(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
2020年8月20日(20.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/166407 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)　　*G05B 13/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/003914

(22) 国際出願日：　2020年2月3日(03.02.2020)

(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 2019-026006　2019年2月15日(15.02.2019)　JP

(71) 出願人：オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]；〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

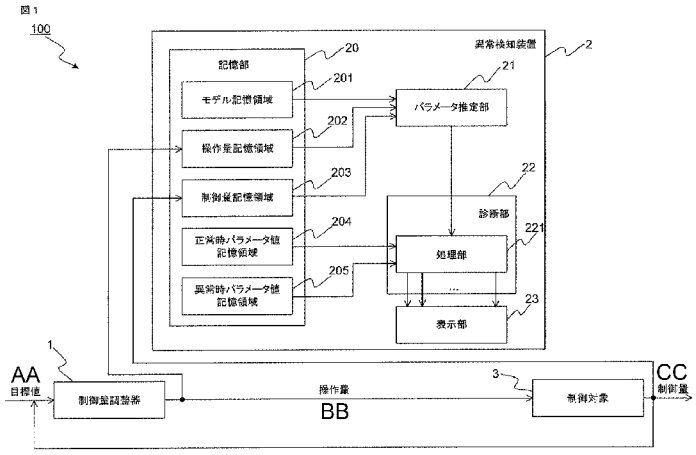
(72) 発明者：津端 創(**TSUBATA, Hajime**)；〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
田中 均(**TANAKA, Hitoshi**)；〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
山田 隆章(**YAMADA, Takaaki**)；〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人：山尾 憲人，外 (**YAMAO, Norihito** et al.)；〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** ANOMALY DETECTING SYSTEM, ANOMALY DETECTING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 異常検知システム、異常検知方法およびプログラム



1 Control amount adjuster
2 Anomaly detecting device
3 Control object
20 Storage unit
21 Parameter estimation unit
22 Diagnosing unit
23 Display unit
201 Model storage area
202 Operation amount storage area
203 Control amount storage area
204 Normal-time parameter value storage area
205 Anomalous-time parameter value storage area
221 Processing unit
AA Target value
BB Operation amount
CC Control amount

(57) **Abstract:** This anomaly detecting system is provided with: a storage unit for storing a model to be controlled, n parameters in the model, parameter values when the model to be controlled is normal, and m types of parameter values when anomalous; a parameter value estimating unit which measures a control amount in a predetermined measurement period and estimates parameter values during measurement; and a diagnosing unit including a processing unit. The processing unit: in an n-dimensional parameter space, positions normal points corresponding to the parameter values when normal and m anomalous mode points respectively corresponding to the m types of parameter values when anomalous and associated with a cause of anomaly; positions measurement points corresponding to the parameter values during measurement; sets measurement vectors moving from the normal points to the measurement points, and respective anomalous mode point vectors moving from the normal points to the respective anomalous mode points; and evaluates the rate of contribution of the measurement vectors to the respective anomalous mode point vectors. The diagnosing unit diagnoses the degree of anomaly for each cause on the basis of the contribution rate.

WO 2020/166407 A1

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, 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, 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, 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, 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：制御対象のモデルと、モデルにおけるｎ個のパラメータと、制御対象の正常時におけるパラメータ値と、異常時におけるｍ種類のパラメータ値とを記憶する記憶部と、所定の計測期間において制御量を計測し、計測時のパラメータ値を推定するパラメータ値推定部と、ｎ次元パラメータ空間で、正常時におけるパラメータ値に対応する正常点と、異常時におけるｍ種類のパラメータ値にそれぞれ対応し、異常の原因と関係付けられたｍ個の異常モード点とを位置付けると共に、計測時のパラメータ値に対応する計測点を位置付け、正常点から計測点へ向かう計測ベクトルと、正常点から各異常モード点へ向かう各異常モード点ベクトルとを設定し、計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価する処理部を有し、寄与率に基づいて異常の度合いを原因ごとに診断する診断部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 異常検知システム、異常検知方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、制御対象のシステムパラメータを同定し、当該システムパラメータの変動から異常原因を判定する異常検知システム、異常検知方法およびプログラムの技術に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、装置を制御する分野、特に産業機器の制御を行う分野においては、例えばフィードバック制御を行うことにより、装置に対して入力する制御器の操作量を装置の制御量に応じて調整し、その結果、装置の制御量を目標へと近づけるという制御が行われている。

[0003] 以上のような制御において、装置に何らかの異常が発生した場合に、異常の検知を行う技術が提案されている。例えば、特許文献１においては、制御器の操作量および装置の制御量に基づいて、それらの関係について一つ以上のパラメータを設定した制御対象のモデルを作成する。さらに、特許文献１では、当該制御対象のモデルにおける正常時のパラメータ値に閾値を設け、パラメータ値の閾値を元に測定時の異常を検知する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第４０６２０８９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、前記制御対象のモデルにおける正常時のパラメータ値に設けられた閾値は、異常の原因との相関関係が考慮されていないため、異常であると検知されても、ユーザはどのような原因で異常が発生しているのかを判断できず、効率的な対処をしづらいという課題があった。

[0006] そこで、本開示は、上記課題を解決し、制御対象の異常の原因を容易に推

定することのできる異常検知システム、異常検知方法およびプログラム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] 上記課題を解決するため、本開示の一実施形態に係る異常検知システムは、

制御量調整器が出力する操作量と、制御対象が出力する制御量とに基づいて、当該制御対象のモデルのパラメータを推定し、当該パラメータに基づいて前記制御対象の異常を検知する異常検知システムであって、

前記制御対象のモデルと、前記制御対象のモデルにおけるｎ個（ｎは正の整数）のパラメータと、前記制御対象の正常時におけるパラメータ値と、前記制御対象の異常時におけるｍ種類（ｍは正の整数）のパラメータ値とを記憶する記憶部と、

所定の計測期間において前記制御量を計測し、計測時のパラメータ値を推定するパラメータ値推定部と、

ｎ次元パラメータ空間で、前記正常時におけるパラメータ値に対応する正常点と、前記異常時におけるｍ種類のパラメータ値にそれぞれ対応し、前記異常の原因と関係付けられたｍ個の異常モード点とを座標で表す（以後、位置付けると称する）とともに、前記計測時のパラメータ値に対応する計測点を位置付け、前記正常点から前記計測点へ向かう計測ベクトルと、前記正常点から各異常モード点へ向かう各異常モード点ベクトルとを設定し、前記計測ベクトルの前記各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価する処理部を有し、前記寄与率に基づいて、異常の度合いを前記原因ごとに診断する診断部と、を備える。

