

(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
2017年4月20日(20.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/065197 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 19/00 (2006.01) G01D 21/02 (2006.01)
G01K 17/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080316
- (22) 国際出願日: 2016年10月13日(13.10.2016)
- (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 2015-203211 2015年10月14日(14.10.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 齋藤 啓太(SAITOU, Keita); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 矢崎 芳太郎(YAZAKI, Yoshitaro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 清水元規(SHIMIZU, Motoki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 原田 敏一(HARADA, Toshikazu); 〒

4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 坂井田 敦資(SAKAIDA, Atusi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 谷口 敏尚(TANIGUCHI, Toshihisa); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 郷古 倫央(GOUKO, Norio); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 松井 啓仁(MATSUI, Hirohito); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP).

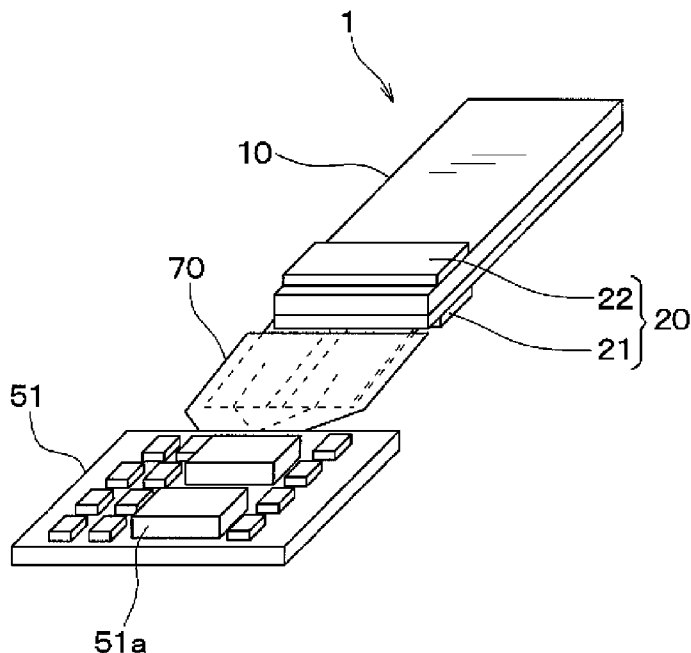
(74) 代理人: 東田 潔(TOHTA, Kiyoshi); 〒1020083 東京都千代田区麹町4-3-30 麹町MKビル3階 PDI特許商標事務所 Tokyo (JP).

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

[続葉有]

(54) Title: COMPOSITE SENSOR

(54) 発明の名称: 複合センサ



(57) Abstract: A composite sensor (1) is provided with: a first sensor (10) for detecting a first physical quantity; a plurality of second sensors (21-25) for detecting a second physical quantity which is the same as the first physical quantity or correlated with the first physical quantity, the second sensors (21-25) being different from the first sensor; and an internal control unit (51) for comparing a detection result of the first sensor and a detection result of the second sensors with each other and thereby diagnosing a failure in the first sensor and/or the second sensors.

(57) 要約: 複合センサ(1)は、第1の物理量を検出する第1センサ(10)と、第1センサと異なる種類のセンサであって、第1の物理量と同一または第1の物理量と相関する第2の物理量を検出する第2センサ(21~25)と、第1センサの検出結果および第2センサの検出結果を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う内部制御部(51)を備える。



PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, 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,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：複合センサ

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年10月14日に提出された日本出願番号2015-203211号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本発明は、複合センサに関するものである。

背景技術

[0003] 従来、複数の異なる種類のセンサを内蔵した複合センサが種々提案されている。このような複合センサとして、例えば特許文献1に開示されているように、熱画像センサと距離画像センサとを有し、熱画像センサの配線領域と距離画像センサの配線領域とが積層方向から見て重なるように配置したものがある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-32045号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1に記載された複合センサは、複数の異なる種類のセンサを内蔵しているため、故障が発生する頻度も高くなる。しかし、上記特許文献1に記載された複合センサは、各センサの故障を検出するような構成を有しておらず、内蔵している一部のセンサが故障してもセンサが故障していることを認識することができないという問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、一部のセンサが故障したときにセンサの故障を検知できるようにする技術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

- [0007] 本発明の一態様による複合センサは、第1の物理量を検出する第1センサと、第1センサと異なる種類のセンサであって、第1の物理量と同一または第1の物理量と相関する第2の物理量を検出する第2センサと、を備え、第1センサの検出結果および第2センサの検出結果を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う制御部を備える。
- [0008] このような構成によれば、制御部は、第1センサの検出結果および第2センサの検出結果を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行うので、一部のセンサが故障したときにセンサの故障を検知できるようにすることができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の第1実施形態に係る複合センサの全体構成を示す図である。
- [図2]第1実施形態の複合センサが車両のエンジンの表面に固定された様子を示した図である。
- [図3]熱流束センサの平面図である。
- [図4]図3中のI-V-I'V線に沿った断面図である。
- [図5]第1実施形態の複合センサのブロック図である。
- [図6]第1実施形態の複合センサの内部制御部で実行される処理のフローチャートである。
- [図7]第1温度センサと第2温度センサの温度差の変化について説明するための図である。
- [図8]第1実施形態の複合センサにおける熱流束センサの故障判定について説明するための図である。
- [図9]第1実施形態の複合センサにおける熱流束センサの出力値の補正について説明するための図である。
- [図10]第1実施形態の複合センサにおける過去データと熱流束センサの出力値に基づく故障予測について説明するための図である。

[図11]第2実施形態の複合センサが空気圧縮機構に設置された様子を示した図である。

[図12]シリンダ内の空気を断熱圧縮したときにシリンダ内からシリンダ外へ熱流束が発生する様子を示した図である。

[図13]第2実施形態の複合センサの内部制御部で実行される処理のフローチャートである。

[図14]相互比較による故障判定について説明するための図である。

[図15]相互比較による故障判定について説明するための図である。

[図16]第2実施形態の複合センサにおける過去データと熱流束センサの出力値に基づく故障予測について説明するための図である。

[図17]第2実施形態の複合センサにおける熱流束センサの出力値の補正について説明するための図である。

[図18]第3実施形態の複合センサが切削加工機に設置された様子を示した図である。

[図19]第3実施形態の複合センサの内部制御部で実行される処理のフローチャートである。

[図20]相互比較による故障判定について説明するための図である。

[図21]変形例について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照しながら、より詳細に説明する。しかし、本発明は、多くの異なる形態で実施されてもよく、本明細書で説明される実施形態に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、この発明の開示を徹底的でかつ完全にし、本発明の範囲を当業者に完全に伝えるために、提供される。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

[0011] (第1実施形態)

本発明の第1実施形態に係る複合センサ1の全体構成を図1に示す。本複

合センサ１は、図１に示すように、熱流束センサ１０、第１温度センサ２１、第２温度センサ２２、内部制御部５１および配線部材７０を備えている。

[0012] なお、本実施形態の複合センサ１は、熱流束センサ１０、第１温度センサ２１および第２温度センサ２２から成るセンシング部を有し、このセンシング部が、図２に示す車両のエンジン２の表面と接触するように配置されている。

[0013] 熱流束センサ１０は、第１の物理量として流束のひとつである熱流束を検出する。熱流束は、単位時間に単位面積を横切る熱量であり、単位には W/m^2 が用いられる。本実施形態の熱流束センサ１０は、車両のエンジン２の内部で発生し、エンジン２の内部から外部へ流れる熱流束を検出し、熱流束を特定するための信号を検出結果として内部制御部５１へ出力する。

[0014] 第１温度センサ２１および第２温度センサ２２は、それぞれ熱流束センサ１０と異なる種類のセンサであって、熱流束センサ１０によって検出される熱流束と相関する第２の物理量として温度を検出し、温度を特定するための信号を検出結果として出力する。

[0015] 第１温度センサ２１および第２温度センサ２２は、例えば、熱電対、サーミスタ等を用いて構成することができる。

[0016] 配線部材７０は、導電パターンが形成された絶縁基板により構成されている。導電パターンは、熱流束センサ１０、第１温度センサ２１および第２温度センサ２２と、内部制御部５１との間を接続するよう絶縁基板上に形成されている。

[0017] 内部制御部５１は、CPU (central processing unit)、入出力インターフェース (I/O) 等 (図示せず) を備えたコンピュータとして構成されており、内部制御部５１は、各種データを記憶する記憶媒体であるメモリ５１ａを有している。内部制御部５１のCPUはメモリ５１ａに記憶されたプログラムに従って各種処理を実施する。

[0018] 次に、熱流束センサ１０の構成について説明する。図３、図４に示すように、熱流束センサ１０は、絶縁基材１００、表面保護部材１１０、裏面保護

部材 120 が一体化され、この一体化されたものの内部で第 1、第 2 層間接続部材 130、140 が交互に直列に接続された構造を有する。

[0019] 絶縁基材 100、表面保護部材 110、裏面保護部材 120 は、フィルム状であって、熱可塑性樹脂等の可撓性を有する樹脂材料で構成されている。絶縁基材 100 は、その厚さ方向に貫通する複数の第 1、第 2 ビアホール 101、102 が形成されている。

[0020] 第 1、第 2 ビアホールに互いに異なる金属や半導体等の熱電材料で構成された第 1、第 2 層間接続部材 130、140 が埋め込まれている。絶縁基材 100 の表面 100a に配置された表面導体パターン 111 によって第 1、第 2 層間接続部材 130、140 の一方の接続部が構成されている。絶縁基材 100 の裏面 100b に配置された裏面導体パターン 121 によって第 1、第 2 層間接続部材 130、140 の他方の接続部が構成されている。

[0021] 熱流束が熱流束センサ 10 を、その厚さ方向に通過すると、第 1、第 2 層間接続部材 130、140 の一方の接続部と他方の接続部に温度差が生じる。これにより、ゼーベック効果によって第 1、第 2 層間接続部材 130、140 に熱起電力が発生する。熱流束センサ 10 は、この熱起電力（例えば、電圧）をセンサ信号として出力する。

[0022] 図 2 に示したように、第 1 温度センサ 21 は、車両のエンジン 2 から熱流束センサ 10 の絶縁基材 100 を通過する熱流束の上流側の面に配置され、第 2 温度センサ 22 は、車両のエンジン 2 から熱流束センサ 10 の絶縁基材 100 を通過する熱流束の下流側の面に配置されている。

[0023] すなわち、第 1 温度センサ 21 によって検出される温度と第 2 温度センサ 22 によって検出される温度の温度差 ΔT に応じた熱起電力が熱流束センサ 10 の第 1、第 2 層間接続部材 130、140 間に発生することになる。

[0024] なお、第 1 温度センサ 21 によって検出される温度と第 2 温度センサ 22 によって検出される温度の温度差を ΔT 、比例定数を k とすると、熱流束センサ 10 によって検出される熱流束 DSC は、 $DSC = k \times \Delta T$ として表すことができる。

- [0025] 図5は、本実施形態の複合センサ1のブロック図である。本実施形態の複合センサ1は、熱流束センサ10、第1温度センサ21、第2温度センサ22、内部制御部51、通信部60を備えている。
- [0026] 通信部60は、内部制御部51と外部制御部52の間の無線通信を行うものである。本実施形態の通信部60は、内部制御部51より入力されたデータを予め定められた通信フォーマットに従って外部制御部52へ無線送信する。
- [0027] 外部制御部52は、通信部60を介して内部制御部51より受信したデータを記憶媒体（メモリ52aとして図示）に蓄積記憶させるとともに、記憶媒体に蓄積記憶させたデータに基づく情報を表示部（図示せず）に表示させる処理を実施する。
- [0028] 図6に、内部制御部51において実行される処理のフローチャートを示す。本内部制御部51は、定期的に図6に示す処理を実施する。なお、各図面のフローチャートにおける各制御ステップは、内部制御部51が有する各種の機能実現手段を構成している。
- [0029] 車両の乗員による操作部（図示せず）の操作により処理の開始が指示されると、内部制御部51は図6に示す処理を実施する。まず、内部制御部51は、ステップS100において、車両のエンジン始動を指示する。具体的には、内部制御部51は、車両のイグニッションスイッチをオン状態にするようイグニッションスイッチを制御する。
- [0030] 次に、ステップS102において、内部制御部51は、第1温度センサ21の検出結果、第2温度センサ22の検出結果および熱流束センサ10の検出結果を取得する。具体的には、第1温度センサ21より出力された信号に基づいて温度を特定し、第2温度センサ22より出力された信号に基づいて温度を特定し、さらに、熱流束センサ10より出力された信号に基づいて熱流束を特定する。
- [0031] 次に、ステップS104において、内部制御部51は、ステップS102にて取得した第1温度センサ21の検出結果、第2温度センサ22の検出結

