

(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
2023年8月10日(10.08.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/149497 A1

(51) 国際特許分類:
G01C 19/5776 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/003364

(22) 国際出願日: 2023年2月2日(02.02.2023)

(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 2022-017359 2022年2月7日(07.02.2022) JP

(71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中心区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 森 岳志(MORI, Takeshi).

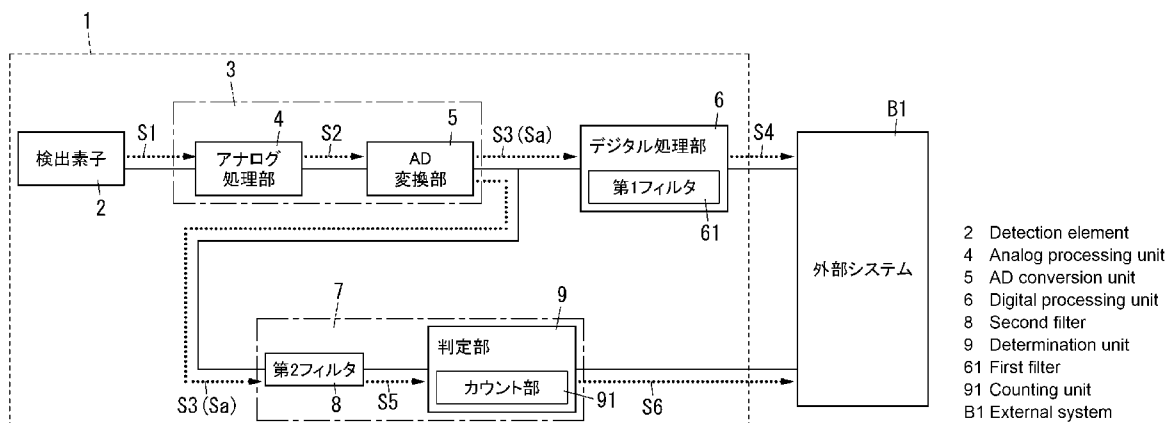
(74) 代理人: 弁理士法人 北斗特許事務所(HOKUTO PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目12-17 J R E 梅田スクエアビル Osaka (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,

(54) Title: SENSOR DEVICE AND SENSOR DEVICE DETERMINATION METHOD

(54) 発明の名称: センサ装置、及びセンサ装置の判定方法

[図1]



(57) Abstract: The purpose of the present disclosure is to provide: a sensor device which makes it possible to self-diagnose a failure linked to an increase in thermal noise while suppressing an increase in device size; and a sensor device determination method. This sensor device (1) is equipped with a detection element (2), a signal conversion unit (3), a first filter (61) and a monitoring unit (7). The first filter (61) allows passage therethrough of a target frequency band, which is a frequency band to be targeted for processing, of a signal outputted from the signal conversion unit (3). The monitoring unit (7) monitors the thermal noise included in a monitoring signal (Sa), which is the signal before passage through the first filter (61). The monitoring unit (7) has a second filter (8) and a determination unit (9). The second filter (8) extracts a thermal noise signal (S5) from the monitoring signal (Sa) by causing passage therethrough of a frequency band of the monitoring signal (Sa) which excludes the target frequency band. The determination unit (9) detects the size of the thermal noise signal (S5), and determines whether there is an abnormality in the detection element (2) and/or the signal conversion unit (3) on the basis of the size of the thermal noise signal (S5).

[続葉有]

PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))
-

(57) 要約: 本開示は、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができるセンサ装置、及びセンサ装置の判定方法を提供することを目的とする。センサ装置(1)は、検出素子(2)と、信号変換部(3)と、第1フィルタ(61)と、監視部(7)と、を備える。第1フィルタ(61)は、信号変換部(3)から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。監視部(7)は、第1フィルタ(61)を通過する前の信号である監視信号(Sa)に含まれるサーマルノイズを監視する。監視部(7)は、第2フィルタ(8)と、判定部(9)と、を有する。第2フィルタ(8)は、監視信号(Sa)のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号(Sa)からサーマルノイズ信号(S5)を抽出する。判定部(9)は、サーマルノイズ信号(S5)の大きさを検出し、サーマルノイズ信号(S5)の大きさに基づいて検出素子(2)及び信号変換部(3)の少なくとも一方の異常を判定する。

明 細 書

発明の名称： センサ装置、及びセンサ装置の判定方法

技術分野

[0001] 本開示は、一般に、センサ装置、及びセンサ装置の判定方法に関する。より詳細には、本開示は、応力を検出する検出素子を備えるセンサ装置、及びセンサ装置の判定方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、加速度を検出するための少なくとも 1 つのマイクロメカニカルセンサ素子と、センサ素子毎にそれぞれ 1 つの A/D 変換器を伴う冗長的な信号パスを有する電子評価ユニットと、を備える加速度センサが開示されている。加速度センサは、電子評価ユニットの A/D 変換器の機能性に関するパラメータを監視する監視手段が設けられている。

[0003] 監視手段は、電子評価ユニット内に集積されたセンサ素子に対する等価回路と、冗長なさらなる A/D 変換器と、を含む。監視手段の冗長なさらなる A/D 変換器は、電子評価ユニットの A/D 変換器の機能性に関するパラメータに関して、電子評価ユニットの A/D 変換器と同じ特性で反応する。監視手段は、電子評価ユニットの A/D 変換器の機能性に関するパラメータの変化を決定するために、監視手段の冗長なさらなる A/D 変換器の出力信号の値を、所定の固定限界値と比較することで、電子評価ユニットの A/D 変換器の故障判定を行う。

[0004] ところで、センサ装置において、ノイズの増大につながる故障を自己診断するために、特許文献 1 に開示されるように冗長な回路を更に実装すると、センサ装置の回路規模が増大し、センサ装置のサイズが大きくなってしまうという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特許第 5 8 3 7 2 5 5 号公報

発明の概要

- [0006] 本開示の目的とするところは、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができるセンサ装置、及びセンサ装置の判定方法を提供することにある。
- [0007] 本開示の一態様に係るセンサ装置は、検出素子と、信号変換部と、第1フィルタと、監視部と、を備える。前記検出素子は、応力に応じて検出信号を出力する。前記信号変換部は、前記検出信号の信号変換を行う。前記第1フィルタは、前記信号変換部から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。前記監視部は、前記第1フィルタを通過する前の信号である監視信号に含まれるサーマルノイズを監視する。前記監視部は、第2フィルタと、判定部と、を有する。前記第2フィルタは、前記監視信号のうち前記対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、前記監視信号からサーマルノイズ信号を抽出する。前記判定部は、前記サーマルノイズ信号の大きさを検出し、前記サーマルノイズ信号の前記大きさに基づいて前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の異常を判定する。
- [0008] 本開示の一態様に係るセンサ装置の判定方法は、検出素子と、信号変換部と、を備えるセンサ装置の判定方法である。前記検出素子は、応力に応じて検出信号を出力する。前記信号変換部は、前記検出信号の信号変換を行う。前記センサ装置の判定方法は、第1フィルタリングステップと、監視ステップと、を含む。前記第1フィルタリングステップは、前記信号変換部から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。前記監視ステップは、前記第1フィルタリングステップを行う前の信号である監視信号に含まれるサーマルノイズを監視する。前記監視ステップは、第2フィルタリングステップと、判定ステップと、を含む。前記第2フィルタリングステップは、前記監視信号のうち前記対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、前記監視信号からサーマルノイズ信号を抽出する。前記判定ステップは、前記サーマルノイズ信号の大きさを検出し、