[0008] 上記構成によれば、各異常モード点は、異常時におけるパラメータ値に対応しており、かつ、異常の原因と関係付けられているので、計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率は、原因ごとの異常の度合いを表すことになる。したがって、処理部により計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価することで、診断部により寄与率に基づく異常の度合いが

原因ごとに診断される。

[0009] 一実施形態に係る異常検知システムにおいて、前記モデルは、計測した制御量及び操作量に基づき決定される伝達関数であってもよく、前記パラメータは、伝達関数の分子多項式及び分母多項式の係数であってもよい。上記構成によれば、前記モデルは、伝達関数として適切に推定することができる。

[0010] また、一実施形態に係る異常検知システムにおいて、前記モデルは、計測した制御量及び操作量に基づき決定される伝達関数であってもよく、前記パラメータは、伝達関数の分子多項式及び分母多項式の根、又は根の逆数を用いてもよい。上記構成によれば、前記モデルは、伝達関数として別の方法で適切に推定することができる。

[0011] さらに、一実施形態に係る異常検知システムの前記処理部において、前記計測ベクトルと前記各異常モード点ベクトルとのなす角の余弦を算出することで前記寄与率を評価してもよい。上記構成によれば、前記計測ベクトルを各異常モード点ベクトルへ射影することにより、前記計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率が求められる。

[0012] また、一実施形態に係る異常検知システムの前記処理部において、前記計測ベクトルを前記各異常モード点ベクトルで分解することで前記寄与率を評価してもよい。上記構成によれば、前記計測ベクトルを各異常モード点ベクトルで分解することにより、前記計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率が求められる。

[0013] 加えて、一実施形態に係る異常検知システムの前記処理部において、ｎ次元パラメータ空間で、前記異常の度合いの許容範囲の外郭を、前記寄与率が一定となる前記パラメータの閾値ラインとして設定し、前記診断部は、前記許容範囲に前記計測点が存在するか否かに応じて異常を判定する判定部を備えていてもよい。上記構成によれば、前記判定部は、前記処理部により評価される前記寄与率が、前記閾値ライン上または前記閾値ラインを超えているか否かで異常を判定する。したがって、単に異常の発生が検知されるだけでなく、どの原因によるものであるかが推定される。

[0014] そして、一実施形態に係る異常検知システムにおいて、前記処理部は、前記各異常モード点ベクトルの長さをＶｒｅｆとし、前記正常点からの正常の範囲に含まれる代表点のベクトルの長さをＶｒｅｐとし、所定の係数をｋとして、前記異常の度合いの許容範囲の外郭である閾値Ｖｔｈを以下の式により算出し、

Ｖｔｈ＝（Ｖｒｅｆ－Ｖｒｅｐ）×ｋ＋Ｖｒｅｐ

前記診断部は、前記許容範囲に前記計測点が存在するか否かに応じて異常を判定する判定部を備えていてもよい。上記構成によれば、閾値を、各異常モード点に達する前のパラメータ値に設定でき、異常が発生する可能性が高いこと、および当該異常がどの原因によるものであるかが推定される。

[0015] 上記課題を解決するため、本開示の一実施形態に係る異常検知方法は、

制御量調整器が出力する操作量と、制御対象が出力する制御量とに基づいて、当該制御対象のモデルのパラメータを推定し、当該パラメータに基づいて前記制御対象の異常を検知する異常検知方法であって、

前記制御対象のモデルと、前記制御対象のモデルにおけるｎ個（ｎは正の整数）のパラメータと、前記制御対象の正常時におけるパラメータ値と、前記制御対象の異常時におけるｍ種類（ｍは正の整数）のパラメータ値とを記憶部に記憶させるステップと、

パラメータ値推定部により、所定の計測期間において計測した前記制御量に基づいて、計測時のパラメータ値を推定するステップと、

処理部により、ｎ次元パラメータ空間で、前記正常時におけるパラメータ値に対応する正常点と、前記異常時におけるｍ種類のパラメータ値にそれぞれ対応し、前記異常の原因と関係付けられたｍ個の異常モード点とを位置付けるとともに、前記現在のパラメータ値に対応する計測点を位置付けるステップと、

前記処理部により、前記正常点から前記計測点へ向かう計測ベクトルと、前記正常点から各異常モード点へ向かう各異常モード点ベクトルとを設定するステップと、

前記処理部により、前記計測ベクトルの前記各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価するステップと、

診断部により、前記寄与率に基づいて、異常の度合いを前記原因ごとに診断するステップと、を備える。

[0016] 上記構成によれば、各異常モード点は、異常時におけるパラメータ値に対応しており、かつ、異常の原因と関係付けられているので、計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率は、原因ごとの異常の度合いを表すことになる。したがって、処理部により計測ベクトルの各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価することで、診断部により寄与率に基づく異常の度合いが原因ごとに診断される。

[0017] 上記課題を解決するため、本開示の一実施形態は、上記異常検知方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現される。本開示のプログラムをコンピュータに実行させることによって、上記異常検知方法が実施される。

発明の効果

[0018] 本開示によれば、制御対象の異常の原因を容易に推定することのできる異常検知システム、異常検知方法およびプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本開示の実施形態１における異常検知システムの概略構成を示すブロック図である。

[図2]時間経過に対する制御量の変化の一例を示す図である。

[図3]時間経過に対する操作量の変化の一例を示す図である。

[図4]実施形態１におけるベクトル化処理を説明するための図である。

[図5]異常検知システムの動作例を示すフローチャートである。

[図6]（Ａ）は各パラメータ値の数値例を示す図、（Ｂ）は各ベクトルの数値例を示す図である。

[図7]図６（Ａ）のパラメータ値を２次元パラメータに示したグラフである。

[図8]計測ベクトルのヒータ劣化寄与率およびセンサゆるみ寄与率を算出した

結果を示す図である。

[図9]実施形態２におけるベクトル化処理を説明するための図である。

[図10]図６（Ｂ）に示した各ベクトルに基づいて計測ベクトルのヒータ劣化寄与率およびセンサゆるみ寄与率を算出した結果を示す図である。

[図11]実施形態３における異常検知システムの概略構成を示すブロック図である。

[図12]計測ベクトルをヒータ劣化ベクトル等に対して射影することにより寄与率を算出する場合のヒータ劣化とセンサゆるみの許容範囲の一例を示す図である。

[図13]計測ベクトルをセンサゆるみベクトルの成分とヒータ劣化ベクトルの成分との合成によって表現し寄与率を算出する場合のヒータ劣化とセンサゆるみの許容範囲の一例を示す図である。

[図14]実施形態４において２次元パラメータ空間に３種類の異常の原因のパラメータ値をプロットした例を示す図である。

[図15]実施形態４において３次元パラメータ空間に３種類の異常モード点のパラメータ値をプロットした例を示す図である。

[図16]実施形態４において３次元パメータ空間に３種類の異常モード点のパラメータ値をプロットした他の例を示す図である。

[図17]実施形態５における閾値の決定方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0020] 本開示の異常検知システムの実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。