果および熱流束センサ 10 の検出結果を、内部制御部 51 の記憶媒体であるメモリ 51 a に記憶させる。

[0032] 具体的には、第 1 温度センサ 21 より出力される信号に基づいて特定した温度、第 2 温度センサ 22 より出力される信号に基づいて特定した温度および熱流束センサ 10 より出力された熱流束をメモリ 51 a に記憶させる。なお、メモリ 51 a には、最新の値だけでなく、一定データ量分の統計データがメモリ 51 a に記憶される。ここで、メモリ 51 a に記憶させるデータは、後述する予防保全閾値 Mth を設定する際に使用される。

[0033] 次に、ステップ S106 において、内部制御部 51 は、センサに異常があるか否かを判定する。具体的には、第 1 温度センサ 21 により検出された温度と第 2 温度センサ 22 により検出された温度の差分 $D1$ を算出し、この差分 $D1$ と、熱流束センサ 10 の出力値を相互比較してセンサに異常があるか否かを判定する。

[0034] 車両のイグニッションスイッチがオン状態となり、車両のエンジン 2 が始動すると、エンジン内からエンジン外へ向かって熱流束が発生する。このとき、図 7 に示すように、第 1 温度センサ 21 と第 2 温度センサ 22 の温度差 ΔT が時間の経過に伴って変化しているものとする。

[0035] このとき、正常な熱流束センサ 10 により検出される熱流束は、図 8 中の「正常」に示すように、下限閾値を $Hth1$ 、上限閾値を $Hth2$ とする規格範囲に入る。なお、本実施形態では、正常な熱流束センサ 10 により検出される熱流束が、下限閾値 $Hth1$ 以上、かつ、上限閾値 $Hth2$ 以下の場合を、熱流束センサ 10 により検出される熱流束が規格範囲に入るものとする。

[0036] しかし、図 8 中の「異常（故障）」に示すように、熱流束センサ 10 により検出される熱流束が、下限閾値を $Hth1$ 、上限閾値を $Hth2$ とする規格範囲に入らない場合、故障であると判定する。

[0037] ここで、熱流束センサ 10 の出力値が下限閾値を $Hth1$ 、上限閾値を $Hth2$ とする規格範囲に入っていない場合、内部制御部 51 は、ステップ S

108において、第1温度センサ21により検出された温度、第2温度センサ22により検出された温度、熱流束センサ10により検出された熱流束の各値とともに、故障であることを外部制御部52へ無線送信し、本処理を終了する。

[0038] なお、外部制御部52は、内部制御部51からデータを受信すると、この受信したデータをメモリ52aに蓄積記憶させる処理を実施する。さらに、外部制御部52は、ユーザ操作に応じて記憶媒体に蓄積記憶させたデータをメモリ52aから読み出して表示部にグラフ化して表示するとともに故障であることを表すメッセージを表示する。

[0039] また、図7に示したように、第1温度センサ21と第2温度センサ22の温度差 ΔT が時間の経過に伴って変化しており、このとき、図8中の「正常」に示すように、熱流束センサ10により検出される熱流束が、下限閾値を H_{th1} 、上限閾値を H_{th2} とする規格範囲に入っているものとする。

[0040] この場合、ステップS106の判定はNOとなり、次に、ステップS110において、内部制御部51は、精度ズレが大きいかな否かを判定する。具体的には、内部制御部51は、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満、または熱流束センサ10により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満であるかな否かを判定する。

[0041] ここで、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満、または熱流束センサ10により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満となっている場合、内部制御部51は、ステップS112において、自己補正を行う。

[0042] 図9は、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満となっている状態を示している。このような状態では、熱流束センサ10により検出される熱流束の値に所定の係数を乗算し、この乗算した値を熱流束センサ10により検出される熱流束の値とする。このようにして自己補正を行う。

- [0043] 次に、内部制御部51は、ステップS114において、第1温度センサ21により検出された温度、第2温度センサ22により検出された温度、熱流束センサ10により検出された熱流束の値であって、自己補正した値とともに、熱流束センサ10の検出結果を補正したことを外部制御部52へ無線送信し、処理の流れはステップS102へ戻る。
- [0044] また、精度ズレが小さく、ステップS110にてNOと判定された場合、ステップS116において、内部制御部51は、熱流束センサ10の故障の可能性が高いか否かを判定する。具体的には、内部制御部51は、図10に示すように、ステップS104にて過去にメモリ51aに記憶させた熱流束の統計データに基づいて予防保全閾値Mthを設定し、今回、熱流束センサ10により検出された熱流束の値が予防保全閾値Mth以上であるか否かを判定する。
- [0045] なお、予防保全閾値Mthは、例えば、メモリ51aに記憶させた過去の熱流束の平均値に一定の定数（例えば、10%）を乗算した値に設定することができる。内部制御部51は、ステップS116を実行するための機能ブロックとして、熱流束センサ10の検出結果および第1、第2温度センサ21、22の検出結果と、メモリ51aに過去に記憶させた熱流束センサ10の検出結果および第1、第2温度センサ21、22の検出結果を比較して熱流束センサ10と第1、第2温度センサ21、22の故障予測を行う故障予測部51dを備えている。
- [0046] また、ステップS116において熱流束センサ10の故障の可能性が高いと判定された場合、内部制御部51は、ステップS118において、第1温度センサ21により検出された温度、第2温度センサ22により検出された温度、熱流束センサ10により検出された熱流束の各値とともに、熱流束センサ10が故障する可能性が高くなっていることを外部制御部52へ無線送信し、処理の流れはステップS102へ戻る。
- [0047] 上記した構成によれば、内部制御部51は、第1センサの検出結果および第2センサの検出結果を相互比較することにより第1センサと第2センサと

の少なくとも一方の故障診断を行うので、一部のセンサが故障したときにセンサの故障を検知できるようにすることができる。

[0048] 第1センサは、第1の物理量として熱流束を検出する熱流束センサ10とすることができる。

[0049] 熱流束センサ10は、熱可塑性樹脂からなる絶縁基材100に厚さ方向に貫通する複数の第1、第2ビアホール101、102が形成されていると共に、第1、第2ビアホールに互いに異なる金属で形成された第1、第2層間接続部材130、140が埋め込まれており、第1、第2層間接続部材130、140が交互に直列接続されている。

[0050] そして、熱流束が絶縁基材100の厚さ方向に通過すると第1、第2層間接続部材130、140の一方の接続部と他方の接続部に温度差が生じ、第1、第2層間接続部材130、140の一方の接続部と他方の接続部に熱起電力が発生するよう構成することができる。

[0051] また、複合センサ1は、第1の物理量と同一または第1の物理量と相関する第2の物理量を検出する第2センサとして、温度を検出する第1、第2温度センサ21、22を有している。そして、内部制御部51は、熱流束センサ10により検出された熱流束の変化と、第1、第2温度センサ21、22により検出された温度変化を相互比較することにより熱流束センサ10と第1、第2温度センサ21、22との少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0052] また、複合センサ1は、第2センサとして、熱流束センサ10の絶縁基材100を通過する熱流束の上流側の面に配置された第1温度センサ21と、熱流束センサ10の絶縁基材100を通過する熱流束の下流側の面に配置された第2温度センサ22と、を有している。そして、内部制御部51は、熱流束センサ10により検出された熱流束の変化と、第1温度センサ21により検出された温度と第2温度センサ22により検出された温度の温度差とを相互比較することにより熱流束センサ10と第1温度センサ21および第2温度センサ22との少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0053] また、内部制御部 5 1 は、熱流束センサ 1 0 と第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 との少なくとも一方の故障診断の診断結果が故障でないことを判定した場合、熱流束センサ 1 0 の検出結果および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の検出結果を比較して熱流束センサ 1 0 の検出結果と第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の検出結果との少なくとも一方を補正する補正部 5 1 b（ステップ S 1 1 2）と、を備えている。

[0054] これにより、熱流束センサ 1 0 および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 が故障と判定される前に、事前に熱流束センサ 1 0 の検出結果が自己補正されるので、複合センサ 1 の予防保全が可能である。

[0055] また、内部制御部 5 1 は、熱流束センサ 1 0 の検出結果および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の検出結果をメモリ 5 1 a に記憶させる記憶制御部 5 1 c を有している。また、内部制御部 5 1 は、熱流束センサ 1 0 の検出結果および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の検出結果と、メモリ 5 1 a に過去に記憶させた熱流束センサ 1 0 の検出結果および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の検出結果を比較して熱流束センサ 1 0 および第 1、第 2 温度センサ 2 1、2 2 の故障予測を行う故障予測部 5 1 d（ステップ S 1 1 6）を備えている。これにより、複合センサ 1 が故障する前に、事前に複合センサを交換する等、予防保全することが可能である。

内部制御部 5 1 の CPU は、メモリ 5 1 a に記憶された様々なプログラム実行することにより、補正部 5 1 b、記憶制御部 5 1 c、及び故障予測部 5 1 d に関する様々な機能を実行する。

[0056] （第 2 実施形態）

本発明の第 2 実施形態に係る複合センサが空気圧縮機構 3 内に設けられた様子を図 1 1 に示す。空気圧縮機構 3 は、有底円筒形状のシリンダ 9 0 およびピストン 9 1 を有している。

[0057] ピストン 9 1 は、電動モータの回転に伴ってシリンダ 9 0 内を往復運動する。このピストン 9 1 の往復運動により、シリンダ 9 0 内の空気の圧力が変動するよう構成されている。

[0058] 本実施形態の複合センサは、圧力センサ２４、熱流束センサ１０および温度センサ２３から成るセンシング部を有し、このセンシング部が、図１１に示すシリンダ９０の底面と接触するように配置されている。

[0059] 具体的には、シリンダ９０の底面と接触するように熱流束センサ１０および温度センサ２３が並んで配置され、シリンダ９０の底面と、熱流束センサ１０および温度センサ２３を挟むように圧力センサ２４が配置されている。したがって、圧力センサ２４は、シリンダ９０内の空気と接するように配置されている。

[0060] 図１２に示すように、ピストン９１がシリンダ９０内を往復運動することによりシリンダ９０内の空気の温度が上昇する。そして、シリンダ９０内の空気の温度上昇により、シリンダ９０内からシリンダ９０の表面へ流れる熱流束が発生する。

[0061] 本実施形態において、熱流束センサ１０は、第１の物理量として流束のひとつである熱流束を検出する。また、圧力センサ２４は、熱流束センサ１０によって検出される熱流束と相関する第２の物理量としてシリンダ９０内の空気の圧力検出し、圧力を特定するための信号を検出結果として出力する。また、温度センサ２３は、熱流束センサ１０によって検出される熱流束と相関する第２の物理量としてシリンダ９０内の空気の温度を検出し、シリンダ９０内の空気の温度を特定するための信号を検出結果として出力する。

[0062] 図１３に、内部制御部５１において実行される処理のフローチャートを示す。本内部制御部５１は、定期的に図１３に示す処理を実施する。なお、各図面のフローチャートにおける各制御ステップは、内部制御部５１が有する各種の機能実現手段を構成している。

[0063] 作業による操作部（図示せず）の操作により処理の開始が指示されると、内部制御部５１は図１３に示す処理を実施する。まず、ステップＳ２００において、内部制御部５１は空気圧縮機構３の始動を指示する。具体的には、内部制御部５１は、空気圧縮機構３の電動モータ（図示せず）を作動させるよう電動モータへの給電を開始する。

