲線的に変化する圧力センサの初期の出力特性301～303が得られる。図3に示す圧力センサの初期の出力特性301～303を示すグラフは2次曲線である（図4、5のグラフも同様に2次曲線である）。図3に示す圧力 $P_1 \sim P_3$ および圧力センサの初期出力値 $V_0$ の値は一例である。

[0079] 次に、第2の取得部112によって、圧力センサの9つの各初期出力値 $V_0$ にそれぞれ対応する圧力センサの9つの目標出力値 $V$ を取得する。次に、図4に示すように、圧力センサの初期出力値 $V_0$ を横軸とし、圧力センサの目標出力値 $V$ を縦軸として、所定温度 $T_1 \sim T_3$ ごとに初期出力値 $V_0$ と目標出力値 $V$ とを最小二乗法により2次多項式に近似する。これにより、圧力センサの補正後の出力特性401～403が所定温度 $T_1 \sim T_3$ ごとに得られる。そして、所定温度 $T_1 \sim T_3$ ごとの圧力センサの目標出力値の近似式 $V_1(T_1) \sim V_1(T_3)$ は、下記(4)式～下記(6)式であらわされる。

$$[0080] \quad V_1(T_1) = -0.88 \times V_0^2 + 11.66 \times V_0 - 0.10 \quad \dots (4)$$

$$[0081] \quad V_1(T_2) = -1.19 \times V_0^2 + 13.34 \times V_0 - 0.11 \quad \dots (5)$$

$$[0082] \quad V_1(T_3) = -1.40 \times V_0^2 + 15.17 \times V_0 - 0.09 \quad \dots (6)$$

)

[0083] 上記 (4) 式～上記 (6) 式により、 $V$ 、 $(T_i)$ 、 $i = 1, 2, 3$  の 2 次の項の係数  $k_{i2}$ 、1 次の項の係数  $k_{i1}$  および定数項  $k_{i0}$  を、第 1 の特性値として抽出する。物理量センサ装置の動作モード 3 において、上記 (4) 式～上記 (6) 式の初期出力値  $V_0$  および目標出力値  $V$  は、それぞれ圧力センサの出力値  $V_d$  および圧力センサの補正後の出力値  $V_{out}$  に相当する。このため、上記 (4) 式～上記 (6) 式は、下記 (7) 式のようにあらわすことができる。下記 (7) 式は、 $n, m = 3$  のときの上記 (1) 式に相当し、圧力センサの補正後の出力特性を示す第 1 の特性式である。

$$[0084] \quad V_{out}(\Delta T, V_d) = K_2(\Delta T) \times V_d^2 + K_1(\Delta T) \times V_d + K_0(\Delta T) \quad \dots (7)$$

[0085] 次に、上記 (4) 式～上記 (6) 式において、所定温度  $T_1 \sim T_3$  と基準温度  $T_0$  (例えば  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ ) との各差分  $\Delta T$  と、各 2 次の項の各係数  $k_{12} = -0.88$ 、 $k_{22} = -1.19$  および  $k_{32} = -1.40$  とを最小二乗法により 2 次多項式に近似する。同様に、各差分  $\Delta T$  と、各 1 次の項の各係数  $k_{11} = 11.66$ 、 $k_{21} = 13.34$  および  $k_{31} = 15.17$  とを最小二乗法により 2 次多項式に近似する。各差分  $\Delta T$  と、定数項  $k_{10} = -0.10$ 、 $k_{20} = -0.11$  および  $k_{30} = -0.09$  とを最小二乗法により 2 次多項式に近似する。

[0086] これにより、図 5 に示すように、上記 (7) 式の係数および定数項の近似式、 $(\Delta T)$ 、 $K_1(\Delta T)$  および、 $(\Delta T)$  は、温度依存特性を示す 2 次曲線  $501 \sim 503$  を示し、下記 (8) 式～下記 (10) 式であらわされる。物理量センサ装置の動作モード 3 において、所定温度  $T_1 \sim T_3$  と基準温度  $T_0$  (例えば  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ ) との各差分  $\Delta T$  は、基準温度  $T_0 = 25^\circ\text{C}$  の温度センサの検出温度 (温度センサの出力値) に相当する。このため、第 1 の特性値の近似式、 $(\Delta T)$ 、 $i = 0, 1, 2$  は、下記 (8) 式～下記 (10) 式であらわされる。

$$[0087] \quad K_2(\Delta T) = -1.5 \times 10^{-5} \Delta T^2 - 3.9 \times 10^{-3} \Delta T - 1.2 \quad \dots (8)$$

[0088] 
$$K_1(\Delta T) = -7.8 \times 10^{-6} X \Delta T^2 - 2.6 \times 10^{-2} X \Delta T - 1.3 \times 10^{-1} \dots (9)$$

$$K_0(\Delta T) = 2.4 \times 10^{-6} X \Delta T^2 - 1.1 \times 10^{-4} X \Delta T - 1.1 \times 10^{-1} \dots (10)$$

[0089] 上記(8)式〜上記(10)式は、温度 $\Delta T$ に依存する下記(11)式として抽出することができる。下記(11)式は、 $\eta = 3$ のときの上記(3)式に相当し、第1の特性値の温度依存特性を示す第2の特性式である。そして、上記(8)式における $K_2(\Delta T)$ の2次の項の係数 $kT_{22} = -1.5 \times 10^{-5}$ 、1次の項の係数 $kT_{21} = -3.9 \times 10^{-3}$ および定数項 $kT_{20} = -1.2$ と、上記(9)式における $K_1(\Delta T)$ の2次の項の係数 $kT_{12} = -7.8 \times 10^{-6}$ 、1次の項の係数 $kT_{11} = -2.6 \times 10^{-2}$ および定数項 $kT_{10} = -1.3 \times 10^{-1}$ と、上記(10)式における $K_0(\Delta T)$ の2次の項の係数 $kT_{02} = 2.4 \times 10^{-6}$ 、1次の項の係数 $kT_{01} = -1.1 \times 10^{-4}$ および定数項 $kT_{00} = -1.1 \times 10^{-1}$ と、を第2の特性値として抽出する。