[0021] （実施形態１）

まず、本開示の異常検知システムの実施形態１について図１ないし図８を参照しつつ説明する。

[0022] ＜異常検知システム１００の概略構成＞

図１は、実施形態１における異常検知システム１００の概略構成を示すブロック図である。図１に示すように、異常検知システム１００は、制御量調

整器１、異常検知装置２、および制御対象３を備えている。

[0023] 制御量調整器１と制御対象３とにより構成される制御システムは、制御対象をフィードバック制御する制御システムである。フィードバック制御は、制御対象３の制御量に基づいて決定される操作量を制御対象３に入力することによって、制御対象３の制御量を目標値に近づける制御である。

[0024] 制御量調整器１は、制御対象３の制御量、当該制御量の目標値、および制御パラメータに基づいて、制御対象３に入力される操作量を決定する。制御パラメータは、フィードバック制御に用いられるパラメータであり、本実施形態においては、例えば、ＰＩＤ（Ｐｒｏｐｏｒｔｉｏｎａｌ－Ｉｎｔｅｇｒａｌ－Ｄｅｒｉｖａｔｉｖｅ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）制御における制御パラメータが用いられる。制御パラメータとしては、比例ゲインや積分ゲイン、微分ゲイン、積分時間、微分時間などが挙げられる。制御パラメータは、制御対象３の特性を示すプロセスゲイン、むだ時間、時定数などの特性情報に基づいて適切に決定される。制御量調整器１の一例としては、温度調節器が挙げられる。

[0025] 制御対象３は、フィードバック制御により制御可能な装置等である。制御対象３の例としては、制御量調整器１として温度調節器を用いた場合には、加熱することができるヒータ、ヒータによって加熱される被加熱物、および被加熱物を測温することができる温度センサを含む装置が考えられる。

[0026] 異常検知装置２は、記憶部２０、パラメータ推定部２１、診断部２２、および表示部２３を備えている。

[0027] 記憶部２０は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などの記憶装置により構成される。記憶部２０は、モデル記憶領域２０１、操作量記憶領域２０２、制御量記憶領域２０３、正常時パラメータ値記憶領域２０４、および異常時パラメータ値記憶領域２０５を備えている。モデル記憶領域２０１には、制御対象３のモデル、および当該モデルにおけるｎ個（ｎは正の整数）のパラメータが記憶される。制御対象３のモデルおよびパラメータの詳細については後述する。操作量記憶領域２０２には、制御量調整器１の測定さ

れた操作量が記憶される。制御量記憶領域２０３には、制御対象３の測定された制御量が記憶される。正常時パラメータ値記憶領域２０４には、制御対象３が正常に動作している状態における前記モデルのパラメータ値（以下、正常時パラメータ値とする。）が記憶される。異常時パラメータ値記憶領域２０５には、制御対象３に何らかの異常が生じている状態における前記モデルのｍ種類（ｍは正の整数）のパラメータ値（以下、異常時パラメータ値とする。）が記憶される。

[0028] パラメータ推定部２１は、ＣＰＵ等から構成される。パラメータ推定部２１は、モデル記憶領域２０１に記憶された制御対象３のモデルと、操作量記憶領域２０２に記憶された所定時の操作量と、制御量記憶領域２０３に記憶された所定時の制御量とに基づいて、前記モデルにおける所定時のパラメータ値を推定する。制御量調整器１の操作量の所定時における測定と、制御対象３の制御量の所定時における測定は、パラメータ推定部２１により行ってもよいし、図示を省略する制御部により行ってもよい。

[0029] 診断部２２は、ＣＰＵ等から構成される。診断部２２は、処理部２２１を備えている。処理部２２１は、各パラメータ値のベクトル化処理を行う。ベクトル化処理の対象となる、各パラメータ値には、正常時パラメータ値記憶領域２０４に記憶された正常時における制御対象３のモデルのパラメータ値、異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶された異常時における制御対象３のモデルのｍ種類のパラメータ値が含まれる。また、各パラメータ値には、パラメータ推定部２１により推定される所定時のパラメータ値も含まれる。処理部２２１におけるベクトル化処理の詳細については後述する。

[0030] 診断部２２は、処理部２２１によるベクトル化処理の結果に基づいて、制御対象３における異常度合いの判定を行う。制御対象３における異常度合いの判定の詳細については後述する。

[0031] 表示部２３は、液晶ディスプレイ等により構成され、診断部２２によって判定された制御対象３の異常度合いに関する情報を表示する。

[0032] ＜制御対象３のモデル＞

次に、制御対象３のモデルについて、図２および図３を参照しつつ説明する。図２は、時間経過に対する制御量の変化の一例を示す図である。図３は、時間経過に対する操作量の変化の一例を示す図である。

[0033] 制御量調整器１は、ある目標値が入力されると、制御対象３の制御量を前記目標値へ変化させるように、制御対象３を操作する操作量を出力する装置である。制御対象３は、制御量調整器１より入力される操作量に基づいて、制御量を変化させて出力する。また、制御対象３は、制御量を制御量調整器１にフィードバックする構成となっている。そのため、制御量調整器１は、制御量の変化に基づいて、制御量を目標値へ変化させるために、出力する操作量を適切に変化させることができる。

[0034] 一例として、制御量調整器１を温度調節器として用い、制御対象３として、加熱することができるヒータ、ヒータによって加熱される被加熱物、および被加熱物を測温することができる温度センサを含む装置（以下、加熱装置とする。）を用いた場合を考える。この場合には、目標値は目標とする被加熱物の温度であり、操作量はヒータの使用量である。また、制御量は温度センサによって測温された被加熱物の温度である。

[0035] 図２における時間軸と図３における時間軸は互いに対応している。図２および図３に示すように、０～ｔ１までの制御量が低い期間においては操作量は大きいが、ｔ１～ｔ２のように制御量が大きくなるにつれて、すなわち制御量が目標値に近づくにつれて、操作量は小さくなることが分かる。

[0036] 操作量をＵ（ｓ）、制御量をＹ（ｓ）、目標値と制御量との差である偏差をＥ（ｓ）、制御量調整器１の伝達関数をＣ（ｓ）、制御対象３の伝達関数をＧ（ｓ）とすると、操作量Ｕ（ｓ）と制御量Ｙ（ｓ）と偏差Ｅ（ｓ）との関係は、下記（数１）及び（数２）のように表すことができる。