前記サーマルノイズ信号の前記大きさに基づいて前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の異常を判定する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本実施形態のセンサ装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、同上のセンサ装置のサーマルノイズ信号を説明する説明図である。

[図3]図3は、同上のセンサ装置の判定方法の動作を示すフローチャートである。

[図4]図4は、同上の第1変形例に係るセンサ装置の概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] (実施形態)

(1) 概要

以下、実施形態に係るセンサ装置1の概要について、図1を参照して説明する。

[0011] 実施形態に係るセンサ装置1は、図1に示すように、検出素子2と、信号変換部3と、第1フィルタ61と、監視部7と、を備える。

[0012] 検出素子2は、応力に応じて検出信号S1を出力する。信号変換部3は、検出信号S1の信号変換を行う。第1フィルタ61は、信号変換部3から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。監視部7は、第1フィルタ61を通過する前の信号である監視信号Saに含まれるサーマルノイズを監視する。本開示でいう「サーマルノイズ」は、周波数に依存しないノイズであり、例えば、自由電子の不規則な熱振動によって生じる。本実施形態では、サーマルノイズは、監視信号Saの周波数帯域の全体にわたって常時発生する。

[0013] 監視部7は、第2フィルタ8と、判定部9と、を有する。第2フィルタ8は、監視信号Saのうち対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号Saからサーマルノイズ信号S5を抽出する。判定部9は、サ

ーマルノイズ信号 S 5 の大きさを検出し、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさに基づいて検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を判定する。

[0014] 以上から、本実施形態のセンサ装置 1 は、監視信号 S a のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域に発生しているサーマルノイズを直接監視することで、対象周波数帯域で発生しているサーマルノイズの増大につながる、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を判定することができる。すなわち、本実施形態のセンサ装置 1 は、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断するために、冗長な回路を更に実装する必要がなくなるという効果を奏する。

[0015] そのため、本実施形態のセンサ装置 1 は、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができるという利点がある。本開示でいう「自己診断」は、センサ装置 1 が検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常の有無を自動的に判定することである。

[0016] (2) 詳細な構成

(2-1) センサ装置

以下に、本実施形態のセンサ装置 1 の詳細な構成について、図 1 及び図 2 を参照して説明する。センサ装置 1 は、例えば、外部装置 B 1 は、家電製品、携帯端末、カメラ、ウェアラブル端末、ゲーム機、又は車両（自動車及び二輪自動車等を含む）、ドローン、航空機若しくは船舶等の移動体等の様々な装置に用いられる。

[0017] センサ装置 1 は、図 1 に示すように、検出素子 2 と、信号変換部 3 と、デジタル処理部 6 と、監視部 7 と、を備える。信号変換部 3、デジタル処理部 6、及び監視部 7 は、例えば、単一の A S I C (Application Specific Integrated Circuit) である。なお、信号変換部 3、デジタル処理部 6、及び監視部 7 は単一の A S I C に限られず、1 以上の I C を含む回路であってもよく、又は、マイクロコンピュータであってもよい。

[0018] (検出素子)

検出素子 2 は、応力に応じて検出信号 S 1 を出力する。より詳細には、検出素子 2 は、応力を検出し、応力の大きさに対応した検出信号 S 1 を出力する。本実施形態の検出素子 2 は、センサ装置 1 の円運動によって検出素子 2 の内部に生じたコリオリ力を検出し、コリオリ力に応じて検出信号 S 1 を出力する。言い換えれば、本実施形態の検出素子 2 は、回転角速度、回転角及び角加速度等の物理量を、電荷信号である検出信号 S 1 に変換するジャイロ素子である。

[0019] 検出素子 2 は、微小電気機械システムを含む。例えば、検出素子 2 は、いわゆる、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) により構成された共振子である。

[0020] 検出素子 2 は、例えば、1 軸のジャイロ素子であり、検出軸周りの角速度を検出する。検出素子 2 は、振動電極と、検出電極とを有する。振動電極は、検出軸に直交する第 1 方向に振動する。検出電極は、検出軸と第 1 方向との両方に直交する第 2 方向における振動電極の移動を、静電容量を用いて検出する。なお、検出素子 2 の構造は上述の構造に限られず、検出軸周りの角速度を検出可能なものであれば、任意の構造であってよい。検出方式は、例えば、圧電方式でもよい。

[0021] (信号変換部)

信号変換部 3 は、図 1 に示すように、アナログ処理部 4 と、A/D 変換部 5 と、有する。

[0022] アナログ処理部 4 は、検出信号 S 1 が入力され、第 1 変換信号 S 2 を出力する。より詳細には、アナログ処理部 4 は、検出信号 S 1 が入力され、電荷信号である検出信号 S 1 をアナログ形式の電圧信号である第 1 変換信号 S 2 に変換し、出力する。

[0023] A/D 変換部 5 は、第 1 変換信号 S 2 を第 2 変換信号 S 3 に変換し、デジタル処理部 6 に第 2 変換信号 S 3 を出力する。より詳細には、A/D 変換部 5 は、アナログ形式の第 1 変換信号 S 2 をデジタル形式の第 2 変換信号 S 3 に変換して、デジタル処理部 6 に第 2 変換信号 S 3 を出力する。

[0024] (デジタル処理部)

デジタル処理部6は、第2変換信号S3から出力信号S4を生成し、外部装置B1に出力信号S4を出力するように構成される。

[0025] デジタル処理部6は、図1に示すように、第1フィルタ61を有する。第1フィルタ61は、信号変換部3から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。より詳細には、本実施形態の第1フィルタ61は、AD変換部5から出力される第2変換信号S3のうち対象周波数帯域を通過させる。デジタル処理部6は、第1フィルタ61を通して、第2変換信号S3から対象周波数帯域の信号を抽出する。本実施形態の第1フィルタ61は、第2変換信号S3のうち、遮断周波数より低い周波数の成分はほとんど減衰させず、遮断周波数より高い周波数の成分を通過させるローパスフィルタである。具体的には、第1フィルタ61にはデジタル形式の第2変換信号S3が通過するため、第1フィルタ61はデジタルローパスフィルタである。

[0026] デジタル処理部6は、抽出した対象周波数帯域の信号について、ゲイン調整又はオフセット調整を行い、検出素子2が検出した応力を算出し、算出された応力に関する情報を出力信号S4として出力する。本実施形態のデジタル処理部6は、抽出した対象周波数帯域の信号に基づいてコリオリ力を算出し、算出されたコリオリ力に関する情報を出力信号S4として出力する。なお、本実施形態のデジタル処理部6は、算出されたコリオリ力から回転角速度、回転角及び角加速度等の物理量を更に算出し、出力信号S4として出力してもよい。外部装置B1は、出力信号S4を受け取って、出力信号S4を用いた処置及び動作を行う機能を有する装置である。

[0027] (監視部)

監視部7は、監視信号Saに含まれるサーマルノイズを監視する。より詳細には、監視部7は、監視信号Saのうち対象周波数帯域を除く周波数帯域に発生しているサーマルノイズを監視する。本実施形態の監視部7は、サーマルノイズの監視を行う監視状態と、サーマルノイズの監視を停止する停止

状態と、を切り替える間欠駆動を行う。監視部 7 は、イベント（例えば、外部から加えられる振動又は衝撃等の外乱）が発生したときに、監視状態から停止状態に切り替える。また、監視部 7 は、一定の時間間隔で、監視状態と停止状態とを切り替えてもよい。