[0090] 
$$K_i(\Delta T) = kT_{i2} X \Delta T^2 + kT_{i1} X \Delta T + kT_{i0} \quad (i = 0, 1, 2)$$
  

$$\dots (11)$$

[0091] このように得られた9つの第2の特性値(以下、補正用パラメータとする)  $kT_{ij}$ 、 $i = 0, 1, 2$ 、 $j = 2, 1, 0$ は、物理量センサ装置の動作モード2において、物理量センサの出力特性を補正する補正用パラメータとして物理量センサ装置のデータ記憶部205に記憶される。その後、物理量センサ装置の動作モード3において、温度センサの検出温度 $\Delta T$ と9つの補正用パラメータ $kT_{ij}$ とが演算回路204に入力されることにより、上記(8)式〜上記(10)式を用いた演算処理がおこなわれ、 $K_i(\Delta T)$ 、 $i = 0, 1, 2$ が算出される。 $K_i(\Delta T)$ 、 $i = 0, 1, 2$ は上記(7)式の係数および定数項であるため、圧力センサの出力値 $V_d$ が演算回路204に入力されることにより、上記(7)式を用いて、圧力センサの補正後の出力値 $V_{out}$ を算出することができる。

[0092] 次に、上述した9つの補正用パラメータ(第2の特性値)  $kT_{ij}$ について説

明する。図6は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の温度に対する特性を詳細に示す説明図である。図6には、上記(8)～上記(10)式で示した補正用パラメータの数値の一例と、各パラメータの持つ意味(温度に対する特性)を示す。上述した9つの補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ には、物理量センサ装置の温度に対する異なる特性がそれぞれあらわれる。このため、9つの補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ により、物理量センサ装置の温度に対する特性を詳細に確認することができる。

[0093] 具体的には、図6に示すように、 $K_2(\Delta T)$ の2次の項の係数 $k_{T_{22}}$ は、感度曲がり(感度非直線性)の温度に対する曲がり成分である。 $K_2(\Delta T)$ の1次の項の係数 $k_{T_{21}}$ は、感度曲がり(感度非直線性)の温度に対する傾きである。 $K_2(\Delta T)$ の定数項 $k_{T_{20}}$ は、基準温度時における感度曲がり(感度非直線性)である。 $K_1(\Delta T)$ の2次の項の係数 $k_{T_{12}}$ は、感度増幅度の温度に対する曲がり成分である。 $K_1(\Delta T)$ の1次の項の係数 $k_{T_{11}}$ は、感度増幅度の温度に対する傾きである。 $K_1(\Delta T)$ の定数項 $k_{T_{10}}$ は、基準温度時における感度増幅度である。

[0094]  $K_0(\Delta T)$ の2次の項の係数 $k_{T_{02}}$ は、オフセットの温度に対する曲がり成分である。 $K_0(\Delta T)$ の1次の項の係数 $k_{T_{01}}$ は、オフセットの温度に対する傾きである。 $K_0(\Delta T)$ の定数項 $k_{T_{00}}$ は、基準温度時におけるオフセット補正量である。これら9つの補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ は、作製された物理量センサ装置ごとに得られる。このため、過去に作製された物理量センサ装置の補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ の履歴をさかのぼって例えば所定の数値範囲にない補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ を確認することにより、補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ の示す温度特性に問題が生じているか否かを確認することができる。

[0095] また、3次や4次の多項式で近似して第1, 2の特性式を算出する場合、補正用パラメータ $k_{T_{ij}}$ の個数は、3次の多項式に近似する場合で12～16個となり、4次の多項式に近似する場合で15～25個となる。例えば、第1の特性式を3次の多項式に近似し、第2の特性式を2次の多項式で近似する場合は、少なくとも3つの所定温度でそれぞれ物理量センサの出力を少な

くとも4 つ取得する必要がある。これらの補正用パラメータ $k_{Tij}$ には、例えば、周辺機器に起因する特性などが規則的にあらわれる。このため、周辺機器によっては、第1, 2の特性式の次数を増やすほど、周辺機器に起因する特性などを確認することができ物理量センサの出力値を高精度で補正することができる。

[0096] また、4つの所定温度でそれぞれ物理量センサの出力を4つ取得したとしても、3次の多項式に近似するとは限らず、2次の多項式に近似する場合もある。よって、測定個数が $m, n$ 個の場合得られる近似式の次数 $X, Y$ は、 $2 \leq Y \leq m - 1, 2 \leq X \leq n - 1$ となる。

[0097] 次に、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の出力値補正処理の手順について説明する。図7, 8は、本発明の実施の形態にかかる物理量センサ装置の出力値補正処理の手順を示すフローチャートである。図7, 8には、物理量センサ装置の初期設定条件が算出され、物理量センサ装置の記憶部に書き込まれるまでの処理を示す。まず、図7に示すように、圧力センサの出力値の測定回数 $n$  ( $\geq 3$ ) および温度センサの出力値の測定回数 $m$  ( $\geq 3$ ) を取得する (ステップS701)。

[0098] 次に、変数 $i$ に1を代入した後 (ステップS702)、温度センサによって検出された温度 $T_i$ と、この温度 $T_i$ のときの $V_{cc}$ 分圧部の出力値 $V_{cc_i}$ を測定する (ステップS703, S704)。次に、変数 $j$ に1を代入した後 (ステップS705)、温度 $\Delta T_i$ および圧力 $P_j$ のときの圧力センサの初期出力値 $V_{0ij}$ を測定する (ステップS706)。そして、変数 $j$ をインクリメントして (ステップS707)、変数 $j$ が測定回数 $n$ と等しくなるまで (ステップS708 :No)、ステップS706, S707の処理を繰り返し行う。

[0099] 変数 $j$ が測定回数 $n$ よりも大きくなった場合 (ステップS708 :Yes)、変数 $i$ をインクリメントし (ステップS709)、変数 $i$ が測定回数 $m$ と等しくなるまで (ステップS710 :No)、ステップS703~S709の処理を繰り返し行う。これにより、 $m$ 個の温度ごとに $n$ 個の圧力を測定

して計  $m \times n$  個以上の初期出力値  $V_{0\_ij}$ 、 $i = 1, 2, \dots, m$ 、 $j = 1, 2, \dots, \eta$  が測定され、物理量センサ装置の外部へ出力される。ここまでの処理は、物理量センサ装置の動作モード1である。物理量センサ装置の外部へ出力された複数の初期出力値  $V_{0\_ij}$  は、設定装置の第1の取得部によって取得される。