[0037] [数1]

$$U(s) = C(s) \cdot E(s)$$

[0038] [数2]

$$Y(s) = G(s) \cdot U(s) = G(s) \cdot C(s) \cdot E(s)$$

[0039] 伝達関数Ｃ（ｓ）は、目標値とフィードバックされる制御量Ｙ（ｓ）との差である偏差Ｅ（ｓ）を入力とし、操作量Ｕ（ｓ）を出力とした場合、制御対象３の特性を考慮した上で、偏差Ｅ（ｓ）がゼロになるように（目標値と制御量が一致するように）決定される。伝達関数Ｇ（ｓ）は、操作量Ｕ（ｓ）を入力とし、制御量Ｙ（ｓ）を出力とした場合、操作量Ｕ（ｓ）に応じてＹ（ｓ）を変化させる。つまり、偏差Ｅ（ｓ）がゼロになるように伝達関数Ｃ（ｓ）によって操作量Ｕ（ｓ）が計算され、その操作量Ｕ（ｓ）が伝達関数Ｇ（ｓ）に入力されることで制御量Ｙ（ｓ）が目標値に近づく仕組みとなっている。ここで、伝達関数Ｇ（ｓ）は、操作量Ｕ（ｓ）を入力として有し、制御量Ｙ（ｓ）を出力として有する伝達関数であることから、制御対象３のモデルと考えることができる。

[0040] このような伝達関数、つまり、制御対象３のモデルは、下記（数３）に示すような数式で表すことができる。なお、下記（数３）において、K_a、T_bはそれぞれ伝達関数のパラメータであり、K_aはシステムゲイン、T_bは時定数である。また、ａは０以上の整数、ｂは正の整数、ｓはラプラス演算子である。

[0041] [数3]

$$\frac{K_0+K_1s\cdots+K_{a-1}s^{a-1}+K_as^a}{1+T_1s\cdots+T_{b-1}s^{b-1}+T_bs^b}$$

[0042] また、（数３）は、（数４）のように変形することもできる。ここで、分母多項式、分子多項式の根、又は根の逆数となるようなd_a、c_bは、それぞれ伝達関数のパラメータであり、上述のK_a、T_bの代わりに用いることができる。

[0043] [数4]

$$\frac{K_0+K_1s+\cdots+K_{a-1}s^{a-1}+K_as^a}{1+T_1s+\cdots+T_{b-1}s^{b-1}+T_bs^b}=\frac{K_0(1+d_1s)\cdots(1+d_{a-1}s)(1+d_as)}{(1+c_1s)\cdots(1+c_{b-1}s)(1+c_bs)}$$

[0044] 本実施形態では、簡略化のため、（数３）においてａ＝０、ｂ＝１とした場合の下記（数５）に示す伝達関数を制御対象３のモデルとして採用した例

について説明する。

[0045] [数5]

$$\frac{K_0}{1+T_1 s}$$

[0046] ＜パラメータ値の取得および記憶＞

次に、本実施形態の異常検知システム１００におけるパラメータ値の取得および記憶について説明する。まず、制御対象３が正常な状態において制御量調整器１の操作量および制御対象３の制御量を測定する。次に、測定した操作量および制御量に基づいて、上述した（数５）のモデルにおける、正常な状態のパラメータ値（K_0、T_1）をそれぞれ取得する。前記モデルは、記憶部２０のモデル記憶領域２０１に記憶させ、取得した正常な状態の各パラメータ値は、記憶部２０の正常時パラメータ値記憶領域２０４に記憶させておく。

[0047] 本実施形態では、一例として、パラメータはK_0とT_1の２個で説明しているが、採用するモデルによっては、ｎ個（ｎは正の整数）のパラメータを取得して正常時パラメータ値記憶領域２０４に記憶させてもよい。例えば、上述した（数３）のモデルの場合には、ｎ＝ａ＋ｂ＋１となる。

[0048] 次に、制御対象３において何らかの異常が発生した場合のパラメータ値を取得して、記憶部２０の異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶させておく。制御量調整器１を温度調節器として用い、制御対象３を加熱装置とした態様では、例えば、温度調節器および加熱装置への電源投入から所定期間内に目標温度に達しない場合に異常が発生したと判定する。

[0049] 異常の原因としては様々なものが考えられるが、本実施形態では、一例として、ヒータ劣化が原因となって異常が発生した場合と、センサのゆるみが原因となって異常が発生した場合に、異常発生時のパラメータ値を取得して異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶させておく。

[0050] このように異常の原因と当該異常発生時のパラメータ値との相関関係が予めわかっていれば、毎回の使用時における電源投入から所定期間内に推定されるパラメータ値と、異常発生時のパラメータ値との関係から、異常の原因

を推定することが可能となる。電源投入から所定期間は、例えば図２および図３に示す時刻０から時刻ｔ２までの期間であり、以下の説明では、計測期間とする、

[0051] 本実施形態では、異常の原因をヒータ劣化とセンサのゆるみの２種類としたが、さらに多くの異常の原因が特定できる場合には、それぞれの原因と異常発生時のパラメータ値とを記憶させておけばよい。

[0052] ＜ベクトル化処理＞

本実施形態においては、異常発生時のパラメータ値と、毎回の使用時において推定されるパラメータ値とについてベクトル化処理を行うことにより、異常の原因の推定を行う。以下、本実施形態におけるベクトル化処理について説明する。

[0053] 図４は本実施形態におけるベクトル化処理を説明するための図である。図４において、縦軸を制御対象３のパラメータの一つであるシステムゲインK_0とし、横軸をもう一つのパラメータである時定数T_1とした２次元パラメータ空間を示している。制御量調整器１を温度調節器として用い、制御対象３を加熱装置とした態様では、システムゲインK_0の単位は、偏差を、目標温度［℃］に対する目標温度［℃］と制御量（温度［℃］）との差の割合［％］で表した場合、［℃／％］となる。また、時定数T_1の単位は、［秒（ｓ）］となる。

[0054] 図４において点Ａ０は、記憶部２０の正常時パラメータ値記憶領域２０４に記憶された正常時のパラメータ値を２次元パラメータ空間にプロットした点であり、以下の説明ではこの点を正常点とする。

[0055] 図４において点Ａ１は、記憶部２０の異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶されたヒータ劣化が原因となった異常発生時のパラメータ値を２次元パラメータ空間にプロットした点であり、以下の説明ではこの点をヒータ劣化の異常モード点とする。

[0056] 図４において点Ａ２は、記憶部２０の異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶されたセンサのゆるみが原因となった異常発生時のパラメータ値を２

次元パラメータ空間にプロットした点であり、以下の説明ではこの点をセンサゆるみの異常モード点とする。

[0057] 図４において点Ｂは、計測期間において計測された操作量と制御量に基づいて推定されたパラメータ値を２次元パラメータ空間にプロットした点であり、以下の説明ではこの点を計測点とする。