- [0064] 次に、ステップS 2 0 2において、内部制御部5 1は、温度センサ2 3の検出結果、熱流束センサ1 0の検出結果および圧力センサ2 4の検出結果を取得する。具体的には、内部制御部5 1は、温度センサ2 3より出力された信号に基づいてシリンダ9 0内の空気の温度を特定し、熱流束センサ1 0より出力された信号に基づいてシリンダ9 0内からシリンダ9 0の表面へ流れる熱流束を特定し、さらに、圧力センサ2 4より出力された信号に基づいてシリンダ9 0内の空気の圧力を特定する。
- [0065] 次に、ステップS 2 0 4において、内部制御部5 1は、ステップS 2 0 2にて取得した温度センサ2 3の検出結果、熱流束センサ1 0の検出結果および圧力センサ2 4の検出結果をメモリ5 1 aに記憶させる。具体的には、内部制御部5 1は、温度センサ2 3より出力される信号に基づいて特定したシリンダ9 0内の空気の温度、熱流束センサ1 0より出力される信号に基づいて特定したシリンダ9 0内からシリンダ9 0の表面へ流れる熱流束および圧力センサ2 4より出力された信号に基づいてシリンダ9 0内の空気の圧力をメモリ5 1 aに記憶させる。
- [0066] なお、メモリ5 1 aには、最新の値だけでなく、一定データ量分の統計データがメモリ5 1 aに記憶される。ここで、メモリ5 1 aに記憶させるデータは、後述する予防保全閾値M t hを設定する際に使用される。
- [0067] 次に、ステップS 2 0 6において、内部制御部5 1は、センサに異常があるか否かを判定する。ここで、温度センサ2 3、熱流束センサ1 0および圧力センサ2 4のうち、温度センサ2 3および圧力センサ2 4が正常であるものとする。
- [0068] この場合、図1 4に示すように、温度センサ2 3の検出結果と圧力センサ2 4の検出結果に基づいて熱流束センサ1 0の下限閾値をH t h 1、上限閾値をH t h 2とする規格範囲を決定する。そして、この下限閾値をH t h 1、上限閾値をH t h 2とする規格範囲に熱流束センサ1 0により検出された熱流束の値が入るか否かに基づいて熱流束センサ1 0が故障しているか否かを判定する。

- [0069] 図14に示すように、正常な熱流束センサ10の場合、熱流束センサ10の出力値は、下限閾値をH t h 1、上限閾値をH t h 2とする規格範囲に入り、異常時の熱流束センサ10の場合、熱流束センサ10の出力値は、下限閾値をH t h 1、上限閾値をH t h 2とする規格範囲に入らない。
- [0070] 上記したように、温度センサ23、熱流束センサ10および圧力センサ24のうち、2つのセンサが正常であるものとして、もう1つのセンサの故障を判定することができる。
- [0071] また、温度センサ23、熱流束センサ10および圧力センサ24のうち、どのセンサが故障か判定できない場合、以下のように、センサの異常を判定することもできる。
- [0072] 例えば、温度センサ23の検出結果から熱流束センサ10および圧力センサ24の適正範囲を決定する。ここでは、図15に示すように、熱流束センサ10の適正範囲の下限閾値をH t h 1、上限閾値をH t h 2とし、圧力センサ24の適正範囲の下限閾値をP t h 1、上限閾値をP t h 2とする。
- [0073] そして、熱流束センサ10の出力値が適正範囲内であれば熱流束センサ10は正常であると判定し、熱流束センサ10の出力値が適正範囲外であれば熱流束センサ10は正常であると判定する。
- [0074] また、圧力センサ24の出力値が適正範囲内であれば圧力センサ24は正常であると判定し、圧力センサ24の出力値が適正範囲外であれば圧力センサ24は異常であると判定する。
- [0075] このように、1つのセンサを正常として、残り2つのセンサの適正範囲を設定し、残り2つのセンサの故障判定を行うこともできる。
- [0076] 熱流束センサ10が故障している場合、次に、ステップS208において、内部制御部51は、温度センサ23により検出されたシリンダ90内の空気の温度、熱流束センサ10により検出された熱流束の値および圧力センサ24により検出されたシリンダ90内の空気の圧力とともに、故障であることを外部制御部52へ無線送信し、本処理を終了する。
- [0077] また、温度センサ23、熱流束センサ10および圧力センサ24が故障し

ていない場合、次に、ステップS 2 1 0において、内部制御部5 1は、精度ズレが大きいかな否かを判定する。具体的には、内部制御部5 1は、熱流束センサ1 0により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} の差分が基準値未満、または熱流束センサ1 0により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満であるかな否かを判定する。

[0078] ここで、内部制御部5 1は、熱流束センサ1 0により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} の差分が基準値未満、または熱流束センサ1 0により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満となっている場合、ステップS 2 1 2において、自己補正を行う。

[0079] 図1 6は、熱流束センサ1 0により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} の差分が基準値未満となっている状態を示している。このような状態では、熱流束センサ1 0により検出される熱流束の値に所定の係数を乗算し、この乗算した値を熱流束センサ1 0により検出される熱流束の値とする。このようにして自己補正を行う。

[0080] 次に、内部制御部5 1は、ステップS 2 1 4において、温度センサ2 3により検出されたシリンダ9 0内の空気の温度、熱流束センサ1 0より出力される信号に基づいて特定したシリンダ9 0内からシリンダ9 0の表面へ流れる熱流束の値であって、自己補正した値とともに、圧力センサ2 4より出力される信号に基づいて特定したシリンダ9 0内の空気の圧力とともに、熱流束センサ1 0の検出結果を補正したことを外部制御部5 2へ無線送信し、処理の流れはステップS 2 0 2へ戻る。

[0081] また、精度ズレが小さく、ステップS 2 1 0にてNOと判定された場合、ステップS 1 1 6において、内部制御部5 1は、熱流束センサ1 0の故障の可能性が高いかな否かを判定する。具体的には、内部制御部5 1は、図1 7に示すように、ステップS 2 0 4にて過去にメモリ5 1 aに記憶させた熱流束の統計データに基づいて予防保全閾値 M_{th} を設定し、今回、熱流束センサ1 0により検出された熱流束の値が予防保全閾値 M_{th} 以上であるかな否かを判定する。

[0082] なお、予防保全閾値M t hは、例えば、メモリ5 1 aに記憶させた過去の熱流束の平均値に一定の定数（例えば、1 0 %）を乗算した値に設定することができる。

[0083] ここで、ステップS 1 1 6において熱流束センサ1 0の故障の可能性が高いと判定された場合、次に、内部制御部5 1は、ステップS 1 1 8において、温度センサ2 3により検出された温度、圧力センサ2 4により検出された圧力、熱流束センサ1 0により検出された熱流束の各値とともに、熱流束センサ1 0が故障する可能性が高くなっていることを外部制御部5 2へ無線送信し、ステップS 2 0 2へ戻る。また、熱流束センサ1 0の故障の可能性が高くないと判定された場合は、処理の流れはステップS 2 0 2へ戻る。

[0084] 本実施形態では、上記第1実施形態と共通の構成から奏される同様の効果を上記第1実施形態と同様に得ることができる。

[0085] また、第2センサは、第1の物理量と相関する物理量として温度を検出する温度センサ2 3と、第1の物理量と相関する物理量として圧力を検出する圧力センサ2 4と、を備えている。そして、内部制御部5 1は、熱流束センサにより検出された熱流束の変化と、温度センサの検出結果および圧力センサの検出結果を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0086] （第3実施形態）

本発明の第3実施形態に係る複合センサが切削加工機4に設けられた様子を図1 8に示す。切削加工機4は、被加工物であるワーク9 4に穴を開けるための加工装置である。切削加工機4は、被加工物であるワーク9 4を固定するためのチャック9 5および図示しないモータによって回転するドリル9 3を備える。ドリル9 3は、切削加工に用いられる切削工具である。

[0087] ワーク9 4は、チャック9 5の上に固定される。また、ドリル9 3の下にワーク9 4が設置される。ワーク9 4としては、金属ブロック等が挙げられる。ドリル3 1が回転した状態で、ユーザがハンドル（図示せず）を下方方向に操作する。これにより、回転した状態のドリル9 3がワーク9 4を加工し

ながら下方向に移動する。このようにして、ワーク 94 に対して穴あけ加工が施される。

[0088] 穴あけ加工時では、ドリル 93 とワーク 94 との間の摩擦によって、熱エネルギーが増加し、ドリル 93 とワーク 94 との接触部からワーク 94 の表面へ流れる熱流束が発生する。このような熱流束は、切削加工時の切削抵抗との相関性を有している。

[0089] 本実施形態の複合センサは、熱流束を検出する熱流束センサ 10 および切削加工時の切削抵抗を検出する切削抵抗検出部である切削動力計 25 を有している。

[0090] 熱流束センサ 10 は、ワーク 94 の表面に固定される。熱流束センサ 10 は、第 1 の物理量として、ドリル 93 とワーク 94 との接触部からワーク 94 の表面へ流れる熱流束を検出し、この熱流束を特定するための信号を内部制御部 51 へ出力する。

[0091] 切削動力計 25 は、ワーク 94 を固定しているチャック 95 の下側に配置される。切削動力計 25 は、第 1 の物理量と相関する第 2 の物理量として切削加工時の切削抵抗を検出し、検出した切削抵抗を示す信号を内部制御部 51 へ出力する。

[0092] 図 19 に、内部制御部 51 において実行される処理のフローチャートを示す。本内部制御部 51 は、定期的に図 19 に示す処理を実施する。作業者による操作部（図示せず）の操作により処理の開始が指示されると、内部制御部 51 は図 19 に示す処理を実施する。まず、内部制御部 51 は、ステップ S300 において、切削加工機 4 の始動を指示する。

[0093] 具体的には、ドリル 93 を回転させるモータ（図示せず）を作動させるようモータへの給電を開始する。

[0094] 次に、内部制御部 51 は、ステップ S302 において、切削動力計 25 の検出結果および熱流束センサ 10 の検出結果を取得する。具体的には、内部制御部 51 は、切削動力計 25 より出力された信号に基づいて切削抵抗値を特定し、熱流束センサ 10 より出力された信号に基づいて熱流束を特定する

。

[0095] 次に、内部制御部 51 は、ステップ S 304 において、ステップ S 302 にて取得した切削動力計 25 の検出結果および熱流束センサ 10 の検出結果をメモリ 51a に記憶させる。具体的には、切削動力計 25 より出力される信号に基づいて特定した温度、および熱流束センサ 10 より出力された熱流束をメモリ 51a に記憶させる。

[0096] なお、メモリ 51a には、最新の値だけでなく、一定データ量分の統計データがメモリ 51a に記憶される。ここで、メモリ 51a に記憶させるデータは、後述する予防保全閾値 M t h を設定する際に使用される。

[0097] 次に、内部制御部 51 は、ステップ S 306 において、センサに異常があるか否かを判定する。具体的には、切削動力計 25 により検出された切削抵抗と、熱流束センサ 10 の出力値を相互比較してセンサに異常があるか否かを判定する。

[0098] 具体的には、図 20 に示すように、切削動力計 25 により検出された切削抵抗に基づいて下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲を設定する。そして、熱流束センサ 10 の出力値が下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲に入っているか否かを判定する。

[0099] このとき、正常な熱流束センサ 10 の出力値は、下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲に入る。しかし、異常時の熱流束センサ 10 の出力値は、下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲に入らない場合、故障であると判定する。

[0100] ここで、熱流束センサ 10 の出力値が、下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲に入らない場合、内部制御部 51 は、ステップ S 308 において、切削動力計 25 により検出された切削抵抗とともに熱流束センサ 10 により検出された熱流束の値とともに、故障であることを外部制御部 52 へ無線送信し、本処理を終了する。

[0101] また、熱流束センサ 10 により検出される熱流束が、下限閾値を H t h 1、上限閾値を H t h 2 とする規格範囲に入っている場合、ステップ S 306

の判定はNOとなり、次に、内部制御部51は、ステップS310において、精度ズレが大きいかな否かを判定する。

[0102] 具体的には、内部制御部51は、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満、または熱流束センサ10により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満であるかな否かを判定する。

[0103] ここで、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満、または熱流束センサ10により検出される熱流束と上限閾値 H_{th2} との差分が基準値未満となっている場合、内部制御部51は、ステップS312において、自己補正を行う。