[0028] 監視部 7 は、図 1 に示すように、第 2 フィルタ 8 と、判定部 9 と、を具備する。

[0029] 第 2 フィルタ 8 は、監視信号 S a のうち、第 1 フィルタ 6 1 が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号 S a からサーマルノイズ信号 S 5 を抽出する。本実施形態の第 2 フィルタ 8 は、第 2 変換信号 S 3 を監視信号 S a として、サーマルノイズ信号 S 5 を抽出する。言い換えれば、本実施形態の第 2 フィルタ 8 は、A/D 変換部 5 から出力される第 2 変換信号 S 3 のうち、第 1 フィルタ 6 1 が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、第 2 変換信号 S 3 からサーマルノイズ信号 S 5 を抽出する。本実施形態では、サーマルノイズ信号 S 5 はデジタル形式の信号である。

[0030] 本実施形態の第 2 フィルタ 8 は、第 2 変換信号 S 3 のうち、遮断周波数より高い周波数の成分はほとんど減衰させず、遮断周波数より低い周波数の成分を減衰させるハイパスフィルタである。第 2 フィルタ 8 であるハイパスフィルタの遮断周波数は、第 1 フィルタ 6 1 であるローパスフィルタの遮断周波数以上である。具体的には、第 2 フィルタ 8 にはデジタル形式の第 2 変換信号 S 3 が通過するため、第 2 フィルタ 8 は、デジタルハイパスフィルタである。

[0031] 本実施形態の監視部 7 は、監視部 7 が監視状態である場合に第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力され、監視部 7 が停止状態である場合に第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力されないように構成されている。すなわち、本実施形態の監視部 7 は、監視部 7 が監視状態であるか停止状態であるかを、第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力されるか否かによって制御している。

- [0032] 判定部 9 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさを検出し、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさに基づいて検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を判定する。例えば、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさは、サーマルノイズ信号 S 5 のエネルギー又は振幅である。一例として、縦軸をサーマルノイズ信号 S 5 のエネルギーとし、横軸を時間とした場合のサーマルノイズ信号 S 5 を図 2 に示す。
- [0033] 本実施形態の判定部 9 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさが予め設定された所定範囲 R 1 を超えた回数をカウント数としてカウントするカウント部 9 1 を有する。カウント部 9 1 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさの瞬時値が所定範囲 R 1 を超えた回数をカウント数としてカウントする。
- [0034] より詳細には、カウント数は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさが所定範囲 R 1 の上限値 L 1 を上回った回数と、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさが所定範囲 R 1 の下限値 L 2 を下回った回数と、の合計値である。所定範囲 R 1 は、検出素子 2 及び信号変換部 3 の両方に異常がない場合のサーマルノイズ信号 S 5 の大きさが所定範囲 R 1 に含まれるように予め設定される。
- [0035] 具体的に、カウント部 9 1 が図 2 に示すサーマルノイズ信号 S 5 をカウントする場合を例に挙げて説明する。図 2 に示すサーマルノイズ信号 S 5 のエネルギーは、所定範囲 R 1 を 3 回超えている。より詳細には、図 2 に示すサーマルノイズ信号 S 5 のエネルギーは、時間 t 1 において所定範囲 R 1 の下限値 L 2 を下回っており、時間 t 2 及び時間 t 3 のそれぞれにおいて、所定範囲 R 1 の上限値 L 1 を上回っている。そのため、カウント部 9 1 は、3 をカウント数としてカウントする。
- [0036] カウント部 9 1 がカウントするカウント数は、一定周期毎にリセットされる。本実施形態では、監視部 7 が間欠駆動を行うため、カウント部 9 1 がカウントするカウント数は、監視部 7 が停止状態になったタイミングでリセットされる。なお、カウント部 9 1 のカウント数がリセットされるタイミングは、監視部 7 が所定の回数停止状態になったタイミングでリセットされていてもよい。

[0037] 判定部 9 は、カウント部 9 1 がカウントするカウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると判定する。所定回数は、2 以上であることが好ましい。すなわち、所定回数は、2 以上の回数に予め設定されることが好ましい。

[0038] 判定部 9 は、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると判定する場合、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を報知するエラー信号 S 6 を出力する。より詳細には、判定部 9 は、カウント部 9 1 がカウントするカウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると判定し、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を報知するエラー信号 S 6 を外部装置 B 1 に出力する。

[0039] (2-2) センサ装置の判定方法

本実施形態のセンサ装置 1 の判定方法の動作について図 3 のフローチャートを用いて説明する。本実施形態のセンサ装置 1 の判定方法は、図 3 に示すように、アナログ処理ステップ S T 1 と、A D 変換ステップ S T 2 と、デジタル処理ステップ S T 3 と、監視ステップ S T 5 と、を含む。

[0040] まず、アナログ処理ステップ S T 1 では、アナログ処理部 4 は、検出信号 S 1 が入力され、第 1 変換信号 S 2 を出力する。より詳細には、アナログ処理ステップ S T 1 では、アナログ処理部 4 は、検出信号 S 1 が入力され、電荷信号である検出信号 S 1 を電圧信号である第 1 変換信号 S 2 に変換し、出力する。

[0041] そして、A D 変換ステップ S T 2 では、A D 変換部 5 は、第 1 変換信号 S 2 を第 2 変換信号 S 3 に変換する。より詳細には、A D 変換ステップ S T 2 では、A D 変換部 5 は、アナログ形式の第 1 変換信号 S 2 をデジタル形式の第 2 変換信号 S 3 に変換して、デジタル処理部 6 に第 2 変換信号 S 3 を出力する。

[0042] デジタル処理ステップ S T 3 は、第 1 フィルタリングステップ S T 3 1 と、算出ステップ S T 3 2 と、を含む。第 1 フィルタリングステップ S T 3 1

では、第1フィルタ61は、AD変換ステップST2においてAD変換部5から出力される第2変換信号S3のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。すなわち、第1フィルタリングステップST31では、デジタル処理部6は、第1フィルタ61を通して、第2変換信号S3から対象周波数帯域の信号を抽出する。そして、算出ステップST32では、デジタル処理部6は、抽出した対象周波数帯域の信号について、ゲイン調整又はオフセット調整を行い、検出素子2が検出した応力を算出し、算出された応力に関する情報を出力信号S4として出力する。

[0043] その後、監視部7が監視状態であるとき(ST4:Yes)、監視ステップST5では、監視部7が、第2変換信号S3を監視信号Saとして、監視信号Saに含まれるサーマルノイズを監視する。

[0044] より詳細には、監視ステップST5は、第2フィルタリングステップST51と、判定ステップST52と、を含む。第2フィルタリングステップST51では、第2フィルタ8は、監視信号Saのうち、第1フィルタリングステップST31において通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号Saからサーマルノイズ信号S5を抽出する。本実施形態の第2フィルタリングステップST51では、第2フィルタ8は、AD変換ステップST2において出力される第2変換信号S3のうち、第1フィルタ61が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、第2変換信号S3からサーマルノイズ信号S5を抽出する。

[0045] その後、判定ステップST52では、判定部9は、サーマルノイズ信号S5の大きさを検出し、サーマルノイズ信号S5の大きさに基づいて検出素子2及び信号変換部3の少なくとも一方の異常を判定する。より詳細に、判定ステップST52について説明する。まず、判定ステップST52では、カウント部91は、サーマルノイズ信号S5の大きさが予め設定された所定範囲R1を超えた回数をカウント数としてカウントする。その後、判定部9は、カウント部91がカウントするカウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、検出素子2及び信号変換部3の少なくとも一方の異常があると