[0100] 変数  $i$  が測定回数  $m$  よりも大きくなった場合（ステップS710：Yes）、設定装置の第2の取得部によって初期出力値  $V_{0\_ij}$  に対応する圧力センサの目標出力値  $V_{\text{目標}}$ 、 $i = 1, 2, \dots, m$ 、 $j = 1, 2, \dots, \eta$  を読み出す（ステップS711）。次に、初期出力値  $V_{0\_ij}$  および目標出力値  $V_{\text{目標}}$  に基づいて、上記（4）式～上記（6）式に示すように温度  $T_i$  ごとに目標出力値の近似式  $V_i(T_i)$  を算出する（ステップS712）。次に、目標出力値の近似式  $V_i(T_i)$  の係数および定数項  $k_{ij}$ 、 $i = 1, 2, \dots, m$ 、 $j = X, X-1, \dots, 1, 0$  を第1の特性値として取得する（ステップS713）。

[0101] 次に、変数  $i$  に1を代入し（ステップS714）、上記（8）式～上記（10）式に示す第1の特性値の近似式、 $(\Delta T)$  を算出する（ステップS715）。次に、第1の特性値の近似式、 $(\Delta T)$  の各パラメータ  $k_{Tij}$ 、 $i = 0, 1, \dots, m$ 、 $j = Y, Y-1, \dots, 1, 0$  ( $2 \leq Y \leq \eta-1$ ) を、第2の特性値として取得する（ステップS716）。そして、変数  $i$  をインクリメントして（ステップS717）、変数  $i$  が測定回数  $m$  と等しくなるまで（ステップS718：No）、ステップS715～S717の処理を繰り返す。変数  $i$  が測定回数  $m$  よりも大きくなった場合（ステップS718：Yes）、近似式、 $(\Delta T)$  の係数および定数項（第2の特性値） $k_{Tij}$  を、補正用パラメータとして物理量センサ装置の記憶部に書き出す（ステップS719）。ステップS719の処理は、物理量センサ装置の動作モード2である。その後、本フローチャートによる処理を終了し、以降、物理量センサ装置は動作モード3で動作する。

[0102] なお、本実施の形態で説明した物理量センサ装置の出力値補正処理は、あらかじめ用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーション

ションなどのコンピュータで実行することにより実現することができる。このプログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO、DVDなどのコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行される。またこのプログラムは、インターネットなどのネットワークを介して配布することが可能な伝送媒体であってもよい。

[01 03] 以上、説明したように、実施の形態によれば、物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式と、第1の特性式の係数および定数項の温度依存特性を示す第2の特性式とを用いて、物理量センサの補正後の出力値を演算する。このため、物理量センサおよび温度センサの初期の出力特性に曲がりが存在していたとしても、これらの曲がりが補正され物理量センサの出力値を補正することができる。このため、物理量センサ装置の補正精度を向上することができる。

[01 04] また、実施の形態によれば、最低限9つの補正用パラメータを記憶部に記憶させればよい。このため、データ容量の小さい安価な記憶部を用いることができる。このため、物理量センサ装置の規模を縮小することができ、かつ物理量センサ装置を安価に作製することができる。また、3次の第1, 2の特性式を算出する場合には12~16個の補正用パラメータを、4次の第1, 2の特性式を算出する場合には15~25個の補正用パラメータを記憶部に記憶させればよい。このため、第1, 2の特性式の次数を増加させた場合でも、記憶部に記憶されるパラメータの個数が大幅に増加することはない。したがって、データ容量の小さい安価な記憶部を用いた場合においても、3次や4次の第1, 2の特性式を算出して補正用パラメータを増やし、周辺機器に起因する曲がりを容易に補正することができる。

[01 05] また、実施の形態によれば、第1の特性式と当該第1の特性式を構成する第2の特性式とからなる1つの伝達関数式に物理量センサの出力値、温度センサの出力および第2の特性値を入力するだけで、物理量センサの補正後の出力値を演算することができる。このため、伝達関数式の次数にかかわらず

、論理積回路や論理和回路などの基本回路のみで上記伝達関数式を構成した演算回路を用いて、物理量センサの補正後の出力値を演算することができる。これにより、物理量センサ装置の規模を小さくすることができ、かつ物理量センサ装置を安価に作製することができる。さらに、処理速度の高速化を図ることができる。

[01 06] また、実施の形態によれば、物理量センサの出力特性を補正する補正用パラメータを算出するために、最低限 9 つの測定点（3 つの所定温度ごとに 3 つの物理量を測定）において物理量センサの初期出力値を取得すればよい。このため、物理量センサ装置の初期設定を行うための工程数を少なくすることができる。したがって、物理量センサ装置を安価に作製することができる。また、例えば、4 つの所定温度ごとに 4 つの物理量を測定するなど測定点の個数を増やすことで、第 1, 2 の特性式を算出するため近似精度が向上する。これにより、物理量センサ装置の補正精度を向上することができる。

[01 07] 以上において本発明は、上述した実施の形態に限らず、種々変更可能である。例えば、補正用パラメータを算出するための設定装置を物理量センサ装置内に設けてもよい。この場合、例えば物理量センサ装置の動作モード 3 において周辺機器が変更されたときなどに、設定装置によって再度、補正用パラメータを算出する構成としてもよい。また、図 1 に示した物理量センサ装置のうち物理量センサとその他の装置（物理量センサの出力値補正装置）とを同一の半導体チップ上に設けてもよいし、異なる半導体チップ上に設けてもよい。物理量センサと物理量センサの出力値補正装置を異なる半導体チップ上に設けた場合、温度センサを物理量センサと同一の半導体チップ上に設けてもよいし、サーミスタなどで構成し、物理量センサの出力値補正装置および物理量センサと同一の半導体チップ上に設けなくてもよい。また、物理量センサを半導体チップ上に形成しなくてもよい。

#### 産業上の利用可能性

[01 08] 以上のように、本発明にかかる物理量センサ装置の出力値補正方法、物理量センサの出力値補正方法、物理量センサ装置および物理量センサの出力値

補正装置は、温度に依存する他の物理量を検知し、検知した物理量に応じて電気信号を出力する物理量センサに有用である。

#### 符号の説明

- [0109]    1 0 0    物理量センサ装置
- 1 0 1    物理量センサ
- 1 0 2    温度センサ
- 1 0 3    V c c 分圧部
- 1 0 4    演算部
- 1 0 5    記憶部
- 1 0 6    入出力部
- 1 1 1    第 1 の取得部
- 1 1 2    第 2 の取得部
- 1 1 3    第 1 の算出部
- 1 1 4    第 2 の算出部

## 請求の範囲

### [請求項1]

温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じて電気信号を出力する物理量センサと、検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサと、を備えた物理量センサ装置の出力値補正方法であって、