[0104] 図9は、熱流束センサ10により検出される熱流束と下限閾値 H_{th1} との差分が基準値未満となっている状態を示している。このような状態では、熱流束センサ10により検出される熱流束の値に所定の係数を乗算し、この乗算した値を熱流束センサ10により検出される熱流束の値とする。このようにして自己補正を行う。

[0105] 次に、内部制御部51は、ステップS314において、切削動力計25により検出された切削抵抗と、熱流束センサ10により検出された熱流束の値であって自己補正した値とともに、熱流束センサ10の検出結果を補正したことを外部制御部52へ無線送信し、処理の流れはステップS302へ戻る。

[0106] また、精度ズレが小さく、ステップS310にてNOと判定された場合、ステップS116において、内部制御部51は、熱流束センサ10の故障の可能性が高いかな否かを判定し、熱流束センサ10の故障の可能性が高い場合には、ステップS118において故障予測の通知を行い、熱流束センサ10の故障の可能性が高くない場合には、処理の流れはステップS302へ戻る。

[0107] 本実施形態では、上記第1実施形態と共通の構成から奏される同様の効果を上記第1実施形態と同様に得ることができる。

[0108] また、第2センサは、第2の物理量として切削加工機における切削抵抗を検出する切削抵抗検出部である切削動力計25である。そして、内部制御部51は、熱流束センサ10により検出された熱流束の変化と、切削動力計25により検出された切削抵抗の変化を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0109] (第4実施形態)

本発明の第4実施形態に係る複合センサの全体構成を図21に示す。本実施形態の複合センサは、ペルチェ素子を有する発電部53を備えている。

[0110] ペルチェ素子は、2種類の金属を接合させた構造を有しており、2種類の金属間に直流電流を流すと、片方の金属から他方の金属へ熱が移動するという性質を有している。また、ペルチェ素子は、2種類の金属の間に温度差を与えると熱電力を発生することもできる。この作用をゼーベック効果という。発電部53は、ペルチェ素子のゼーベック効果により発電する熱電変換モジュールである。

[0111] 本実施形態の複合センサは、上記第1実施形態の複合センサに対して、さらに、熱電変換モジュールとしてペルチェ素子を内蔵している点が異なる。

[0112] 本実施形態の複合センサは、ペルチェ素子のゼーベック効果により発電する発電部53を備え、熱流束センサ10、第1、第2温度センサ21、22および内部制御部51は、発電部53が発電した電力により作動するよう構成されている。

[0113] 本実施形態では、上記第1実施形態と共通の構成から奏される同様の効果を奏し、さらに、複合センサを駆動する電力を供給するための電源またはバッテリー等を備える必要がないため、設置場所が制限されない。

[0114] 本実施形態では、上記第1実施形態と共通の構成から奏される同様の効果を上記第1実施形態と同様に得ることができる。

[0115] (他の実施形態)

(1) 上記第1乃至第4の各実施形態では、熱流束センサ10により検出される熱流束を第1の物理量として検出する構成を示したが、第1の物理量

として、熱流束以外の物理量を検出するよう構成してもよい。

[0116] (2) 上記第1乃至第4の各実施形態では、内部制御部51が、熱流束センサ10より出力される信号に基づいて特定した熱流束と、第1、第2温度センサ21、22より出力される信号に基づいて特定した各温度と、を外部制御部52へ送信するよう構成したが、外部制御部52が、熱流束センサ10より出力される信号に基づいて熱流束を特定し、さらに、第1、第2温度センサ21、22より出力される信号に基づいて温度を特定するよう構成してもよい。

[0117] (3) 上記第1乃至第4の各実施形態では、内部制御部51と外部制御部52の間の無線通信を行うための通信部60を備え、内部制御部51から通信部60を介して外部制御部52へデータを無線送信するようにしたが、データを有線送信するよう構成してもよい。

[0118] (4) 上記第4実施形態では、発電部としてペルチェ素子を用いた発電部を有し、第1センサ、第2センサおよび内部制御部51が、発電部が発電した電力により作動するよう構成したが、圧電素子を用いた圧電発電、振動発電素子を用いた振動発電、太陽光発電素子を用いた太陽光発電、風力発電を行うための発電部を有し、第1センサ、第2センサおよび内部制御部51が、これらの発電部が発電した電力により作動するよう構成してもよい。

[0119] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。また、上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0120] (まとめ)

(C1) 上記実施形態の一部または全部で示された第1の観点によれば、制御部は、第1センサの検出結果および第2センサの検出結果を相互比較す

ることにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行うので、一部のセンサが故障したときにセンサの故障を検知できるようにすることができる。

[0121] (C2) 上記実施形態の一部または全部で示された第2の観点によれば、第1センサは、第1の物理量として熱流束を検出する熱流束センサ10とすることができる。

[0122] (C3) 上記実施形態の一部または全部で示された第3の観点によれば、熱流束センサ10は、熱可塑性樹脂からなる絶縁基材100に厚さ方向に貫通する複数の第1、第2ビアホール101、102が形成されていると共に、第1、第2ビアホールに互いに異なる金属で形成された第1、第2層間接続部材130、140が埋め込まれており、第1、第2層間接続部材130、140が交互に直列接続されている。そして、熱流束が絶縁基材100の厚さ方向に通過すると第1、第2層間接続部材130、140の一方の接続部と他方の接続部に温度差が生じ、第1、第2層間接続部材130、140の一方の接続部と他方の接続部に熱起電力が発生するよう構成することができる。

[0123] (C4) 上記実施形態の一部または全部で示された第4の観点によれば、第2センサは、第1の物理量と相関する物理量として温度を検出する温度センサである。また、制御部は、第1センサにより検出された熱流束の変化と、第2センサにより検出された温度変化を相互比較することにより第1センサと第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0124] (C5) 上記実施形態の一部または全部で示された第5の観点によれば、第2センサは、熱流束センサの絶縁基材を通過する熱流束の上流側の面に配置された第1温度センサ21と、熱流束センサの絶縁基材を通過する熱流束の下流側の面に配置された第2温度センサ22と、を有している。また、制御部は、第1センサにより検出された熱流束の変化と、第1温度センサにより検出された温度と第2温度センサにより検出された温度の温度差とを相互比較することにより熱流束センサと第1温度センサおよび第2温度センサと

の少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0125] (C 6) 上記実施形態の一部または全部で示された第 6 の観点によれば、第 1 センサと第 2 センサとの少なくとも一方の故障診断の診断結果が故障でないことを判定した場合、第 1 センサの検出結果および第 2 センサの検出結果を比較して第 1 センサの検出結果と第 2 センサの検出結果との少なくとも一方を補正する補正部 (5 1 b、ステップ S 1 1 2、S 2 1 2、S 3 1 2) と、を備えている。これにより、第 1 センサと第 2 センサとの少なくとも一方が故障と判定される前に、事前に第 1 センサの検出結果と第 2 センサの検出結果との少なくとも一方を補正することができる。

[0126] (C 7) 上記実施形態の一部または全部で示された第 7 の観点によれば、第 2 センサは、第 1 の物理量と相関する物理量として温度を検出する温度センサと、第 1 の物理量と相関する物理量として圧力を検出する圧力センサと、を備えている。また、制御部は、熱流束センサにより検出された熱流束の変化と、温度センサの検出結果および圧力センサの検出結果を相互比較することにより第 1 センサと第 2 センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0127] (C 8) 上記実施形態の一部または全部で示された第 8 の観点によれば、第 2 センサは、第 2 の物理量として切削加工機における切削抵抗を検出する切削抵抗検出部とすることができる。また、制御部は、熱流束センサにより検出された熱流束の変化と、切削抵抗検出部により検出された切削抵抗の変化を相互比較することにより第 1 センサと第 2 センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0128] (C 9) 上記実施形態の一部または全部で示された第 9 の観点によれば、制御部は、第 1 センサの検出結果および第 2 センサの検出結果を記憶媒体 (5 1 a) に記憶させる記憶制御部 (5 1 c、S 1 0 4、S 2 0 4、S 3 0 4) を備えている、さらに、制御部は、第 1 センサの検出結果および第 2 センサの検出結果と、記憶媒体に過去に記憶させた第 1 センサの検出結果および第 2 センサの検出結果を比較して第 1 センサおよび第 2 センサの故障予測を

行う故障予測部（５１ｄ、ステップＳ１１６）を備えている。これにより、第１センサおよび第２センサの故障予測を行うことができる。

[0129] （Ｃ１０）上記実施形態の一部または全部で示された第１０の観点によれば、制御部は、通信するための通信部を備えている。さらに、制御部は、第１センサの検出結果および第２センサの検出結果を取得し、通信部を介して第１センサの検出結果および第２センサの検出結果を送信する内部制御部を備えている。さらに、制御部は、内部制御部から送信された第１センサの検出結果および第２センサの検出結果を相互比較することにより第１センサと第２センサとの少なくとも一方の故障診断を行う外部制御部と、を備えている。これにより、第１センサと第２センサとの少なくとも一方の故障診断を行うことができる。

[0130] （Ｃ１１）上記実施形態の一部または全部で示された第１１の観点によれば、通信部は、無線通信を行い、内部制御部は、通信部を介して無線通信によって第１センサおよび第２センサの検出結果を外部制御部へ送信するので、複合センサの設置場所が制限されない。

[0131] （Ｃ１２）上記実施形態の一部または全部で示された第１２の観点によれば、発電する発電部を有し、第１センサ、第２センサおよび制御部は、発電部が発電した電力により作動するので、設置場所が制限されない。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の物理量を検出する第1センサ（10）と、
前記第1センサと異なる種類のセンサであって、前記第1の物理量と同一または前記第1の物理量と相関する第2の物理量を検出する第2センサ（21～25）と、を備えた複合センサであって、
前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を相互比較することにより前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う制御部（51、52）を備えた複合センサ（1）。
- [請求項2] 前記第1センサは、前記第1の物理量として熱流束を検出する熱流束センサである請求項1に記載の複合センサ（1）。
- [請求項3] 前記熱流束センサは、熱可塑性樹脂からなる絶縁基材（100）に厚さ方向に貫通する複数の第1、第2ビアホール（101、102）が形成されていると共に、前記第1、第2ビアホールに互いに異なる金属で形成された第1、第2層間接続部材（130、140）が埋め込まれており、前記第1、第2層間接続部材が交互に直列接続されており、前記熱流束が前記絶縁基材の厚さ方向に通過すると第1、第2層間接続部材の一方の接続部と他方の接続部に温度差が生じ、第1、第2層間接続部材の一方の接続部と他方の接続部に熱起電力が発生するよう構成されている請求項2に記載の複合センサ（1）。
- [請求項4] 前記第2センサは、前記第1の物理量と相関する物理量として温度を検出する温度センサであり、
前記制御部は、前記第1センサにより検出された熱流束の変化と、前記第2センサにより検出された温度変化を相互比較することにより前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う請求項2または3に記載の複合センサ（1）。
- [請求項5] 前記第2センサは、前記熱流束センサの前記絶縁基材を通過する熱流束の上流側の面に配置された第1温度センサ（21）と、

前記熱流束センサの前記絶縁基材を通過する熱流束の下流側の面に配置された第2温度センサ（22）と、を有し、

前記制御部は、前記第1センサにより検出された熱流束の変化と、前記第1温度センサにより検出された温度と前記第2温度センサにより検出された温度の温度差とを相互比較することにより前記熱流束センサと前記第1温度センサおよび前記第2温度センサとの少なくとも一方の故障診断を行う請求項4に記載の複合センサ（1）。

[請求項6] 前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断の診断結果が故障でないことを判定した場合、前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を比較して前記第1センサの検出結果と前記第2センサの検出結果との少なくとも一方を補正する補正部（51b、S112、S212、S312）と、を備えた請求項1ないし3のいずれか1つに記載の複合センサ（1）。

[請求項7] 前記第2センサは、前記第1の物理量と相關する物理量として温度を検出する温度センサ（23）と、前記第1の物理量と相關する物理量として圧力を検出する圧力センサ（24）と、を備え、

前記制御部は、前記熱流束センサにより検出された熱流束の変化と、前記温度センサの検出結果および前記圧力センサの検出結果を相互比較することにより前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う請求項2または3に記載の複合センサ（1）。