[0058] ヒータ劣化の異常モード点Ａ１およびセンサゆるみの異常モード点Ａ２は、それぞれの原因で異常が発生した場合に、正常点Ａ０からパラメータ値がどのように変化するかを表している。同様に、計測点Ｂは、正常点Ａ０からのパラメータ値の変化量を表している。したがって、ヒータ劣化の異常モード点Ａ１、センサゆるみの異常モード点Ａ２、および計測点Ｂのパラメータ値は、正常点Ａ０を起点としたベクトルと考えることができる。

[0059] 以下の説明では、正常点Ａ０を起点としたヒータ劣化の異常モード点Ａ１のベクトルをヒータ劣化ベクトルＡ１とし、正常点Ａ０を起点としたセンサゆるみの異常モード点Ａ２のベクトルをセンサゆるみベクトルＡ２とする。また、正常点Ａ０を起点とした計測点Ｂのベクトルを計測ベクトルＢとする。

[0060] 本実施形態では、計測ベクトルＢが、ヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２に対して、それぞれどの程度関係しているかを判断するために、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率を算出する。

[0061] 寄与率を算出するにあたっては、計測ベクトルＢをヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２に対して射影し、射影したベクトルのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２に対する比率を算出する。

[0062] 以下、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率の算出方法を数式に基づいて説明する。

[0063] まず、正常点Ａ０のパラメータ値を（T_{1A0}，K_{0A0}）とし、ヒータ劣化の異常モード点Ａ１のパラメータ値を（T_{1A1}，K_{0A1}）とすると、ヒータ劣化

ベクトルＡ１は以下のように表される。

[0064] [数6]

$$\overrightarrow{A1} = (T_{1A1} - T_{1A0},\ K_{0A1} - K_{0A0})$$

[0065] 次に、センサゆるみの異常モード点Ａ２のパラメータ値を（T_{1A2}，K_{0A2}）とすると、センサゆるみベクトルＡ２は以下のように表される。

[0066] [数7]

$$\overrightarrow{A2} = (T_{1A2} - T_{1A0},\ K_{0A2} - K_{0A0})$$

[0067] また、計測点Ｂのパラメータ値を（T_{1B}，K_{0B}）とすると、計測ベクトルＢは以下のように表される。

[0068] [数8]

$$\vec{B} = (T_{1B} - T_{1A0},\ K_{0B} - K_{0A0}),$$

[0069] なお、以下の説明では、正常点Ａ０のパラメータ値（T_{1A0}，K_{0A0}）を、説明の簡略化のために（０，０）とする。

[0070] 次に、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１の射影ベクトルB_{A1}は以下のように表される。

[0071] [数9]

$$\overrightarrow{B_{A1}} = w1 \times \overrightarrow{A1}$$

[0072] ここで、ｗ１は計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１への寄与率であり、寄与率ｗ１は、以下のように表される。

[0073] [数10]

$$w1 = \frac{|\overrightarrow{B_{A1}}|}{|\overrightarrow{A1}|}$$

[0074] ヒータ劣化ベクトルＡ１の大きさは、以下のように表される。

[0075] [数11]

$$|\overrightarrow{A1}| = \sqrt{{T_{1A1}}^2 + {K_{0A1}}^2}$$

[0076] 射影ベクトルB_{A1}の大きさは、射影ベクトルB_{A1}と計測ベクトルＢとのなす角αの余弦と、計測ベクトルＢの大きさとから、以下の式で表すことがで

きる。

[0077] [数12]

$$|\overrightarrow{B_{A1}}| = |\vec{B}|\cos\alpha$$

[0078] また、ヒータ劣化ベクトルＡ１と計測ベクトルＢの内積は以下の式で表すことができる。

[0079] [数13]

$$\overrightarrow{A1} \cdot \vec{B} = |\overrightarrow{A1}||\vec{B}|\cos\alpha$$

[0080] したがって、上記（数１２）および（数１３）の式、並びに上記（数１０）より、寄与率ｗ１は、以下のようにして求めることができる。

[0081] [数14]

$$w1 = \frac{\overrightarrow{A1} \cdot \vec{B}}{|\overrightarrow{A1}|^2} = \frac{T_{1A1} \times T_{1B} + K_{0A1} \times K_{0B}}{{T_{1A1}}^2 + {K_{0A1}}^2}$$

[0082] 同様に、計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２の射影ベクトルB_{A2}は以下のように表される。

[0083] [数15]

$$\overrightarrow{B_{A2}} = w2 \times \overrightarrow{A2}$$

[0084] ここで、ｗ２は計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率であり、寄与率ｗ２は、以下のように表される。

[0085] [数16]

$$w2 = \frac{|\overrightarrow{B_{A2}}|}{|\overrightarrow{A2}|}$$

[0086] センサゆるみベクトルＡ２の大きさは、以下のように表される。

[0087] [数17]

$$|\overrightarrow{A2}| = \sqrt{{T_{1A2}}^2 + {K_{0A2}}^2}$$

[0088] 射影ベクトルB_{A2}の大きさは、射影ベクトルB_{A2}と計測ベクトルＢとのなす角βの余弦と、計測ベクトルＢの大きさとから、以下の式で表すことができる。

[0089] [数18]

$$|\overrightarrow{B_{A2}}| = |\vec{B}|\cos\beta$$

[0090] また、センサゆるみベクトルＡ２と計測ベクトルＢの内積は以下の式で表すことができる。

[0091] [数19]

$$\overrightarrow{A2} \cdot \vec{B} = |\overrightarrow{A2}||\vec{B}|\cos\beta$$

[0092] したがって、上記（数１８）および（数１９）の式、並びに上記（数１６）より、寄与率ｗ２は、以下のようにして求めることができる。

[0093] [数20]

$$w2 = \frac{\overrightarrow{A2} \cdot \vec{B}}{|\overrightarrow{A2}|^2} = \frac{T_{1A2} \times T_{1B} + K_{0A2} \times K_{0B}}{{T_{1A2}}^2 + {K_{0A2}}^2}$$

[0094] 上述した（数１４）の式および（数２０）の式から明らかなように、計測点Ｂのパラメータ値がわかれば、ヒータ劣化の異常モード点Ａ１およびセンサゆるみの異常モード点Ａ２のパラメータ値に基づいて、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率を算出することができる。

[0095] 本実施形態では、（数１４）の式および（数２０）の式がプログラムとして記憶部２０に記憶されている。処理部２２１は、前記プログラムにしたがって、制御対象３の測定される制御量、正常時パラメータ値、および異常時パラメータ値に基づいて、上述した寄与率の算出を行う。