判定し、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を報知するエラー信号 S 6 を外部装置 B 1 に出力する。

[0046] 一方、監視部 7 が監視状態でないとき (S T 4 : N o)、すなわち、監視部 7 が停止状態であるとき、センサ装置 1 は監視ステップ S T 5 を実施しない。

[0047] 図 3 のフローチャートは、本実施形態のセンサ装置 1 の判定方法の一例に過ぎず、その処理の順序が適宜入れ替わっていてもよいし、いずれかの処理について適宜省略されてもよい。

[0048] 例えば、本実施形態では、デジタル処理ステップ S T 3 の後に監視ステップ S T 5 を実施しているが、アナログ処理ステップ S T 1 の前に監視ステップ S T 5 を実施してもよい。また、監視ステップ S T 5 は、アナログ処理ステップ S T 1、A D 変換ステップ S T 2、及びデジタル処理ステップ S T 3 を実施するタイミングと同じタイミングで実施してもよい。

[0049] なお、監視ステップ S T 5 は、アナログ処理ステップ S T 1、A D 変換ステップ S T 2、及びデジタル処理ステップ S T 3 を実施するタイミングと独立したタイミングで実施してもよい。

[0050] (3) 利点

センサ装置 1 は、図 1 に示すように、検出素子 2 と、信号変換部 3 と、第 1 フィルタ 6 1 と、監視部 7 と、を備える。検出素子 2 は、応力に応じて検出信号 S 1 を出力する。信号変換部 3 は、検出信号 S 1 の信号変換を行う。第 1 フィルタ 6 1 は、信号変換部 3 から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。監視部 7 は、第 1 フィルタ 6 1 を通過する前の信号である監視信号 S a に含まれるサーマルノイズを監視する。監視部 7 は、第 2 フィルタ 8 と、判定部 9 と、を具備する。第 2 フィルタ 8 は、監視信号 S a のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号 S a からサーマルノイズ信号 S 5 を抽出する。判定部 9 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさを検出し、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさに基づいて検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常

を判定する。

[0051] この構成によると、センサ装置 1 は、監視信号 S a のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域に発生しているサーマルノイズを直接監視することで、対象周波数帯域で発生しているサーマルノイズの増大につながる、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を判定することができる。より詳細には、センサ装置 1 は、監視信号 S a のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域に発生しているサーマルノイズを直接監視することで、対象周波数帯域で発生しているサーマルノイズの増大につながる、検出素子 2、アナログ処理部 4、及び A/D 変換部 5 の少なくともいずれか 1 つの異常を判定することができる。すなわち、センサ装置 1 は、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断するために、冗長な回路を更に実装する必要がなくなるという効果を奏する。そのため、本実施形態のセンサ装置 1 は、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができるという利点がある。

[0052] センサ装置 1 では、判定部 9 は、カウント部 9 1 がカウントするカウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると判定し、所定回数は 2 以上の回数に予め設定される。

[0053] この構成によると、サーマルノイズ信号 S 5 が突発的に上昇した場合において、判定部 9 は、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があるとは判定しない。すなわち、本実施形態のセンサ装置 1 は、サーマルノイズの増大につながる故障を誤診断することを抑制することができるという利点がある。

[0054] センサ装置 1 では、監視部 7 は、サーマルノイズの監視を行う監視状態と、サーマルノイズの監視を停止する停止状態と、を切り替える間欠駆動を行う。

[0055] この構成によると、外乱が発生したときに監視部 7 が監視状態から停止状態に切り替える場合、判定部 9 が、外乱の影響によって、検出素子 2 及び信

号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると誤判定することを抑制できる。
すなわち、外乱の影響を抑制することができるという利点がある。また、一定の時間間隔で監視部 7 が監視状態と停止状態とを切り替える場合、消費電力を削減することができるという利点がある。

[0056] センサ装置 1 では、判定部 9 は、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常があると判定する場合、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の故障を報知するエラー信号 S 6 を出力する。

[0057] この構成によれば、センサ装置 1 の使用者及び管理者が、検出素子 2 及び信号変換部 3 の少なくとも一方の異常を知ることができるという利点がある。

[0058] センサ装置 1 では、検出素子 2 は、微小電気機械システムを含む。

[0059] この構成によると、センサ装置 1 を小型化することができるという利点がある。

[0060] (4) 変形例

上述の実施形態は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。上述の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

[0061] (4-1) 第 1 変形例

第 1 変形例のセンサ装置 1 a の構成を図 4 に示す。

[0062] 上述の実施形態では、センサ装置 1 の監視部 7 は第 2 変換信号 S 3 に含まれるサーマルノイズを監視していたが、センサ装置 1 a の監視部 7 a は第 1 変換信号 S 2 に含まれるサーマルノイズを監視してもよい。言い換えれば、上述の実施形態では、第 2 フィルタ 8 は、第 2 変換信号 S 3 を監視信号 S a として、サーマルノイズ信号 S 5 を抽出するが、第 1 変形例では、第 1 変換信号 S 2 を監視信号 S a として、サーマルノイズ信号 S 5 を抽出する。

[0063] より詳細には、監視部 7 a は、図 4 に示すように、A/D 変換部 9 2 と、第 2 フィルタ 8 a を有する。A/D 変換部 9 2 は、アナログ処理部 4 と第 2 フィルタ 8 a との間に配置される。A/D 変換部 9 2 は、アナログ処理部 4 から出

力されるアナログ形式の第1変換信号S2をデジタル形式に変換し、第3変換信号S21として第2フィルタ8aに出力する。

[0064] 第2フィルタ8aは、AD変換部92から出力された第3変換信号S21のうち、第1フィルタ61が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、第3変換信号S21からサーマルノイズ信号S5を抽出する。第3変換信号S21は第1変換信号S2をデジタル形式に変換したものであるため、第3変換信号S21に含まれるサーマルノイズは、第1変換信号S2に含まれるサーマルノイズに相当する。そのため、実質的には、第2フィルタ8aは、第1変換信号S2を監視信号Saとして、第1変換信号S2のうち、第1フィルタ61が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、第1変換信号S2からサーマルノイズ信号S5を抽出する。なお、第2フィルタ8aにはデジタル形式の第3変換信号S21が通過するため、第2フィルタ8aは、デジタルハイパスフィルタである。

[0065] なお、図4に示すAD変換部92は、アナログ処理部4と第2フィルタ8aとの間に配置されているが、第2フィルタ8aと判定部9の間に配置されていてもよい。AD変換部92が第2フィルタ8aと判定部9の間に配置されている場合、第2フィルタ8aは、第1変換信号S2を監視信号Saとして、第1変換信号S2のうち、第1フィルタ61が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、第1変換信号S2からサーマルノイズ信号S5を抽出する。この場合、第2フィルタ8aにはアナログ形式の第1変換信号S2が通過するため、第2フィルタ8aはアナログハイパスフィルタである。AD変換部92は、第2フィルタ8aから出力されるアナログ形式のサーマルノイズ信号S5をデジタル形式に変換し、判定部9に出力する。

[0066] (4-2) 第2変形例

以下、上述の実施形態の変形例を列挙する。以下の変形例は、適宜組み合わせせて実現されてもよい。

[0067] 上述の実施形態の検出素子2は、ジャイロセンサであるが、加速度センサ

であってもよい。

[0068] また、本実施形態の検出素子 2 は、1 軸のジャイロセンサであるが、2 軸又は 3 軸のジャイロセンサであってもよい。すなわち、検出素子 2 は、多軸一体型のジャイロセンサであってもよい。