[請求項8] 前記第2センサは、前記第2の物理量として切削加工機における切削抵抗を検出する切削抵抗検出部（25）であり、

前記制御部は、前記熱流束センサにより検出された熱流束の変化と、前記切削抵抗検出部により検出された前記切削抵抗の変化を相互比較することにより前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う請求項2または3に記載の複合センサ（1）。

[請求項9] 前記制御部は、前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を記憶媒体（51a）に記憶させる記憶制御部（51c、S

104、S204、S304)と、前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果と、前記記憶媒体に過去に記憶させた前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を比較して前記第1センサおよび前記第2センサの故障予測を行う故障予測部(51d、S116)を備えた請求項1ないし3のいずれか1つに記載の複合センサ(1)。

[請求項10]

前記制御部は、

通信するための通信部(60)と、

前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を取得し、前記通信部を介して前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を送信する内部制御部(51)と、

前記内部制御部から送信された前記第1センサの検出結果および前記第2センサの検出結果を相互比較することにより前記第1センサと前記第2センサとの少なくとも一方の故障診断を行う外部制御部(52)と、を備えた請求項1ないし3のいずれか1つに記載の複合センサ(1)。

[請求項11]

前記通信部は、無線通信を行い、

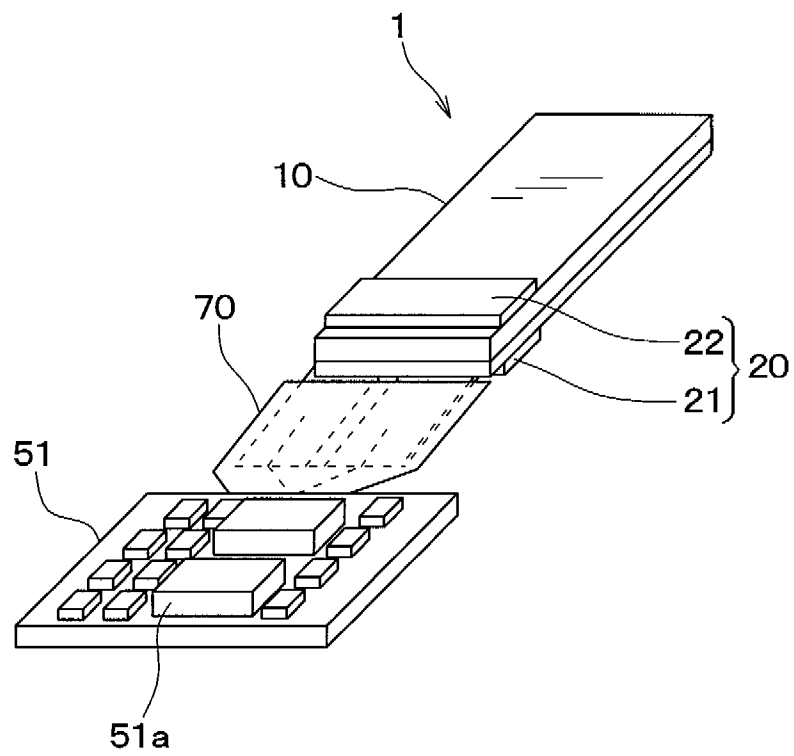
前記内部制御部(51)は、前記通信部を介して無線通信によって前記第1センサおよび前記第2センサの検出結果を前記外部制御部(52)へ送信する請求項10に記載の複合センサ(1)。

[請求項12]

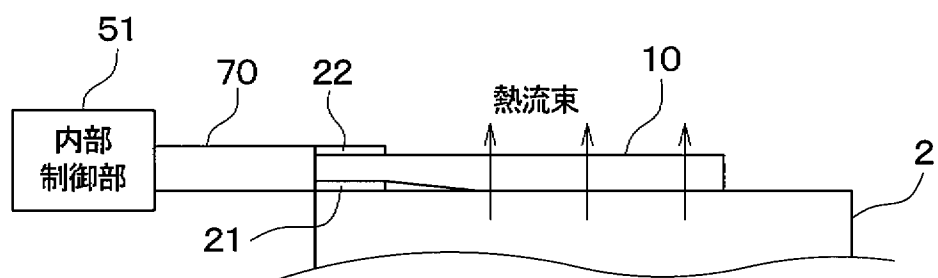
発電する発電部(53)を有し、

前記第1センサ、前記第2センサおよび前記制御部は、前記発電部が発電した電力により作動する請求項1ないし3のいずれか1つに記載の複合センサ(1)。

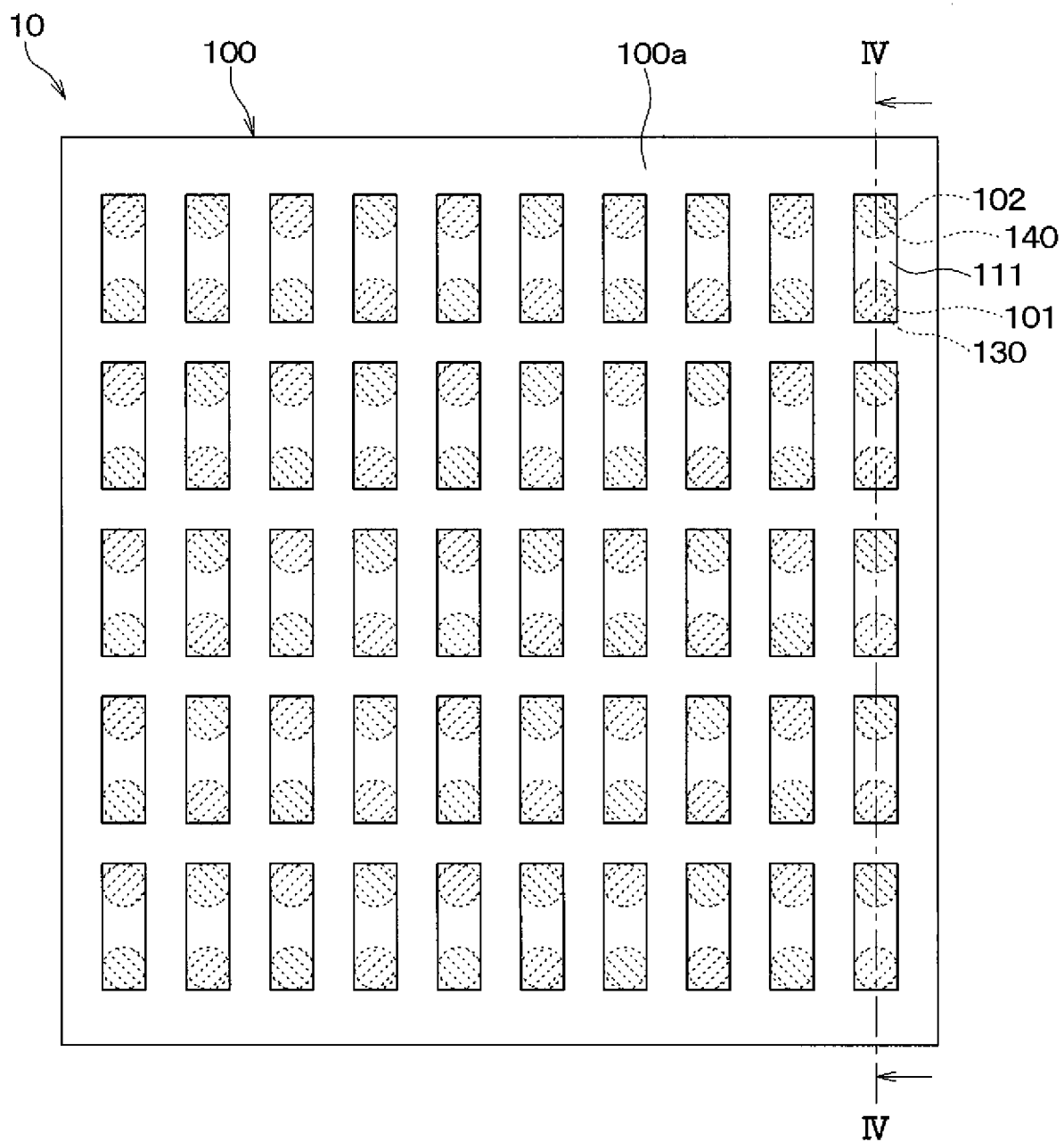
[図1]



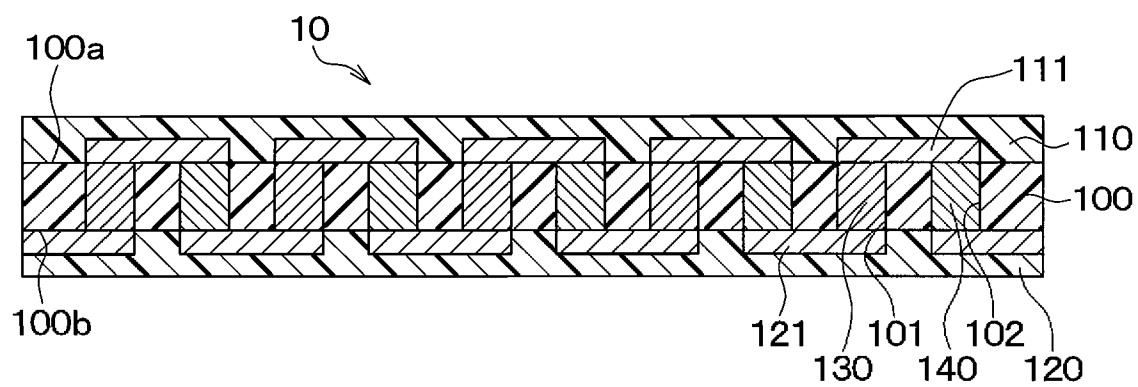
[図2]



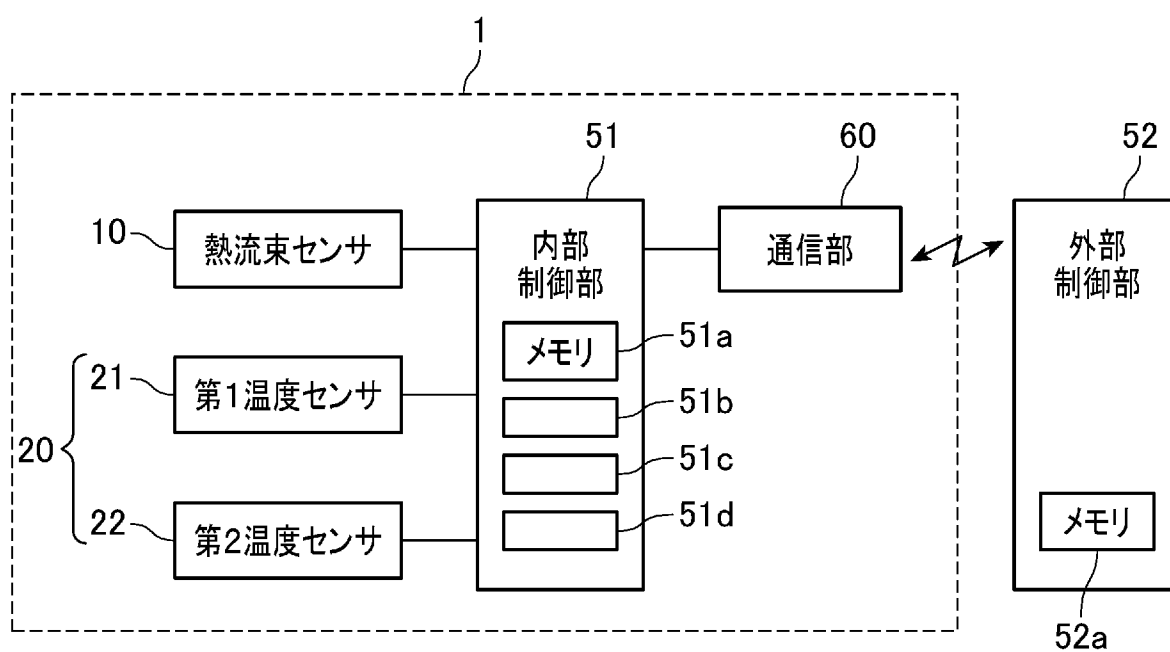
[図3]