少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得工程と、

少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得工程と、

前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出工程と、

前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出工程と、

を含むことを特徴とする物理量センサ装置の出力値補正方法。

### [請求項2]

前記第1の算出工程では、前記所定温度ごとに前記初期出力値と前記目標出力値とを2次以上の多項式に近似して前記物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式を算出し、前記第1の特性式の係数および定数項を前記第1の特性値とすることを特徴とする請求項1に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

### [請求項3]

前記第2の算出工程では、前記第1の特性式の係数および定数項ごとに前記所定温度と前記第1の特性値とを2次以上の多項式に近似して前記第1の特性値の温度依存特性を示す第2の特性式を算出し、前記第2の特性式の係数および定数項を前記第2の特性値とすることを特徴とする請求項2に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

### [請求項4]

2次以上の多項式に近似するときに最小二乗法を用いることを特徴

とする請求項 2 に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項5]

前記物理量センサの現時点の出力値と、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第 2 の特性値を用いて補正された補正後の前記第 1 の特性値とに基づいて、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項6]

前記第 1 の特性式および前記第 2 の特性式を構成する演算手段に、前記物理量センサの現時点の出力値、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第 2 の特性値を入力することにより、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算工程をさらに含むことを特徴とする請求項 3 に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項7]

前記演算工程では、電源電圧に比例した前記物理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする請求項 5 に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項8]

前記第 2 の特性値を記憶手段に記憶する記憶工程をさらに含み、  
前記演算工程では、前記記憶手段から読み出した前記第 2 の特性値を用いることを特徴とする請求項 5 に記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項9]

前記物理量センサは、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロセンサまたは流量センサであることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の物理量センサ装置の出力値補正方法。

[請求項10]

温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じた電気信号を出力する物理量センサと、

検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサと、

少なくとも 3 つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも 3 つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第 1 の取得手段と、

少なくとも 3 つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前

記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得手段と、

前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出手段と、

前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出手段と、

を備えることを特徴とする物理量センサ装置。

[請求項11]

前記第1の算出手段は、前記所定温度ごとに前記初期出力値と前記目標出力値とを2次以上の多項式に近似して前記物理量センサの補正後の出力特性を示す第1の特性式を算出し、前記第1の特性式の係数および定数項を前記第1の特性値とすることを特徴とする請求項10に記載の物理量センサ装置。

[請求項12]

前記第2の算出手段は、前記第1の特性式の係数および定数項ごとに前記所定温度と前記第1の特性値とを2次以上の多項式に近似して前記第1の特性値の温度依存特性を示す第2の特性式を算出し、前記第2の特性式の係数および定数項を前記第2の特性値とすることを特徴とする請求項11に記載の物理量センサ装置。

[請求項13]

2次以上の多項式に近似するときに最小二乗法を用いることを特徴とする請求項11に記載の物理量センサ装置。

[請求項14]

前記物理量センサの現時点の出力値と、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第2の特性値を用いて補正された補正後の前記第1の特性値とに基づいて、前記物理量センサの補正後の出力値を演算する演算手段と、

をさらに備えることを特徴とする請求項10に記載の物理量センサ装置。

[請求項15]

前記第1の特性式および前記第2の特性式を構成する演算手段をさらに備え、

前記演算手段は、前記物理量センサの現時点の出力値、前記温度センサの前記現時点の出力値および前記第２の特性値が入力されることにより、前記物理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする請求項１２に記載の物理量センサ装置。

[請求項 16] 前記演算手段は、電源電圧に比例した前記物理量センサの補正後の出力値を演算することを特徴とする請求項１４に記載の物理量センサ装置。

[請求項 17] 前記第２の特性値を記憶する記憶手段をさらに備え、  
前記演算手段は、前記記憶手段から読み出した前記第２の特性値を用いることを特徴とする請求項１４に記載の物理量センサ装置。

[請求項 18] 前記物理量センサは、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロセンサまたは流量センサであることを特徴とする請求項１０～１７のいずれか一つに記載の物理量センサ装置。

[請求項 19] 温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じて電気信号を出力する物理量センサおよび検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサからの出力信号を取得し前記物理量センサの出力値を補正する物理量センサの出力値補正方法であつて、

少なくとも３つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも３つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第１の取得工程と、

少なくとも３つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第２の取得工程と、

前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第１の特性値を算出する第１の算出工程と、

前記所定温度および前記第１の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第１の特性値を補正するための第２の特性値を算出する第２の算出工程と、

を含むことを特徴とする物理量センサの出力値補正方法。

[請求項20]

温度に依存する他の物理量を検知し、検知した前記物理量に応じた電気信号を出力する物理量センサおよび検知した温度に応じた電気信号を出力する温度センサの出力信号を受け前記物理量センサの出力値を補正する物理量センサの出力値補正装置であつて、