[0069] 上述の実施形態の第 1 フィルタ 6 1 は、ローパスフィルタであるが、ハイパスフィルタであってもよい。第 1 フィルタ 6 1 がハイパスフィルタである場合、第 2 フィルタ 8 はローパスフィルタである。このとき、第 2 フィルタ 8 であるローパスフィルタの遮断周波数は、第 1 フィルタ 6 1 であるハイパスフィルタの遮断周波数よりも低い。

[0070] 上述の実施形態の第 2 フィルタ 8 は、ハイパスフィルタである。しかし、第 2 フィルタ 8 は、第 1 フィルタ 6 1 が通過させる対象周波数帯域を除く周波数帯域のうち特定の周波数帯域を通過させるバンドパスフィルタであってもよい。

[0071] 上述の実施形態の監視部 7 は、サーマルノイズの監視を行う監視状態と、サーマルノイズの監視を停止する停止状態と、を切り替える間欠駆動を行う。しかし、監視部 7 は、間欠駆動を行わず、常時監視状態であってもよい。

[0072] また、上述の実施形態の監視部 7 は、監視部 7 が監視状態である場合に第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力され、監視部 7 が停止状態である場合に第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力されないように構成されている。しかし、監視部 7 は、監視部 7 が監視状態である場合に判定部 9 にサーマルノイズ信号 S 5 に入力され、監視部 7 が停止状態である場合に判定部 9 にサーマルノイズ信号 S 5 に入力されないように構成されていてもよい。すなわち、上述の実施形態の監視部 7 は、監視部 7 が監視状態であるか停止状態であるかを、第 2 フィルタ 8 に第 2 変換信号 S 3 が入力されるか否かによって制御しているが、判定部 9 にサーマルノイズ信号 S 5 に入力されるか否かによって制御してもよい。

[0073] 上述の実施形態のカウント部 9 1 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさの瞬時値が予め設定された所定範囲 R 1 を超えた回数をカウント数としてカウ

ントする。また、カウント部 9 1 は、サーマルノイズ信号 S 5 の大きさの単位時間における平均値が、所定範囲 R 1 を超えた回数をカウント数としてカウントしてもよい。単位時間が短いほど、判定部 9 が異常の有無を判定する精度は高くなる。なお、判定部 9 が異常の有無を判定する精度を考慮すると、単位時間は、サーマルノイズの周期よりも短いことが望ましい。

[0074] 上述の実施形態のカウント部 9 1 のカウント数は、監視部 7 が停止状態になったタイミングでリセットされる。しかし、カウント部 9 1 のカウント数がリセットされるタイミングは、監視部 7 が間欠駆動を行うタイミングと連動していなくてもよい。

[0075] 上記の実施形態では、センサ装置 1 は、検出素子 2、信号変換部 3、デジタル処理部 6、及び監視部 7 が一体的にパッケージ化されていることを想定する。しかし、センサ装置 1 では、信号変換部 3、デジタル処理部 6、及び監視部 7 の少なくとも一部が検出素子 2 と別体となって提供されてもよい。具体的には、例えば、センサ装置 1 は、信号変換部 3、デジタル処理部 6、及び監視部 7 が検出素子 2 と別体となって提供されてもよいし、或いは監視部 7 だけが、検出素子 2、信号変換部 3、及びデジタル処理部 6 と別体となって提供されてもよい。

[0076] (まとめ)

実施形態に係る第 1 の態様のセンサ装置 (1、1 a) は、検出素子 (2) と、信号変換部 (3) と、第 1 フィルタ (6 1) と、監視部 (7、7 a) と、を備える。検出素子 (2) は、応力に応じて検出信号 (S 1) を出力する。信号変換部 (3) は、検出信号 (S 1) の信号変換を行う。第 1 フィルタ (6 1) は、信号変換部 (3) から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。監視部 (7、7 a) は、第 1 フィルタ (6 1) を通過する前の信号である監視信号 (S a) に含まれるサーマルノイズを監視する。監視部 (7、7 a) は、第 2 フィルタ (8、8 a) と、判定部 (9) と、を有する。第 2 フィルタ (8、8 a) は、監視信号 (S a) のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視

信号（S a）からサーマルノイズ信号（S 5）を抽出する。判定部（9）は、サーマルノイズ信号（S 5）の大きさを検出し、サーマルノイズ信号（S 5）の大きさに基づいて検出素子（2）及び信号変換部（3）の少なくとも一方の異常を判定する。

[0077] この態様によれば、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができる、という利点がある。

[0078] 実施形態に係る第2の態様のセンサ装置（1）では、第1の態様において、信号変換部（3）は、アナログ処理部（4）と、AD変換部（5）と、を有する。アナログ処理部（4）は、検出信号（S 1）が入力され、第1変換信号（S 2）を出力する。AD変換部（5）は、第1変換信号（S 2）を第2変換信号（S 3）に変換する。第2フィルタ（8）は、第2変換信号（S 3）を監視信号（S a）として、サーマルノイズ信号（S 5）を抽出する。

[0079] この態様によれば、検出素子（2）及び信号変換部（3）におけるサーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができる、という利点がある。

[0080] 実施形態に係る第3の態様のセンサ装置（1 a）では、第1の態様において、信号変換部（3）は、アナログ処理部（4）と、AD変換部（5）と、を有する。アナログ処理部（4）は、検出信号（S 1）が入力され、第1変換信号（S 2）を出力する。AD変換部（5）は、第1変換信号（S 2）を第2変換信号（S 3）に変換する。第2フィルタ（8 a）は、第1変換信号（S 2）を監視信号（S a）として、サーマルノイズ信号（S 5）を抽出する。

[0081] この態様によれば、検出素子（2）及びアナログ処理部（4）におけるサーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができる、という利点がある。

[0082] 実施形態に係る第4の態様のセンサ装置（1、1 a）では、第1～第3のいずれかの態様において、判定部（9）は、サーマルノイズ信号（S 5）の大きさが予め設定された所定範囲（R 1）を超えた回数をカウント数として

カウントするカウント部（９１）を有する。

[0083] この態様によれば、サーマルノイズ信号（Ｓ５）の大きさを定量的に評価することができる、という利点がある。

[0084] 実施形態に係る第５の態様のセンサ装置（１、１ａ）では、第４の態様において、判定部（９）は、カウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、検出素子（２）及び信号変換部（３）の少なくとも一方の異常があると判定する。

[0085] この態様によれば、サーマルノイズの増大につながる故障をより精度高く自己診断することができる、という利点がある。

[0086] 実施形態に係る第６の態様のセンサ装置（１、１ａ）では、第５の態様において、所定回数は、２以上である。

[0087] この態様によれば、サーマルノイズの増大につながる故障を誤診断することを抑制することができる、という利点がある。

[0088] 実施形態に係る第７の態様のセンサ装置（１、１ａ）では、第１～第６のいずれかの態様において、検出素子（２）は、微小電気機械システムを含む。

[0089] この態様によれば、センサ装置（１）をより小型化することができる、という利点がある。

[0090] 実施形態に係る第８の態様のセンサ装置（１、１ａ）では、第１～第７のいずれかの態様において、監視部（７）は、サーマルノイズの監視を行う監視状態と、サーマルノイズの監視を停止する停止状態と、を切り替える間欠駆動を行う。