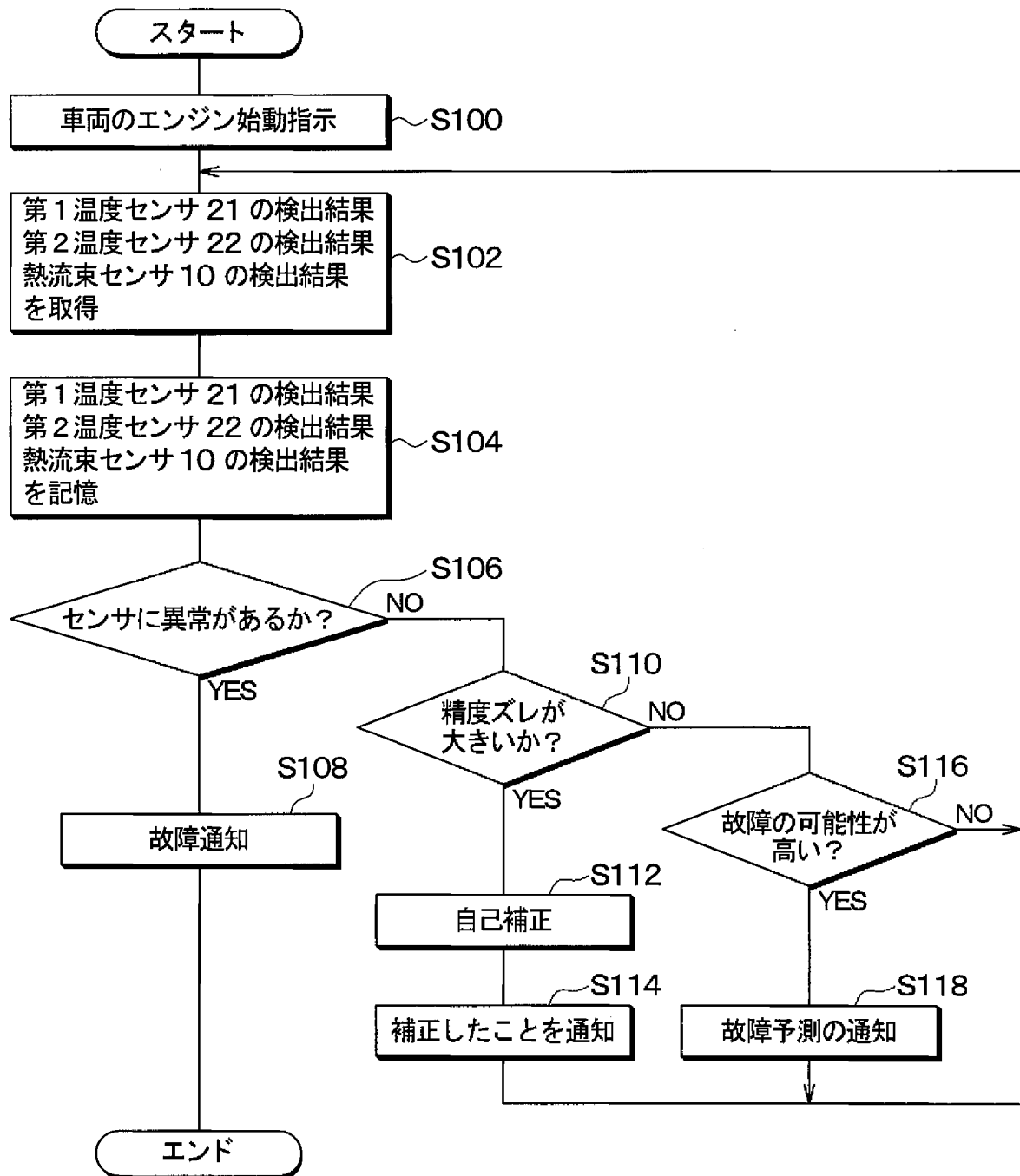
[図4]



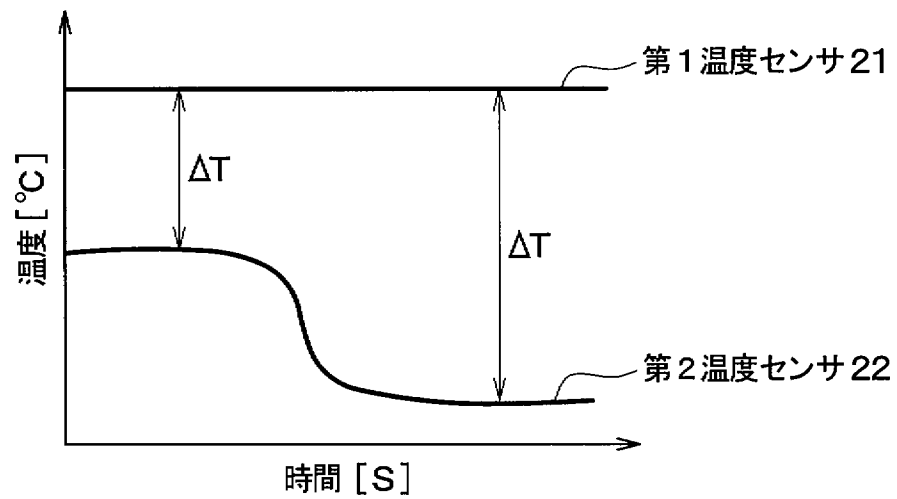
[図5]



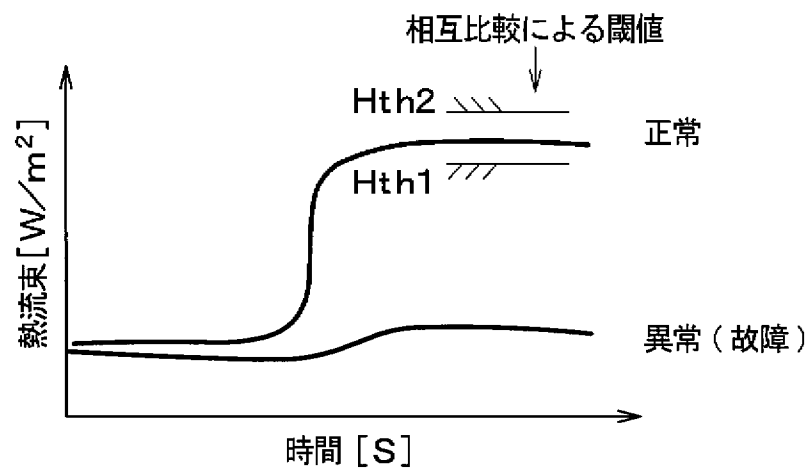
[図6]



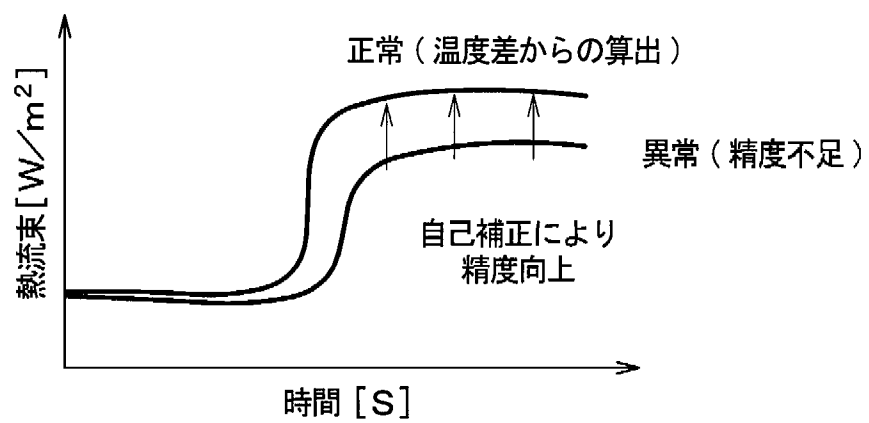
[図7]



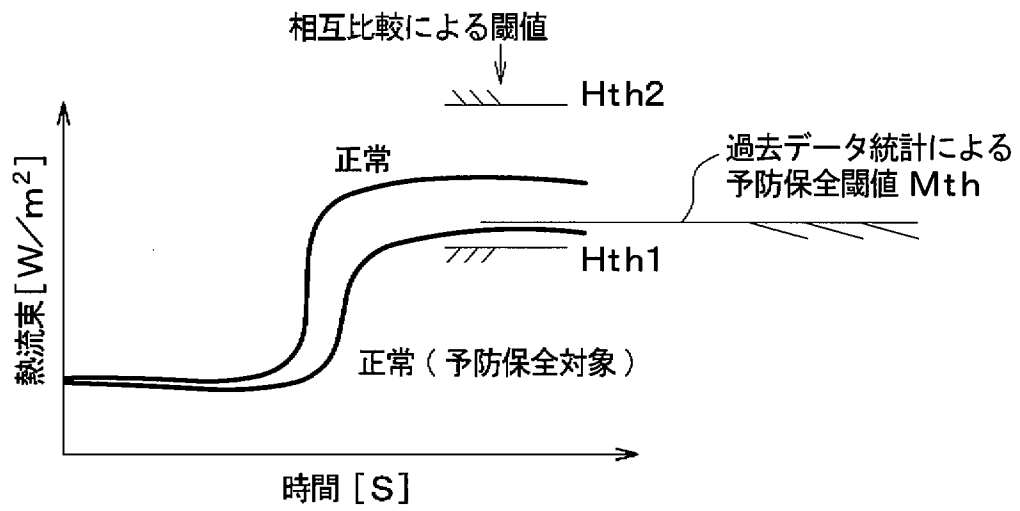
[図8]



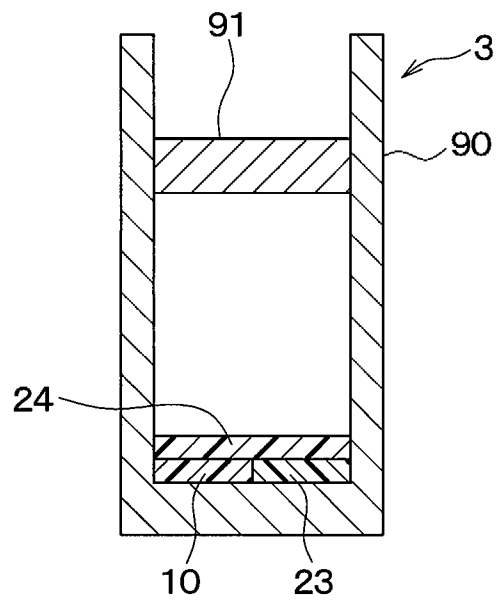
[図9]



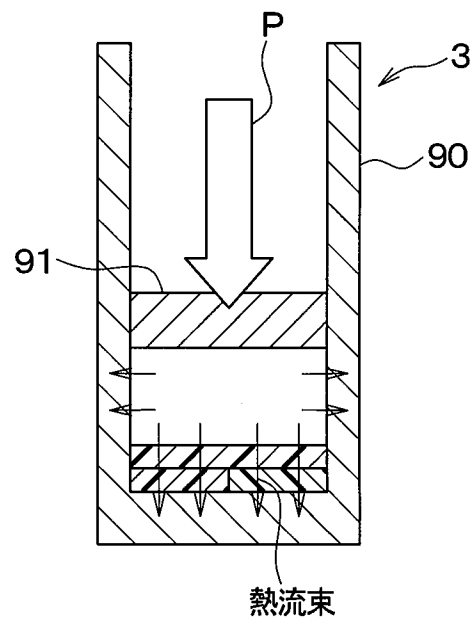
[図10]