少なくとも3つ以上の所定温度のそれぞれにおいて、前記物理量センサによって出力された少なくとも3つ以上の初期出力値をそれぞれ取得する第1の取得手段と、

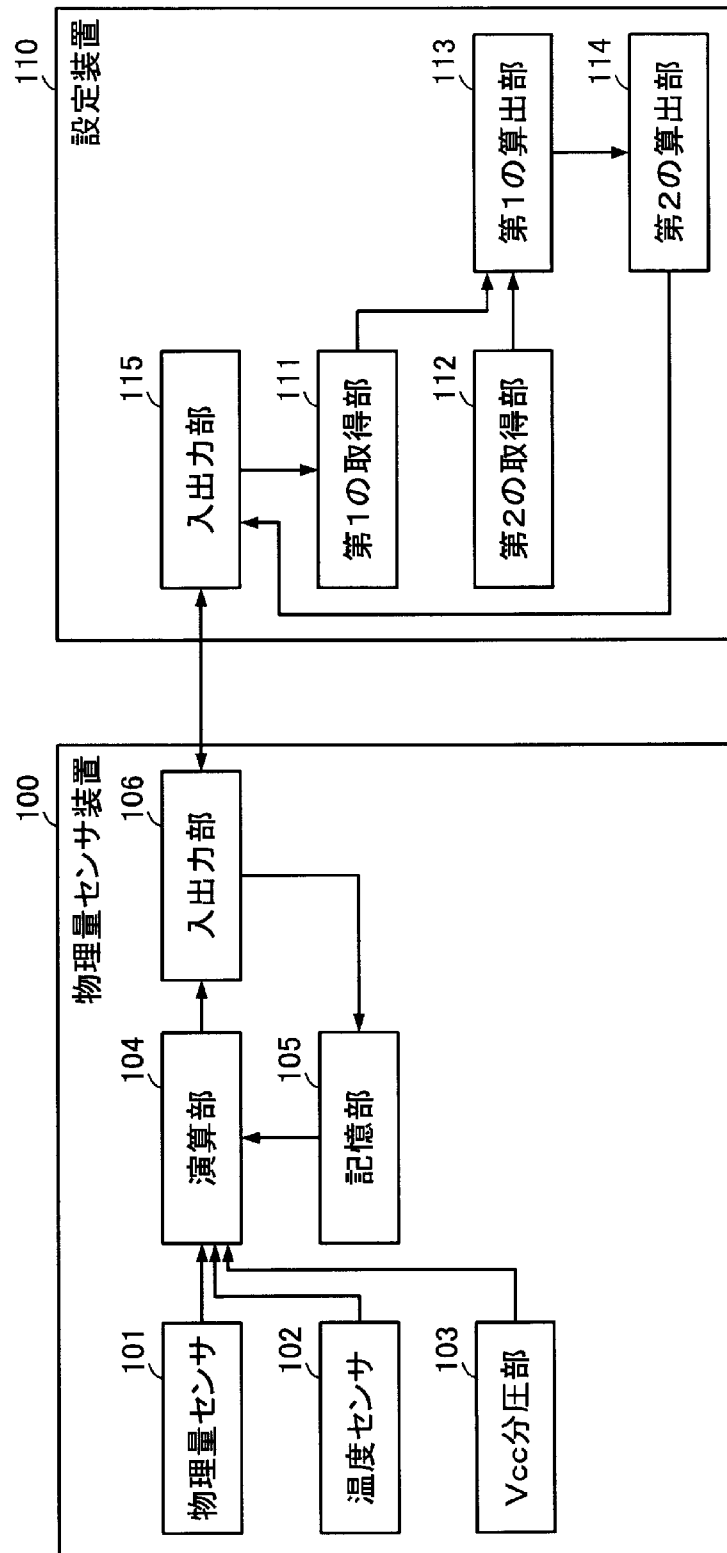
少なくとも3つ以上の前記初期出力値に対応して予め設定された前記物理量センサの目標出力値をそれぞれ取得する第2の取得手段と、

前記初期出力値および前記目標出力値に基づいて、検知した前記物理量に対して非線形的に変化する前記物理量センサの出力特性を補正するための第1の特性値を算出する第1の算出手段と、

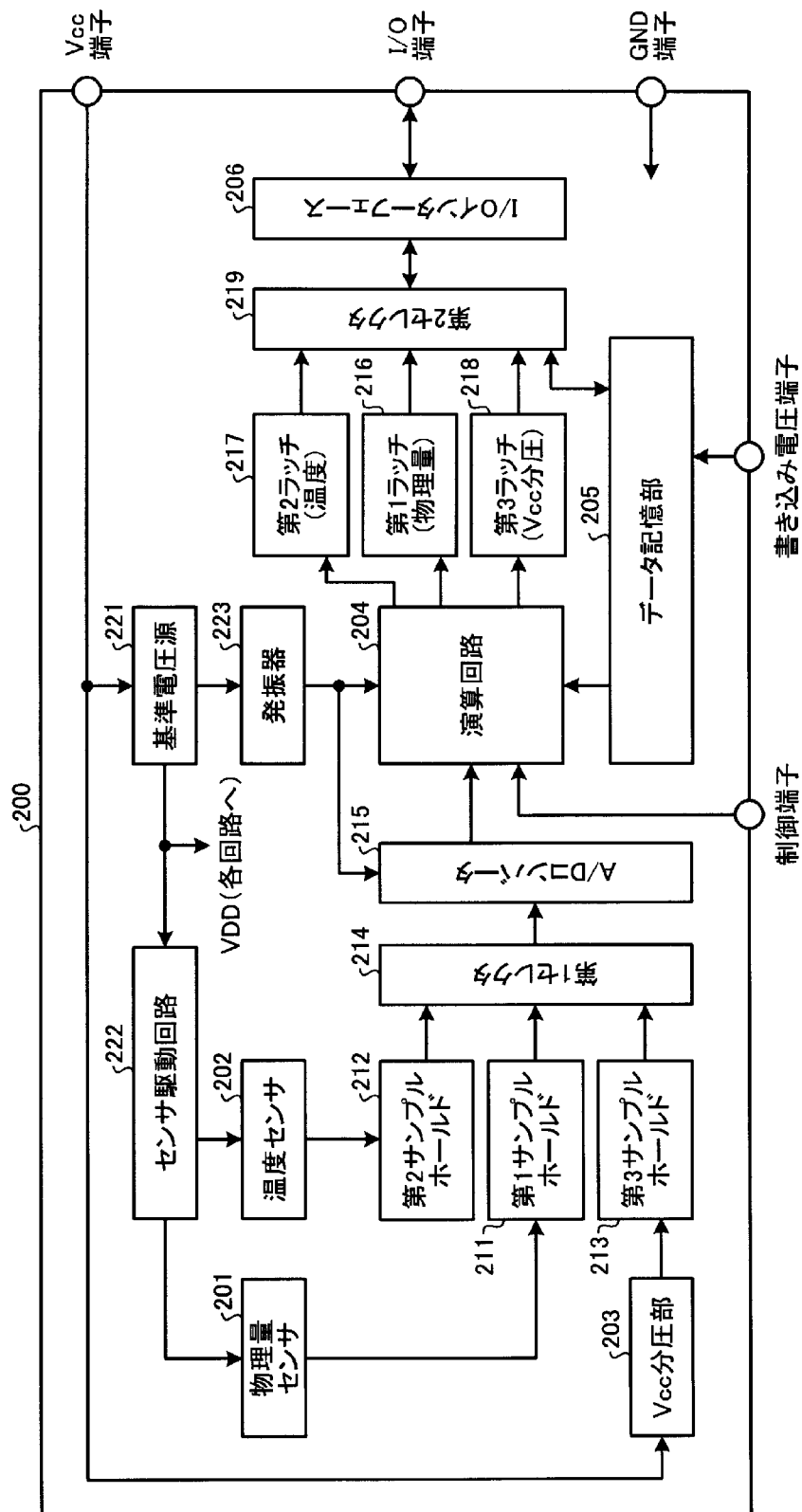
前記所定温度および前記第1の特性値に基づいて、前記温度センサによって検出された温度に対して非線形的に変化する前記第1の特性値を補正するための第2の特性値を算出する第2の算出手段と、