[0091] この態様によれば、外乱の影響を抑制することができる、という利点がある。

[0092] 実施形態に係る第９の態様のセンサ装置（１、１ａ）では、第１～第８のいずれかの態様において、判定部（９）は、検出素子（２）及び信号変換部（３）の少なくとも一方の異常があると判定する場合、検出素子（２）及び信号変換部（３）の少なくとも一方の異常を報知するエラー信号（Ｓ６）を

出力する。

[0093] この態様によれば、センサ装置（１、１ a）の使用者及び管理者が、検出素子（２）及び信号変換部（３）の少なくとも一方の異常を知ることができる、という利点がある。

[0094] 実施形態に係る第１０の態様のセンサ装置（１、１ a）の判定方法は、検出素子（２）と、信号変換部（３）と、を備えるセンサ装置（１、１ a）の判定方法である。検出素子（２）は、応力に応じて検出信号（Ｓ１）を出力する。信号変換部（３）は、検出信号の信号変換を行う。センサ装置（１、１ a）の判定方法は、第１フィルタリングステップ（ＳＴ３１）と、監視ステップ（ＳＴ５）と、を含む。第１フィルタリングステップ（ＳＴ３１）は、信号変換部（３）から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる。監視ステップ（ＳＴ５）は、第１フィルタリングステップ（ＳＴ３１）を行う前の信号である監視信号（Ｓ a）に含まれるサーマルノイズを監視する。監視ステップ（ＳＴ５）は、第２フィルタリングステップ（ＳＴ５１）と、判定ステップ（ＳＴ５２）と、を含む。第２フィルタリングステップ（ＳＴ５１）は、監視信号（Ｓ a）のうち対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、監視信号（Ｓ a）からサーマルノイズ信号（Ｓ５）を抽出する。判定ステップ（ＳＴ５２）は、サーマルノイズ信号（Ｓ５）の大きさを検出し、サーマルノイズ信号（Ｓ５）の大きさに基づいて検出素子（２）及び信号変換部（３）の少なくとも一方の異常を判定する。

[0095] この態様によれば、専用のセンサ装置（１、１ a）を用いなくとも、サーマルノイズの増大につながる故障を自己診断しつつ、大型化の抑制を図ることができる、という利点がある。

[0096] なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

符号の説明

- [0097] 1、1 a センサ装置
- 2 検出素子
- 3 信号変換部
- 4 アナログ処理部
- 5 A D 変換部
- 6 1 第 1 フィルタ
- 7、7 a 監視部
- 8、8 a 第 2 フィルタ
- 9 判定部
- 9 1 カウント部
- R 1 所定範囲
- S 1 検出信号
- S 2 第 1 変換信号
- S 3 第 2 変換信号
- S 5 サーマルノイズ信号
- S 6 エラー信号
- S a 監視信号
- S T 3 1 第 1 フィルタリングステップ
- S T 5 監視ステップ
- S T 5 1 第 2 フィルタリングステップ
- S T 5 2 判定ステップ

請求の範囲

[請求項1]

応力に応じて検出信号を出力する検出素子と、
前記検出信号の信号変換を行う信号変換部と、
前記信号変換部から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる第1フィルタと、
前記第1フィルタを通過する前の信号である監視信号に含まれるサーマルノイズを監視する監視部と、を備え、
前記監視部は、
前記監視信号のうち前記対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、前記監視信号からサーマルノイズ信号を抽出する第2フィルタと、
前記サーマルノイズ信号の大きさを検出し、前記サーマルノイズ信号の前記大きさに基づいて前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の異常を判定する判定部と、を有する、
センサ装置。

[請求項2]

前記信号変換部は、
前記検出信号が入力され、第1変換信号を出力するアナログ処理部と、
前記第1変換信号を第2変換信号に変換するA/D変換部と、を有し、
前記第2フィルタは、前記第2変換信号を前記監視信号として、前記サーマルノイズ信号を抽出する、
請求項1に記載のセンサ装置。

[請求項3]

前記信号変換部は、
前記検出信号が入力され、第1変換信号を出力するアナログ処理部と、
前記第1変換信号を第2変換信号に変換するA/D変換部と、を有し、

前記第2フィルタは、前記第1変換信号を前記監視信号として、前記サーマルノイズ信号を抽出する、

請求項1に記載のセンサ装置。

[請求項4] 前記判定部は、前記サーマルノイズ信号の前記大きさが予め設定された所定範囲を超えた回数をカウント数としてカウントするカウント部を有する、

請求項1～3のいずれか1項に記載のセンサ装置。

[請求項5] 前記判定部は、前記カウント数が予め設定された所定回数を超えた場合に、前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の前記異常があると判定する、

請求項4に記載のセンサ装置。

[請求項6] 前記所定回数は、2以上である、

請求項5に記載のセンサ装置。

[請求項7] 前記検出素子は、微小電気機械システムを含む、

請求項1～6のいずれか1項に記載のセンサ装置。

[請求項8] 前記監視部は、前記サーマルノイズの監視を行う監視状態と、前記サーマルノイズの前記監視を停止する停止状態と、を切り替える間欠駆動を行う、

請求項1～7のいずれか1項に記載のセンサ装置。

[請求項9] 前記判定部は、前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の前記異常があると判定する場合、前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の異常を報知するエラー信号を出力する、