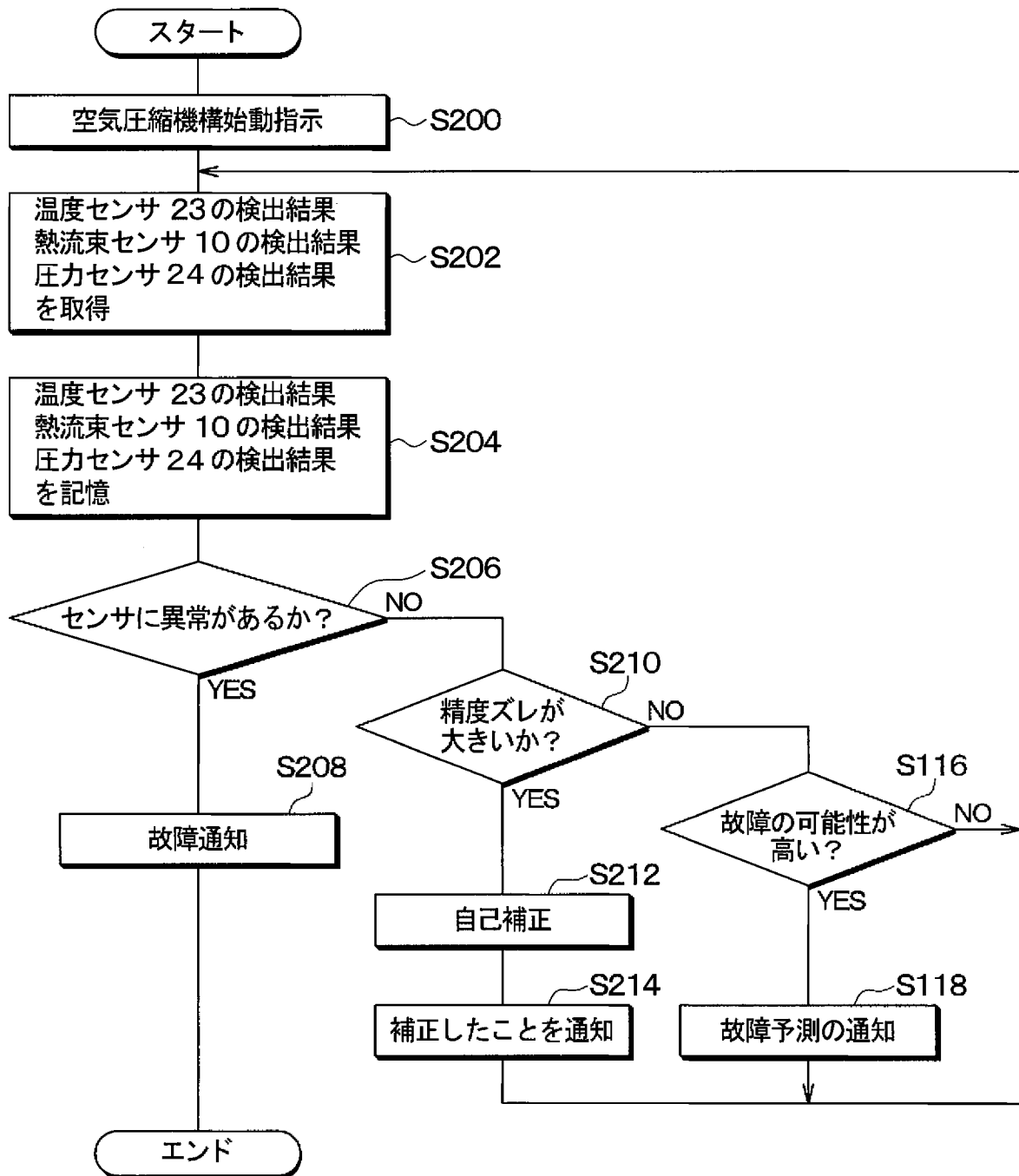
[図11]



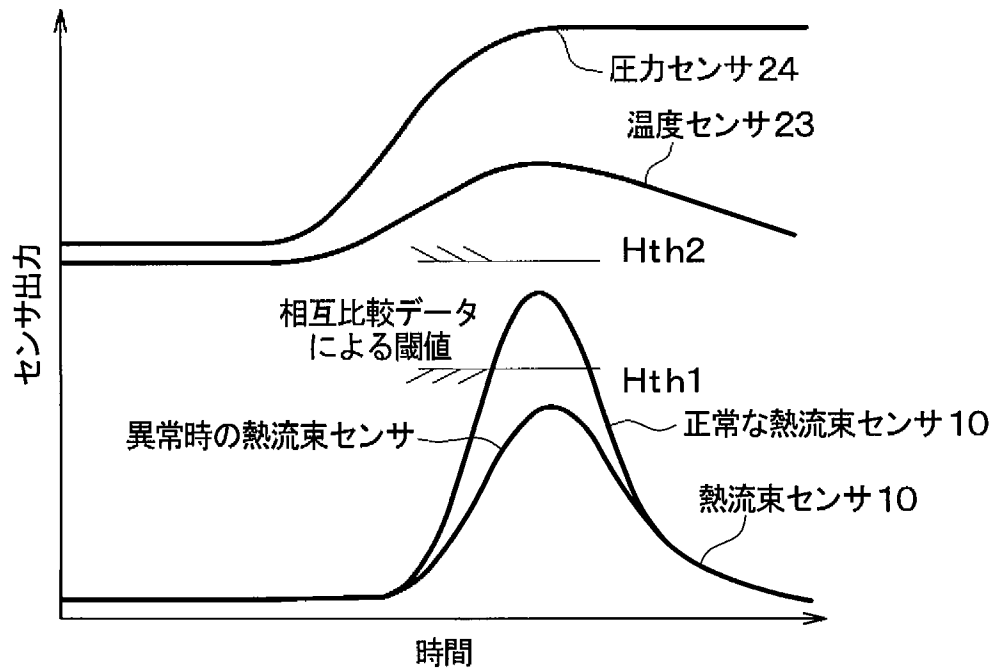
[図12]



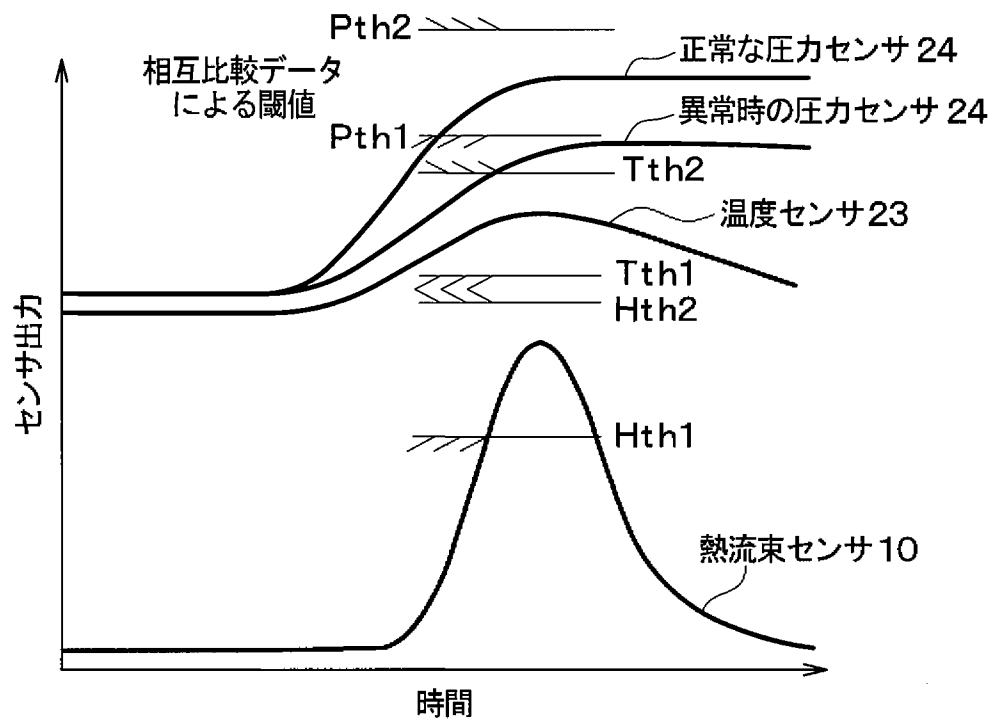
[図13]



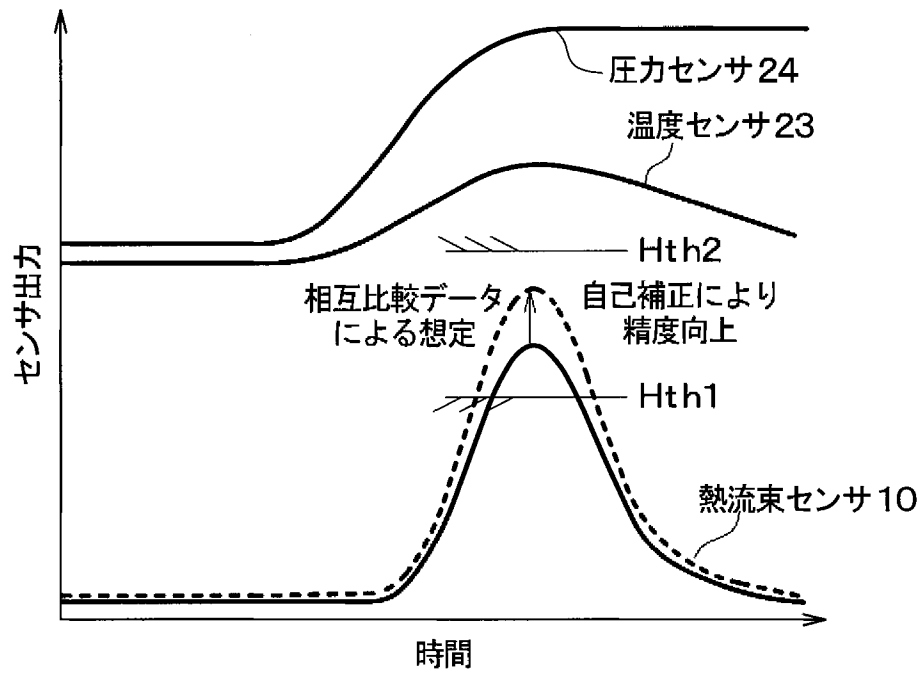
[図14]



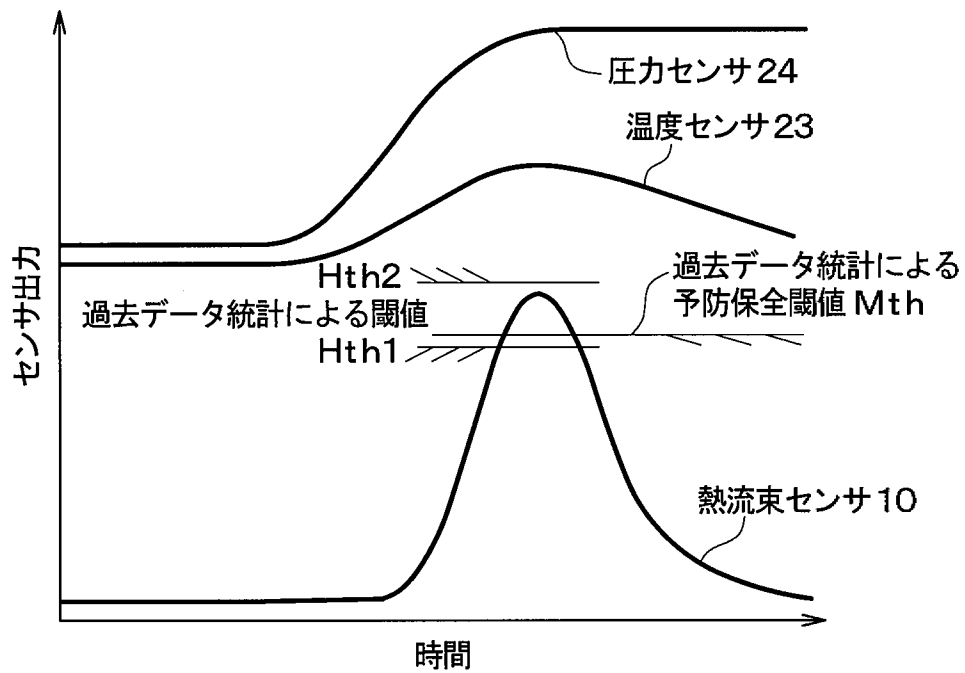
[図15]