[0096] 表示部２３は、上述のように算出した寄与率を表示させる。ユーザは、表示部２３に表示される寄与率を見ることにより、異常が発生しているか否か、あるいは異常が発生する可能性が高いか否かを判断することができる。また、ユーザは、異常の発生または異常の発生の可能性が、どのような原因に起因しているのかを推定することができる。

[0097] ＜動作例＞

次に、本実施形態における異常検知システム１００の動作例について、図５のフローチャートを参照しつつ説明する。図５は、本実施形態における異

常検知システム１００の動作例を示すフローチャートである。

[0098] 上述したように、本実施形態の異常検知システム１００においては、予めヒータ劣化の異常モード点Ａ１およびセンサゆるみの異常モード点Ａ２のパラメータ値を記憶部２０の異常時パラメータ値記憶領域２０５に記憶させておく。また、正常点Ａ０のパラメータ値を記憶部２０の正常時パラメータ値記憶領域２０４に記憶させておく。

[0099] また、本実施形態の異常検知システム１００においては、上述したベクトル化処理を予め行い、（数１４）の式および（数２０）の式をプログラムとして記憶部２０に記憶させておく。

[0100] まず、本実施形態の異常検知システム１００に電源が投入されると、診断部２２の処理部２２１は、計測期間において制御対象３の制御量を計測する（図５：Ｓ１０）。次に、処理部２２１は、制御対象３の制御量、制御量調整器１の操作量、および制御量調整器１の目標値に基づいて、計測点Ｂのパラメータ値を算出する（図５：Ｓ２０）。

[0101] 処理部２２１は、（数１４）の式および（数２０）の式に基づいて、それぞれの寄与率を算出する（図５：Ｓ３０）。

[0102] 表示部２３は、算出された寄与率を表示させる（図５：Ｓ４０）。以上のように、本実施形態においては、異常検知システム１００に電源が投入されるごとに、図５に示す動作が行われ、寄与率の算出と表示が行われる。

[0103] ＜数値例＞

次に、本実施形態の数値例の一つについて図６ないし図８を参照しつつ説明する。図６（Ａ）は、各パラメータ値（システムゲインK_0，時定数T_1）の数値例を示す図である。図６（Ａ）のＮｏ．１～Ｎｏ．３は、それぞれ正常点、ヒータ劣化の異常モード点、センサゆるみの異常モード点のパラメータ値を示している。Ｎｏ．４～Ｎｏ．８は、温度調節器としての制御量調整器１、および加熱装置としての制御対象３に電源投入として起動させる動作を５回行い、それぞれの計測期間の所定タイミングで計測した計測点１～計測点５のパラメータ値を示している。

[0104] 図６（Ｂ）は、各ベクトルの数値例を示す図である。図６（Ｂ）のＮｏ．２およびＮｏ．３は、それぞれヒータ劣化ベクトル、およびセンサゆるみベクトルの値を示している。Ｎｏ．４～Ｎｏ．８は、計測点１～計測点５に対応する計測ベクトル１～計測ベクトル５の値を示している。

[0105] 図７は、図６（Ａ）のパラメータ値を２次元パラメータに示したグラフである。図８は、上述した（数１４）の式および（数２０）の式から、計測ベクトル１～計測ベクトル５のヒータ劣化寄与率およびセンサゆるみ寄与率を算出した結果を示す図である。

[0106] 図８に示すように、計測ベクトル１については、ヒータ劣化寄与率が４０％であるが、センサゆるみ寄与率は１１０％であり、センサゆるみベクトルに対する寄与率が１００％を超えている。したがって、異常発生の原因がセンサゆるみにあると推定することが可能となる。

[0107] また、図８に示すように、計測ベクトル２については、ヒータ劣化寄与率が４４％、センサゆるみ寄与率が８９％であり、ヒータ劣化およびセンサゆるみについては許容範囲であることがわかる。しかし、センサゆるみ寄与率は１００％に近づいており、センサゆるみについてのメンテナンスが必要であると判断することも可能となる。

[0108] さらに、図８に示すように、計測ベクトル５については、ヒータ劣化寄与率が４８％、センサゆるみ寄与率が８５％であり、ヒータ劣化およびセンサゆるみについては許容範囲であることがわかる。しかし、ヒータ劣化寄与率は５０％に近づいており、ヒータ劣化についてのメンテナンスが必要であると判断することも可能となる。

[0109] 以上のように、本実施形態によれば、制御対象３となる装置に単に何らかの異常が発生しているか否かだけではなく、異常を発生させる複数の原因についての可能性を提示することができる。また、制御対象３となる装置の特性をパラメータ化できるので、装置の経年変化だけでなく、同じ構成の装置の特性差を明確にすることができる。

[0110] （実施形態２）

次に、本発明の実施形態２について図９および図１０を参照しつつ説明する。実施形態１においては、計測ベクトルＢをヒータ劣化ベクトルＡ１等に対して射影し、射影したベクトルのヒータ劣化ベクトルＡ１等に対する比率を算出することにより、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１等への寄与率を算出した。しかしながら、本実施形態においては、計測ベクトルＢを、センサゆるみベクトルＡ２の成分とヒータ劣化ベクトルＡ１の成分との合成によって表現し、それぞれの成分を寄与率として算出するところが実施形態１と異なっている。

[0111] 以下、本実施形態における計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率の算出方法を数式に基づいて説明する。図９は、実施形態２におけるベクトル化処理を説明するための図である。

[0112] 本実施形態においても、正常点Ａ０のパラメータ値は（T_{1A0}，K_{0A0}）とし、ヒータ劣化の異常モード点Ａ１のパラメータ値は（T_{1A1}，K_{0A1}）とする。また、センサゆるみの異常モード点Ａ２のパラメータ値は（T_{1A2}，K_{0A2}）とする。ヒータ劣化ベクトルＡ１は、実施形態１の（数６）に示すように表され、センサゆるみベクトルＡ２は実施形態１の（数７）に示すように表される。また、計測点Ｂのパラメータ値についても、実施形態１と同様に（T_{1B}，K_{0B}）とし、計測ベクトルＢは実施形態１の（数８）に示すように表される。

[0113] なお、以下の説明では、正常点Ａ０のパラメータ値（T_{1A0}，K_{0A0}）を、説明の簡略化のために（０，０）とする。

[0114] 本実施形態では、まず、図９に示すように、計測ベクトルＢを、センサゆるみベクトルＡ２における成分ベクトルB_{A2}と、ヒータ劣化ベクトルＡ１における成分ベクトルB_{A1}とに分解する。センサゆるみベクトルＡ２における成分ベクトルB_{A2}は、以下のように表される。

[0115] [数21]

$$\overrightarrow{B_{A2}} = w2 \times \overrightarrow{A2}$$

[0116] ｗ２は計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率であり、寄与率ｗ２は、以下のように表される。