を備えることを特徴とする物理量センサの出力値補正装置。

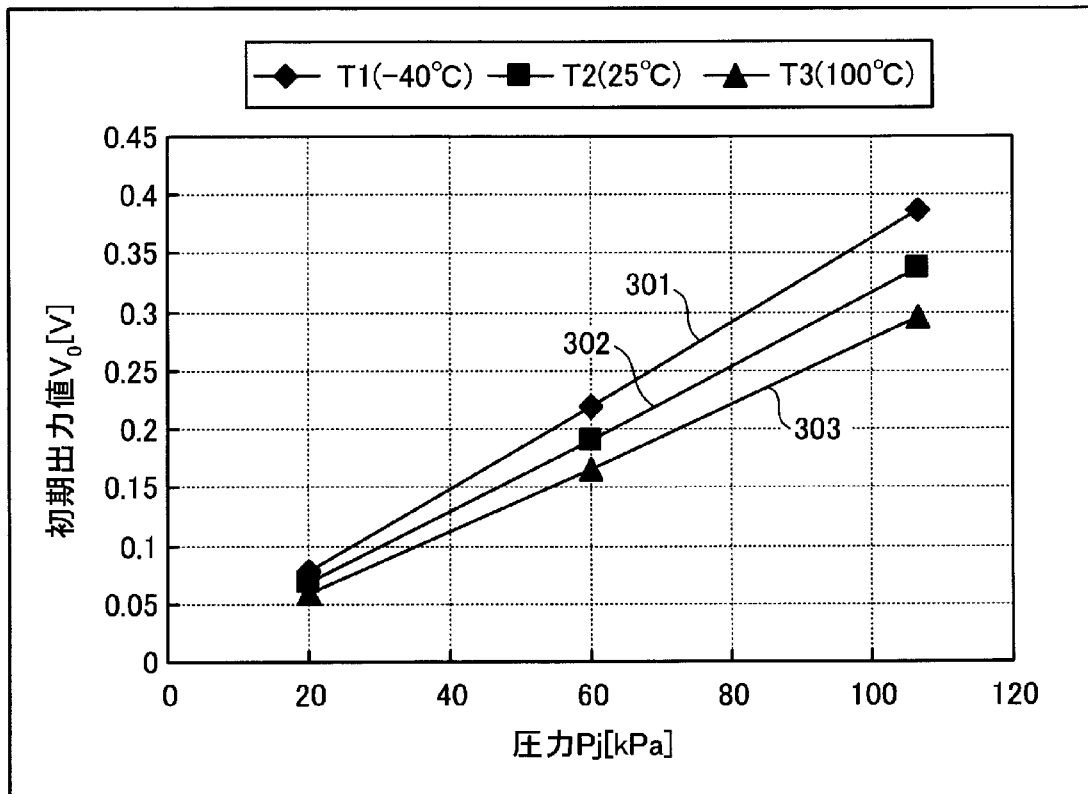
[図1]



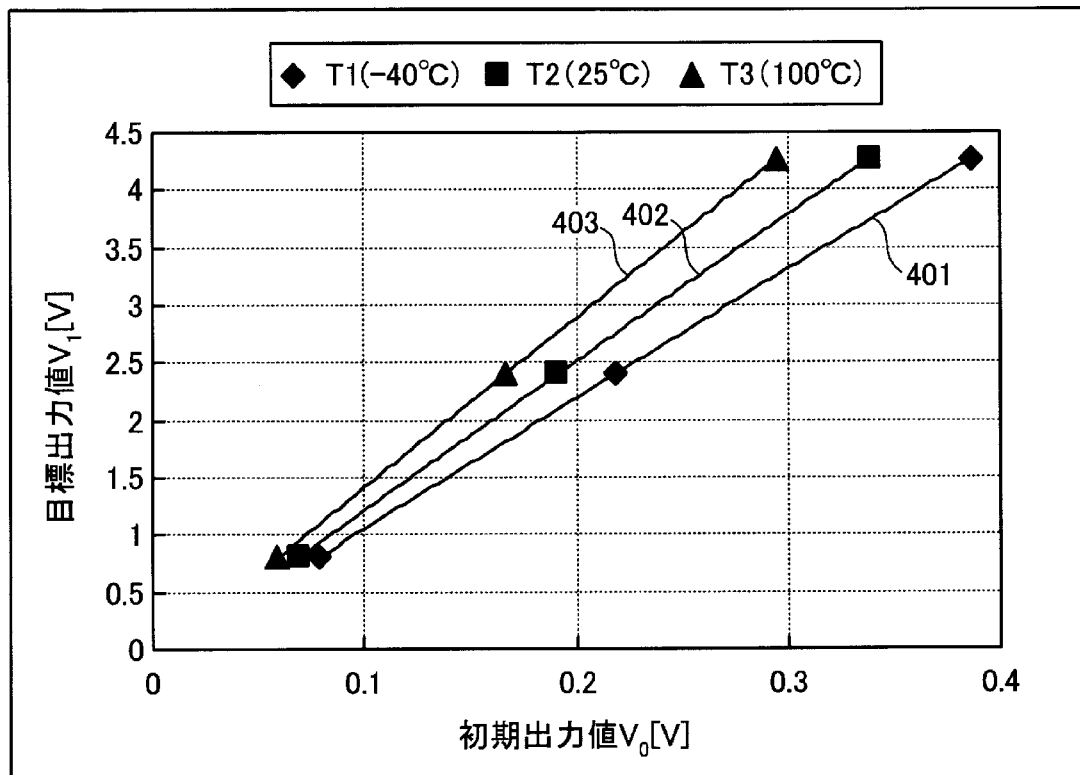
[図2]