請求項1～8のいずれか1項に記載のセンサ装置。

[請求項10] 応力に応じて検出信号を出力する検出素子と、

前記検出信号の信号変換を行う信号変換部と、を備えるセンサ装置の判定方法であって、

前記信号変換部から出力された信号のうち処理対象となる周波数帯域である対象周波数帯域を通過させる第1フィルタリングステップと

、

前記第1フィルタリングステップを行う前の信号である監視信号に含まれるサーマルノイズを監視する監視ステップと、を含み、

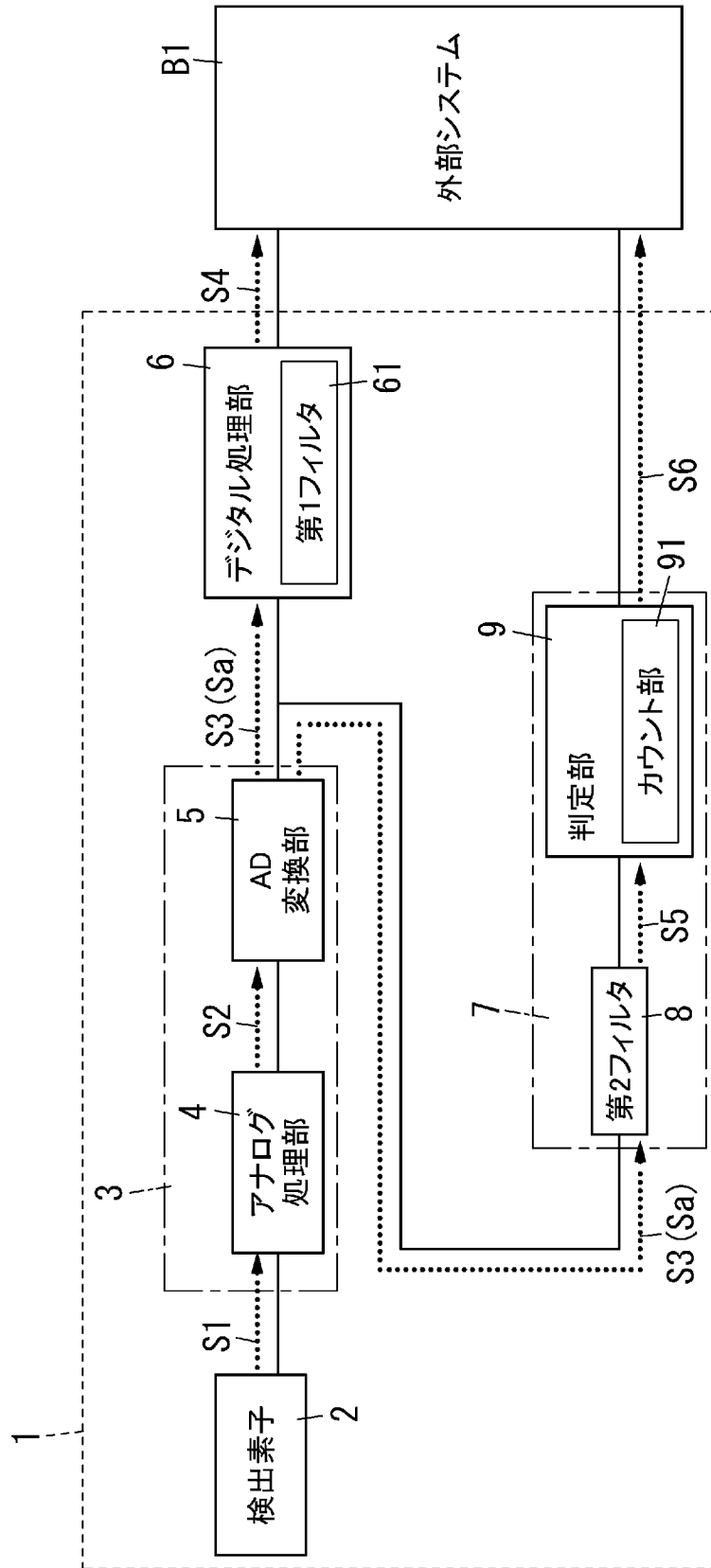
前記監視ステップは、

前記監視信号のうち前記対象周波数帯域を除く周波数帯域を通過させることで、前記監視信号からサーマルノイズ信号を抽出する第2フィルタリングステップと、

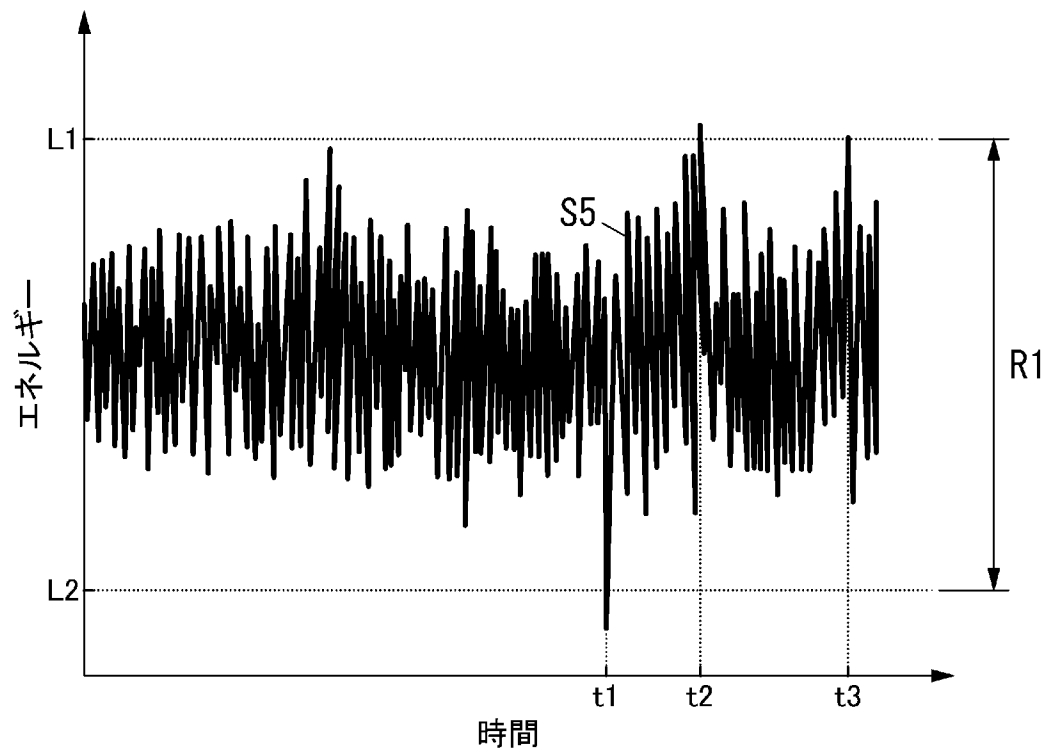
前記サーマルノイズ信号の大きさを検出し、前記サーマルノイズ信号の前記大きさに基づいて前記検出素子及び前記信号変換部の少なくとも一方の異常を判定する判定ステップと、を含む、

センサ装置の判定方法。

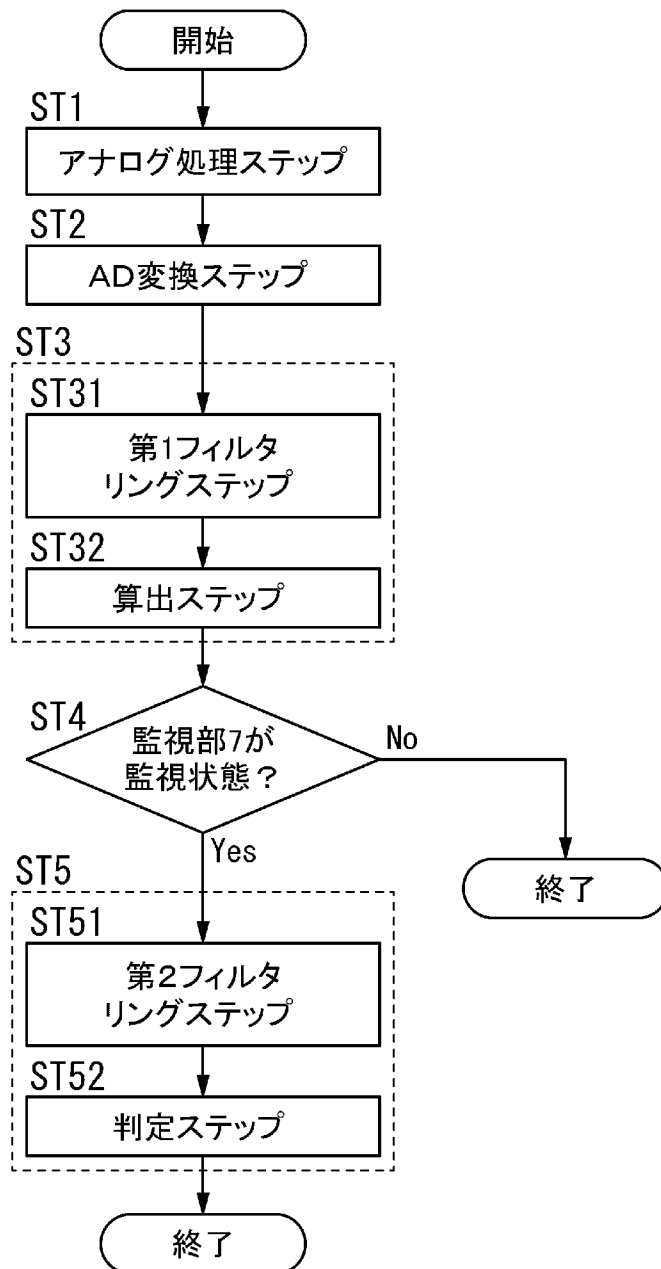
[図1]