[0117] [数22]

$$w2 = \frac{|\overrightarrow{B_{A2}}|}{|\overrightarrow{A2}|}$$

[0118] 一方、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１における成分ベクトルB_{A1}は以下のように表される。

[0119] [数23]

$$\overrightarrow{B_{A1}} = w1 \times \overrightarrow{A1}$$

[0120] ｗ１は計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１への寄与率であり、寄与率ｗ１は、以下のように表される。

[0121] [数24]

$$w1 = \frac{|\overrightarrow{B_{A1}}|}{|\overrightarrow{A1}|}$$

[0122] 計測ベクトルＢは、センサゆるみベクトルＡ２における成分ベクトルB_{A2}と、ヒータ劣化ベクトルＡ１における成分ベクトルB_{A1}とにより、以下のように表される。

[0123] [数25]

$$\vec{B} = \overrightarrow{B_{A1}} + \overrightarrow{B_{A2}} = w1 \times \overrightarrow{B_{A1}} + w2 \times \overrightarrow{B_{A2}}$$

[0124] 上記（数２５）の式は、以下のように表すことができる。

[0125] [数26]

$$\vec{B} = (w1, w2)\begin{pmatrix}\overrightarrow{B_{A1}} \\ \overrightarrow{B_{A2}}\end{pmatrix} = (w1, w2)\begin{pmatrix}T_{1A1} & K_{0A1} \\ T_{1A2} & K_{0A2}\end{pmatrix}$$

[0126] したがって、上記（数２６）より、寄与率（ｗ１，ｗ２）は以下のように表すことができる。

[0127] [数27]

$$(w_1, w_2) = \vec{B}\begin{pmatrix}T_{1A1} & K_{0A1} \\ T_{1A2} & K_{0A2}\end{pmatrix}^{-1}$$

[0128] また、上記（数２７）の右辺は、以下のように表すことができる。

[0129] [数28]

$$\vec{B}\begin{pmatrix} T_{1A1} & K_{0A1} \\ T_{1A2} & K_{0A2} \end{pmatrix}^{-1} = (T_{1B},\ K_{0B})\begin{pmatrix} T_{1A1} & K_{0A1} \\ T_{1A2} & K_{0A2} \end{pmatrix}^{-1}$$

$$= (T_{1B},\ K_{0B})\frac{1}{T_{1A1}\times K_{0A2} - T_{1A2}\times K_{0A1}}\begin{pmatrix} K_{0A2} & -K_{0A1} \\ -T_{1A2} & T_{1A1} \end{pmatrix}$$

$$= \left(\frac{T_{1B}\times K_{0A2} - K_{0B}\times T_{1A2}}{T_{1A1}\times K_{0A2} - T_{1A2}\times K_{0A1}}, \frac{-T_{1B}\times K_{0A1} + K_{0B}\times T_{1A1}}{T_{1A1}\times K_{0A2} - T_{1A2}\times K_{0A1}}\right)$$

[0130] したがって、寄与率（ｗ１，ｗ２）は以下のように表すことができる。

[0131] [数29]

$$(w_1,\ w_2) = \left(\frac{T_{1B}\times K_{0A2} - K_{0B}\times T_{1A2}}{T_{1A1}\times K_{0A2} - T_{1A2}\times K_{0A1}}, \frac{-T_{1B}\times K_{0A1} + K_{0B}\times T_{1A1}}{T_{1A1}\times K_{0A2} - T_{1A2}\times K_{0A1}}\right)$$

[0132] このように、計測点Ｂのパラメータ値がわかれば、ヒータ劣化およびセンサゆるみの各異常モード点Ａ１，Ａ２のパラメータ値に基づいてベクトル化処理を行い、各ベクトルに基づいて計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率を算出することができる。

[0133] 本実施形態では、（数２９）の式がプログラムとして記憶部２０に記憶されている。処理部２２１は、前記プログラムにしたがって、制御対象３の測定される制御量、正常時パラメータ値、および異常時パラメータ値に基づいて、上述した寄与率の算出を行う。

[0134] 表示部２３は、上述のように算出した寄与率を表示させる。ユーザは、表示部２３に表示される寄与率を見ることにより、異常が発生しているか否か、あるいは異常が発生する可能性が高いか否かを判断することができる。また、ユーザは、異常の発生または異常の発生の可能性が、どのような原因に起因しているのかを推定することができる。

[0135] ＜数値例＞

次に、本実施形態の数値例の一つについて図１０を参照しつつ説明する。なお、各パラメータ値（システムゲインK_0，時定数T_1）および各ベクトルの数値例は、実施形態１における図６（Ａ），（Ｂ）と同じ数値例を用いる。

[0136] 図１０は、図６（Ｂ）に示した各ベクトルに基づいて、上記（数２９）の

式から計測ベクトル１～計測ベクトル５のヒータ劣化寄与率およびセンサゆるみ寄与率を算出した結果を示す図である。

[0137] 図１０に示すように、計測ベクトル１については、ヒータ劣化寄与率が１８％であるが、センサゆるみ寄与率は１１０％であり、センサゆるみベクトルに対する寄与率が１００％を超えている。したがって、異常発生の原因がセンサゆるみにあると推定することが可能となる。

[0138] また、図１０に示すように、計測ベクトル４については、ヒータ劣化寄与率が２６％、センサゆるみ寄与率が９２％であり、ヒータ劣化およびセンサゆるみについては許容範囲であることがわかる。しかし、センサゆるみ寄与率は１００％に近づいており、センサゆるみについてのメンテナンスが必要であると判断することも可能となる。

[0139] 以上のように、本実施形態によれば、制御対象３となる装置に単に何らかの異常が発生しているか否かだけではなく、異常を発生させる複数の原因についての可能性を提示することができる。また、制御対象３となる装置の特性をパラメータ化できるので、装置の経年変化だけでなく、同じ構成の装置の特性差を明確にすることができる。

[0140] （実施形態３）

次に、本発明の実施形態３について図１１ないし図１３を参照しつつ説明する。図１１は、実施形態３における異常検知システム１００の概略構成を示すブロック図である。図１１に示すように、異常検知システム１００は、診断部２２が閾値判定部２２２を備えているところが上述した実施形態と異なる。また、記憶部２０は、閾値記憶領域２０６を備えているところが上述した実施形態と異なる。

[0141] 上述した実施形態では、診断部２２の処理部２２１において、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１およびセンサゆるみベクトルＡ２への寄与率を算出し、表示部２３に寄与率を出力する態様について説明した。一方、本実施形態は、処理部２２１から出力される寄与率に予め閾値を設定しておき、閾値を超えた場合に異常が発生したと判定するところが上述した実施形態