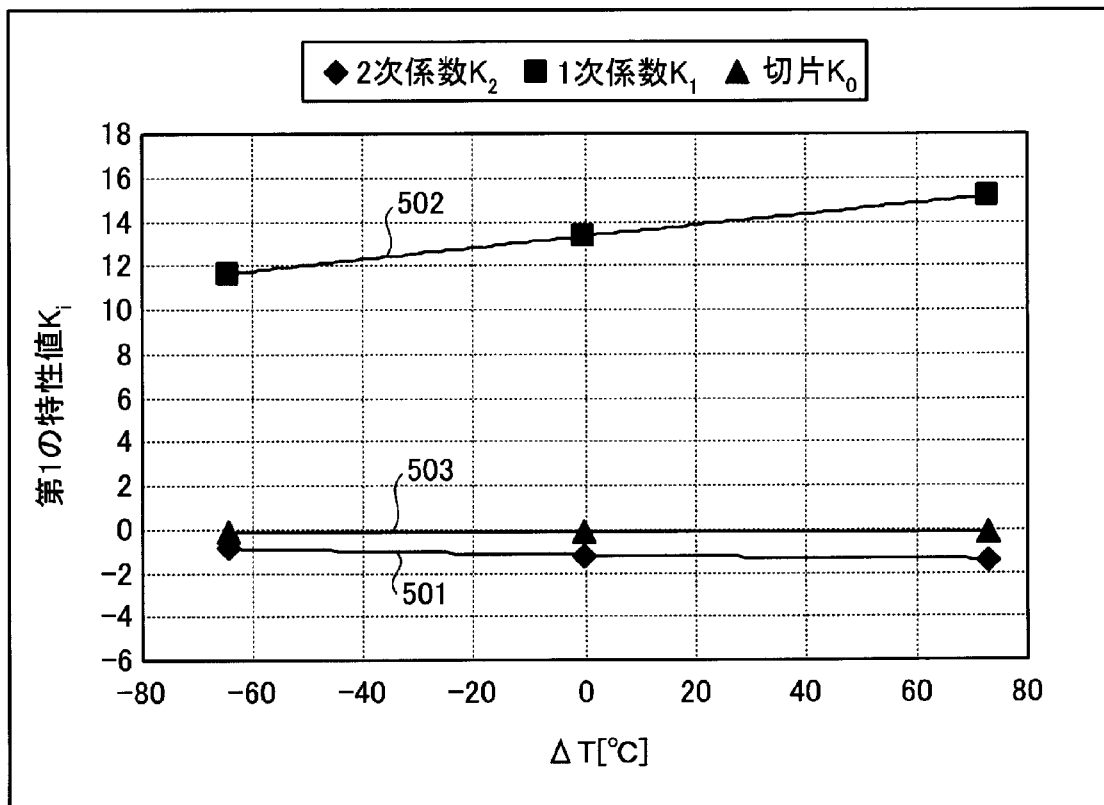
[図3]



[図4]



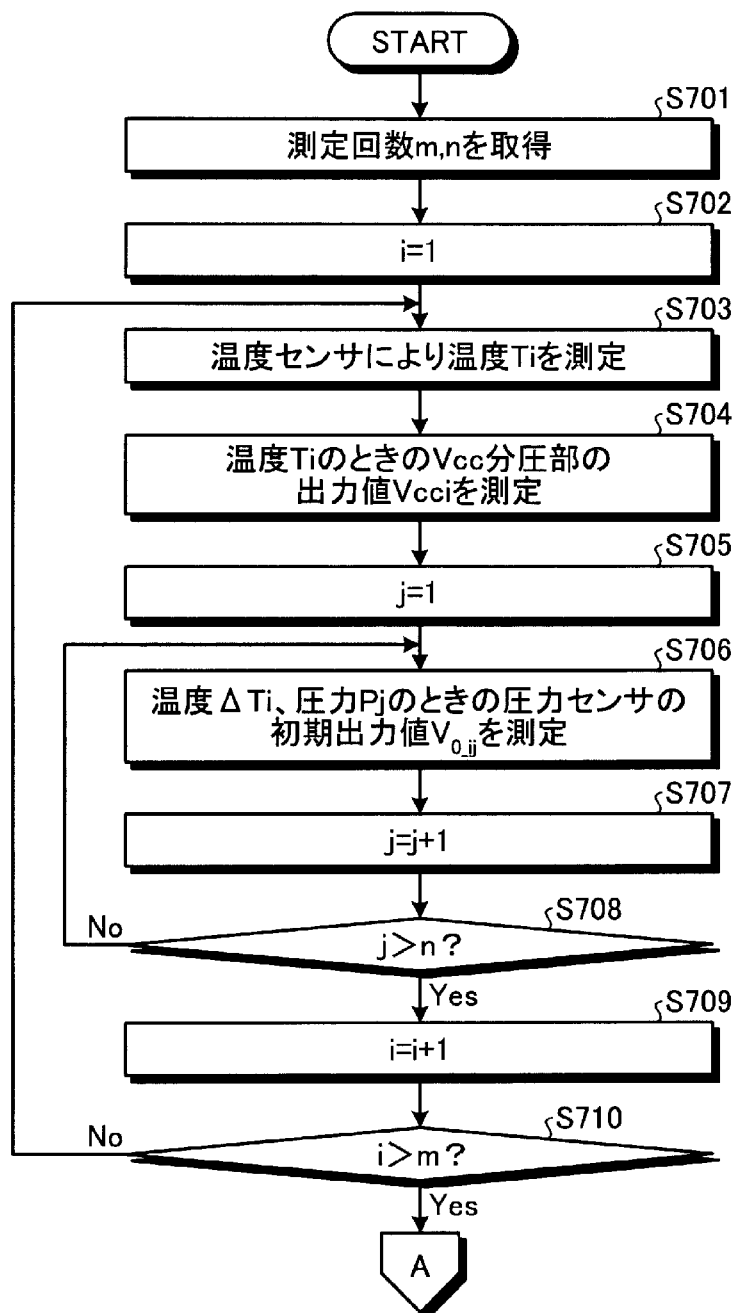
[図5]