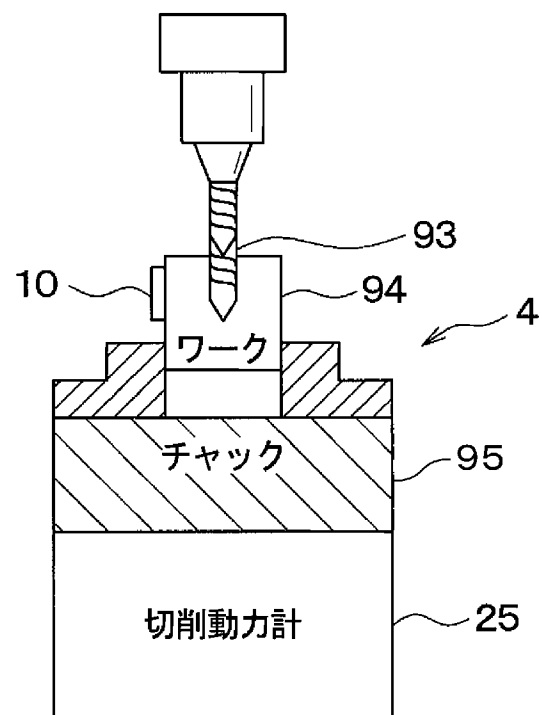
[図16]



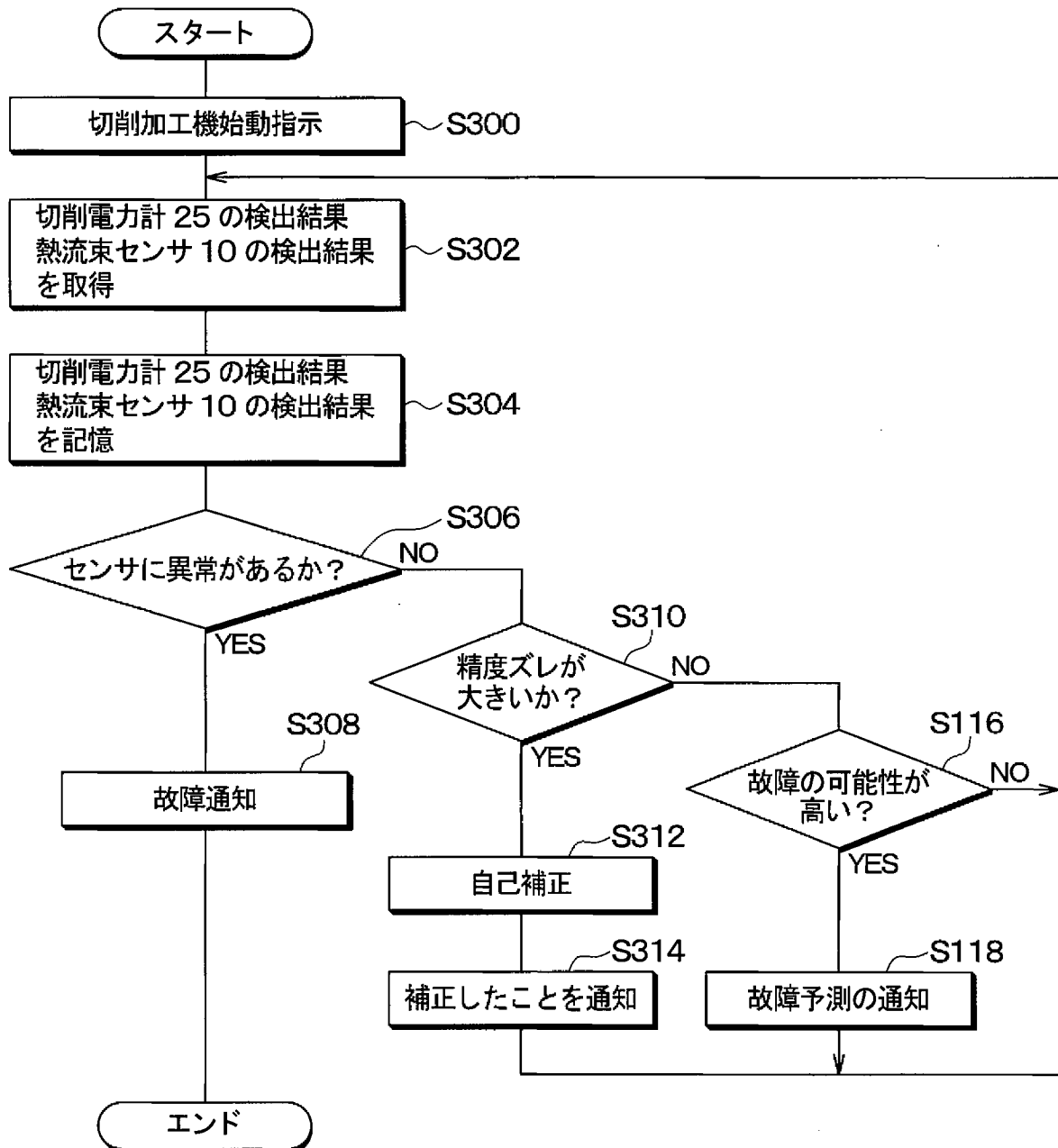
[図17]



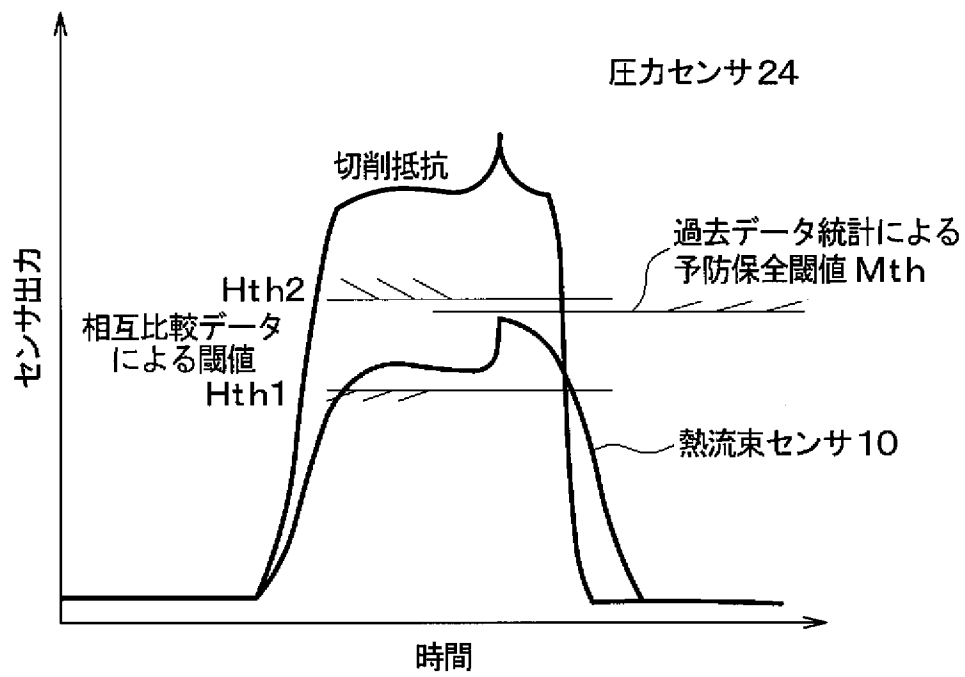
[図18]



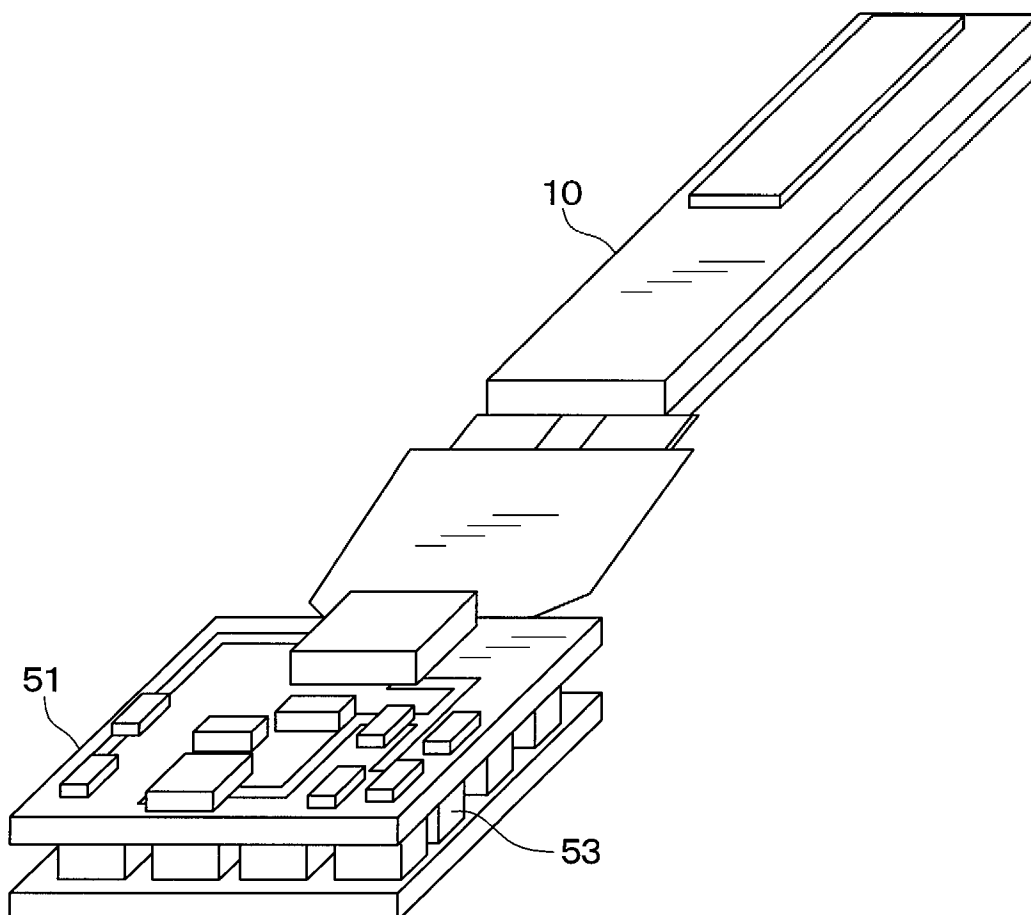
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K19/00(2006.01)i, G01K17/20(2006.01)i, G01D21/02(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)

G01K1/00-19/00, G01D18/00-21/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y A	JP 2012-18045 A (Yamatake Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), entire text; fig. 1 (Family: none)	1 10-12 2-9
Y	JP 2015-77658 A (Kobe Steel, Ltd.), 23 April 2015 (23.04.2015), entire text; fig. 1 & US 2016/0303698 A1 entire text; fig. 1 & WO 2015/056495 A1 & DE 112014004780 T & TW 201519990 A & CN 105612027 A & KR 10-2016-0068944 A	10,11

☒ 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
27 December 2016 (27.12.16)

Date of mailing of the international search report
10 January 2017 (10.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/080316

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-215403 A (Panasonic Corp.), 08 November 2012 (08.11.2012), paragraph [0018]; fig. 1, 4 (Family: none)	12
A	JP 2006-350707 A (Hitachi, Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; all drawings & US 2006/0287806 A1 entire text; all drawings & EP 1734342 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01K19/00(2006.01)i, G01K17/20(2006.01)i, G01D21/02(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（IPC））

Int.Cl. G01K1/00-19/00, G01D18/00-21/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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）

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
X Y A	JP 2012-18045 A（株式会社山武）2012.01.26, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1 10-12 2-9
Y	JP 2015-77658 A（株式会社神戸製鋼所）2015.04.23, 全文, 図1 & US 2016/0303698 A1, 全文, 図1 & WO 2015/056495 A1 & DE 112014004780 T & TW 201519990 A & CN 105612027 A & KR 10-2016-0068944 A	10, 11

☒ 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

「A」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
「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
「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）
「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

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.12.2016

国際調査報告の発送日

10.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

平野 真樹

2 F

4631

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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 2012-215403 A (パナソニック株式会社) 2012. 11. 08, 段落[0018], 図1, 4 (ファミリーなし)	12
A	JP 2006-350707 A (株式会社日立製作所) 2006. 12. 28, 全文, 全図 & US 2006/0287806 A1, 全文, 全図 & EP 1734342 A1	1-12