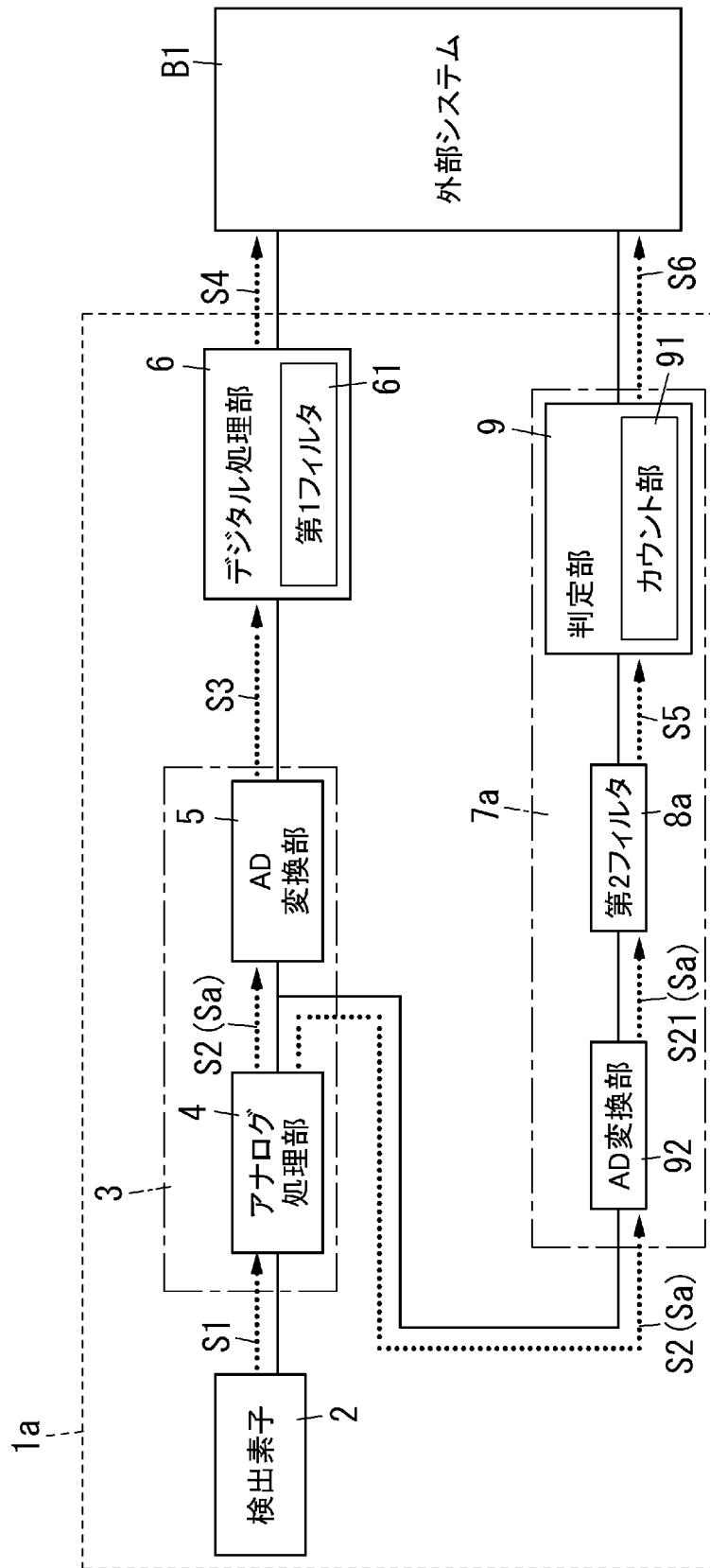
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/003364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01C 19/5776**(2012.01)i

FI: G01C19/5776

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)

G01C19/5776

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
Y	JP 2018-205007 A (SEIKO EPSON CORP.) 27 December 2018 (2018-12-27) claims 1, 3, 10, paragraphs [0047], [0052], [0121], [0127], fig. 15	1-10
Y	JP 2017-156088 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 07 September 2017 (2017-09-07) paragraph 12, fig. 1	1-10
Y	JP 2015-515616 A (ROBERT BOSCH GMBH) 28 May 2015 (2015-05-28) paragraph [0001], fig. 1	3-9
Y	JP 2003-291842 A (TOYODA MACH. WORKS, LTD.) 15 October 2003 (2003-10-15) paragraphs [0058]-[0061]	4-9
Y	JP 2014-185936 A (SEIKO EPSON CORP.) 02 October 2014 (2014-10-02) paragraph [0007]	8-9



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

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

Date of the actual completion of the international search

15 March 2023

Date of mailing of the international search report

04 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/003364

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-205007	A	27 December 2018	US 2018/0348277 A1 claims 1, 3, 10, paragraphs [0063], [0067], [0137], [0147], fig. 15 CN 108981679 A	
JP	2017-156088	A	07 September 2017	US 2019/0041214 A1 fig. 1, paragraph [0022] CN 108603896 A	
JP	2015-515616	A	28 May 2015	US 2015/0075286 A1 paragraph [0007], fig. 1 WO 2013/139533 A1 DE 102012204438 A1 CN 104204816 A	
JP	2003-291842	A	15 October 2003	(Family: none)	
JP	2014-185936	A	02 October 2014	US 2014/0305206 A1 paragraph [0008] CN 104061923 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01C 19/5776(2012.01)i FI: G01C19/5776														
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（IPC）） G01C19/5776 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の 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 請求項の番号												
Y	JP 2018-205007 A（セイコーエプソン株式会社）27.12.2018（2018 - 12 - 27） 請求項1, 3, 10, 段落47, 52, 121, 127, 図15	1-10												
Y	JP 2017-156088 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）07.09.2017（2017 - 09 - 07） 段落, 12, 図1	1-10												
Y	JP 2015-515616 A（ローベルト ボツシユ ゲゼルシヤフト ミット ベシユレンクテル ハフツング）28.05.2015（2015 - 05 - 28） 段落1, 図1	3-9												
Y	JP 2003-291842 A（豊田工機株式会社）15.10.2003（2003 - 10 - 15） 段落58-61	4-9												
Y	JP 2014-185936 A（セイコーエプソン株式会社）02.10.2014（2014 - 10 - 02） 段落7	8-9												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 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</td> </tr> <tr> <td>“E” 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</td> <td>“Y” 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</td> </tr> <tr> <td>“L” 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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 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	“E” 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	“Y” 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	“L” 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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 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	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 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													
“E” 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	“Y” 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													
“L” 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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 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														
国際調査を完了した日 15.03.2023	国際調査報告の発送日 04.04.2023													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 信田 昌男 2S 8530 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/003364

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-205007	A	27.12.2018	US	2018/0348277	A1	
				請求項1, 3, 10, 段落 63, 67, 137, 147, 図15			
				CN	108981679	A	
JP	2017-156088	A	07.09.2017	US	2019/0041214	A1	
				図1, 段落22			
				CN	108603896	A	
JP	2015-515616	A	28.05.2015	US	2015/0075286	A1	
				段落7, 図1			
				WO	2013/139533	A1	
				DE	102012204438	A1	
				CN	104204816	A	
JP	2003-291842	A	15.10.2003	(ファミリーなし)			
JP	2014-185936	A	02.10.2014	US	2014/0305206	A1	
				段落8			
				CN	104061923	A	