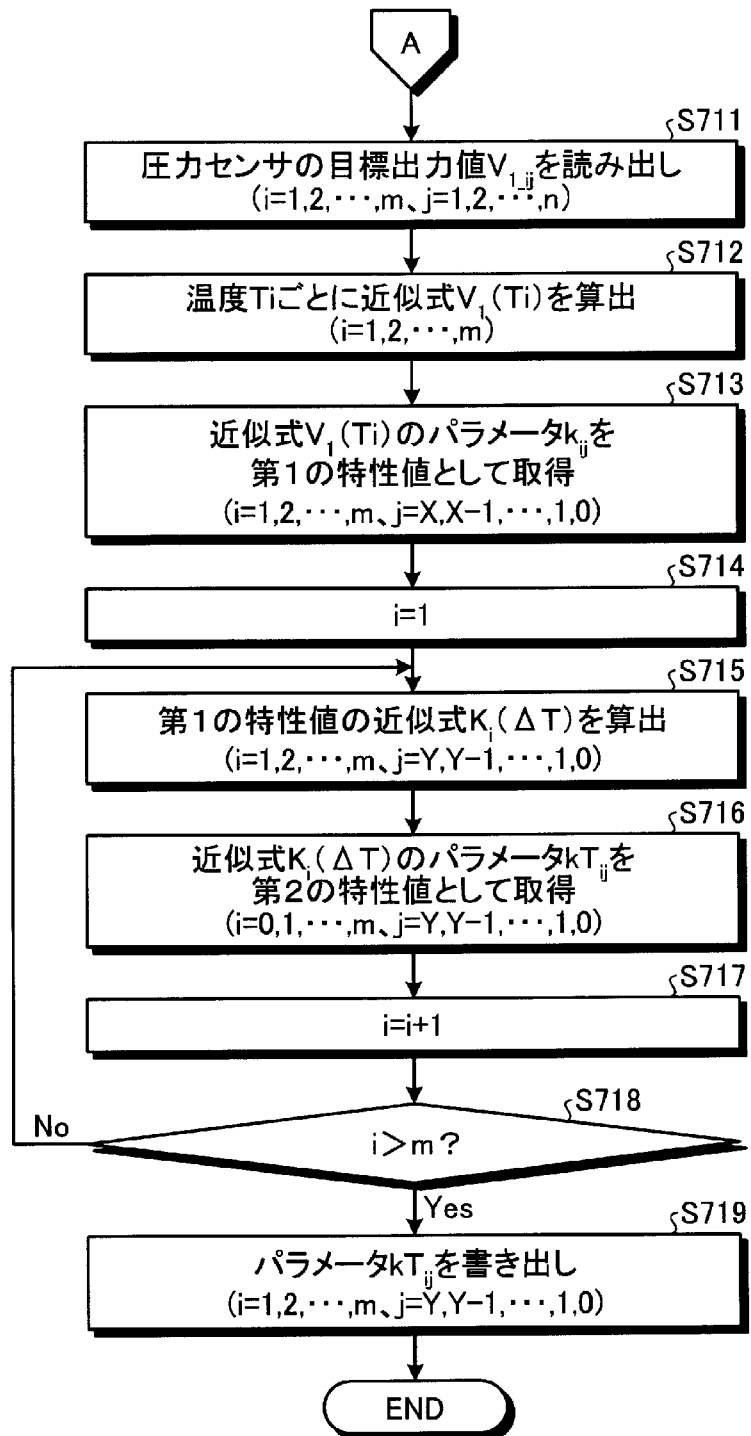
[図6]

| 近似式項目           | パラメータ     | 実施例での値                | パラメータの持つ意味                |
|-----------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| $K_2(\Delta T)$ | $kT_{22}$ | $1.5 \times 10^{-5}$  | 感度曲がり(感度非直線性)の温度に対する曲がり成分 |
|                 | $kT_{21}$ | $-3.9 \times 10^{-3}$ | 感度曲がり(感度非直線性)の温度に対する傾き    |
|                 | $kT_{20}$ | -1.2                  | 基準温度時における感度曲がり(感度非直線性)    |
| $K_1(\Delta T)$ | $kT_{12}$ | $-7.8 \times 10^{-6}$ | 感度増幅度の温度に対する曲がり成分         |
|                 | $kT_{11}$ | $2.6 \times 10^{-2}$  | 感度増幅度の温度に対する傾き            |
|                 | $kT_{10}$ | $1.3 \times 10$       | 基準温度時における感度増幅度            |
| $K_0(\Delta T)$ | $kT_{02}$ | $2.4 \times 10^{-6}$  | オフセットの温度に対する曲がり成分         |
|                 | $kT_{01}$ | $1.1 \times 10^{-4}$  | オフセットの温度に対する傾き            |
|                 | $kT_{00}$ | $-1.1 \times 10^{-1}$ | 基準温度時におけるオフセット補正量         |

[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 084242

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01 D3/028 (2006.01) i, G01L9/00 (2006.01) i, G01 L19/04 (2006.01) i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01D3/00-036, G01L9/00, G01L19/04

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

|         |         |        |            |         |         |        |      |           |
|---------|---------|--------|------------|---------|---------|--------|------|-----------|
| Jitsuyo | Shinan  | Koho   | 1922-1 996 | Jitsuyo | Shinan  | Toroku | Koho | 1996-2013 |
| Kokai   | Jitsuyo | Shinan | 1971-2013  | Toroku  | Jitsuyo | Shinan | Koho | 1994-2013 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2001-527648 A (Integrated Sens or Solutions),<br>25 December 2001 (25.12.2001),<br>page 10, line 13 to page 12, line 12; fig. 2<br>to 4<br>& US 5848383 A & WO 98/50796 A I<br>& EP 980527 B I | 1-20                  |
| A         | JP 6-294664 A (Yamatake-Honeywell Co., Ltd.),<br>21 October 1994 (21.10.1994),<br>paragraphs [0013] to [0024]; all drawings<br>(Family: none)                                                     | 1-20                  |
| A         | JP 2010-281581 A (Seiko Epson Corp.),<br>16 December 2010 (16.12.2010),<br>paragraphs [0035] to [0047]; fig. 1, 2, 7 to 13<br>(Family: none)                                                      | 1-20                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 February, 2013 (27.02.13)Date of mailing of the international search report  
12 March, 2013 (12.03.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C) )

Int.Cl. G01D3/028 (2006. 01) i, G01L9/00 (2006. 01) i, G01L19/04 (2006. 01) i

## B. — 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C) )

Int.Cl. G01D3/00— 036, G01L9/00, G01L19/04

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |               |
|-------------|---------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
8 年

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                     | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2001-527648 A (インテイクレイテッド センサー ソリューションズ) 2001. 12. 25, 第 1 0 頁第 1 3 行—第 1 2 頁第 1 2 行、<br>F I G. 2—4 & US 5848383 A & WO 98/50796 AI & EP 980527 BI | 1-20           |
| A               | JP 6-294664 A (山武ハネウエル株式会社) 1994. 10. 21,<br>【0 0 1 3】—【0 0 2 4】、全図 (ファミリーなし)                                                                         | 1-20           |
| A               | JP 2010-281581 A (セイコーエプソン株式会社) 2010. 12. 16,<br>【0 0 3 5】—【0 0 4 7】、図 1, 2, 7—1 3 (ファミリーなし)                                                          | 1-20           |

Γ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの」  
IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」  
I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」  
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」  
IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

IT 「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」

IX 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」

IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」

I&amp; 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

2 7 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

榮永 雅夫

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

2 F

8 7 0 6