と異なる。

[0142] 記憶部２０の閾値記憶領域２０６には、予め設定したヒータ劣化の閾値と、センサゆるみの閾値を記憶させておく。閾値は、パラメータ値のデータ列として記憶させてもよいし、一次関数として記憶させてもよい。

[0143] 閾値判定部２２２は、処理部２２１において算出された前記寄与率と、閾値記憶領域２０６に記憶された閾値とを比較することにより、異常が発生しているか否かを判定する。表示部２３は、判定の結果を表示する。

[0144] 図１２は、実施形態１で説明した計測ベクトルＢをヒータ劣化ベクトルＡ１等に対して射影することにより計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１等への寄与率を算出する場合のヒータ劣化とセンサゆるみの許容範囲の一例を示す図である。

[0145] 図１２においては、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１に対する寄与率が１００％となる閾値ラインＴｈ１、計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が１００％となる閾値ラインＴｈ２が示されている。また、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１に対する寄与率が－１００％となる閾値ラインＴｈ３、計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が－１００％となる閾値ラインＴｈ４が示されている。

[0146] 図１２に示す例では、閾値ラインＴｈ１から閾値ラインＴｈ３までの範囲をヒータ劣化の許容範囲とし、閾値ラインＴｈ２から閾値ラインＴｈ４までの範囲をセンサゆるみの許容範囲としている。したがって、本実施形態では、閾値判定部２２２は、閾値ラインＴｈ１，Ｔｈ２，Ｔｈ３，Ｔｈ４により囲まれる領域（各閾値ライン上を含まず）に計測点Ｂが入る場合には、異常なしと判定する。また、閾値判定部２２２は、閾値ラインＴｈ１，Ｔｈ２，Ｔｈ３，Ｔｈ４および各閾値ライン外の領域に計測点Ｂが入る場合には、異常ありと判定する。

[0147] 閾値ラインＴｈ１，Ｔｈ２，Ｔｈ３，Ｔｈ４は、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１またはセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が１００％または－１００％になるラインとして設定されている。したがって、計測

ベクトルＢがこれらの閾値ライン上にある場合、あるいは、これらの閾値ラインを超えた場合であっても、ヒータ劣化ベクトルＡ１とセンサゆるみベクトルＡ２のいずれか一方に対する寄与率だけでなく、他方に対する寄与率も明らかになる。その結果、本実施形態は、パラメータ値であるシステムゲインK_0と時定数T_1の所定値を閾値としてそれぞれを独立して判断する場合に比べて、異常の発生原因を適切に推定することができる。

[0148] 図１３は、実施形態２で説明した計測ベクトルＢを、センサゆるみベクトルＡ２の成分とヒータ劣化ベクトルＡ１の成分との合成によって表現し、それぞれの成分を寄与率として算出する場合のヒータ劣化とセンサゆるみの許容範囲の一例を示す図である。

[0149] 図１３においては、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１に対する寄与率が１００％となる閾値ラインＴｈ５、計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が１００％となる閾値ラインＴｈ６が示されている。また、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１に対する寄与率が－１００％となる閾値ラインＴｈ７、計測ベクトルＢのセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が－１００％となる閾値ラインＴｈ８が示されている。

[0150] 図１３に示す例では、閾値ラインＴｈ５から閾値ラインＴｈ７までの範囲をヒータ劣化の許容範囲とし、閾値ラインＴｈ６から閾値ラインＴｈ８までの範囲をセンサゆるみの許容範囲としている。したがって、本実施形態では、閾値判定部２２２は、閾値ラインＴｈ５，Ｔｈ６，Ｔｈ７，Ｔｈ８により囲まれる領域（各閾値ライン上を含まず）に計測点Ｂが入る場合には、異常なしと判定する。また、閾値判定部２２２は、閾値ラインＴｈ５，Ｔｈ６，Ｔｈ７，Ｔｈ８および各閾値ライン外の領域に計測点Ｂが入る場合には、異常ありと判定する。

[0151] 閾値ラインＴｈ５，Ｔｈ６，Ｔｈ７，Ｔｈ８は、計測ベクトルＢのヒータ劣化ベクトルＡ１またはセンサゆるみベクトルＡ２に対する寄与率が１００％または－１００％になるラインとして設定されている。したがって、計測ベクトルＢがこれらの閾値ライン上にある場合、あるいは、これらの閾値ラ

インを超えた場合であっても、ヒータ劣化ベクトルＡ１とセンサゆるみベクトルＡ２のいずれか一方に対する寄与率だけでなく、他方に対する寄与率も明らかになる。その結果、本実施形態は、パラメータ値であるシステムゲインK_0と時定数T_1の所定値を閾値としてそれぞれを独立して判断する場合に比べて、異常の発生原因を適切に推定することができる。

[0152] 図１２と図１３に例示したように、寄与率の算出方式によって、ヒータ劣化とセンサゆるみの許容範囲としてそれぞれ異なる許容範囲を設定し得る。ユーザは使用目的に応じて、実施形態１で説明した寄与率の算出方式（以下、第１の方式とする）、若しくは実施形態２で説明した寄与率の算出方式（以下、第２の方式とする）、またはその両方を選択してもよい。

[0153] 第１の方式と第２の方式には、それぞれ利点および欠点がある。第１の方式の利点は、異常の原因となる要素の数に制限がないことである。パラメータの数、すなわちｎ次元空間における次元数ｎに関わりなく、異常の原因となる要素として複数の要素を設定することができる。第１の方式の欠点は、パラメータの変化が直交しない原因により異常が同時発生すると、何を検知しているのは分からないことである。

[0154] これに対して、第２の方式の利点は、パラメータの変化が直交しない原因により異常が同時発生しても、異常の発生を検知できることである。第２の方式の欠点は、異常の原因となる要素の数が、パラメータの次元数、すなわちｎ次元空間における次元数ｎ以下の種類しか設定できないことである。例えば、上述した実施形態のように、パラメータがK_0、T_1の２次元である場合には、２種類までの原因による異常しか検出できない。

[0155] したがって、ユーザは、使用目的や状況に応じて、寄与率の算出方式を適宜選択することが好ましい。

[0156] （実施形態４）

次に、本発明の実施形態４について図１４および図１５を参照しつつ説明する。図１４は、本実施形態において２次元パラメータ空間に３種類の異常の原因のパラメータ値をプロットした例を示す図である。

[0157] 本実施形態では、パラメータの数が２個、すなわち２次元空間において、異常モード点の数が３個の場合において、第１の方式によって寄与率を算出する。

[0158] 図１４において、正常点Ａ０、および異常モード点Ａ１，Ａ２、ならびに計測点Ｂのパラメータ値は、上述した実施形態と同様である。図１４においては、ヒータ劣化、およびセンサゆるみ以外の３番目の要素が原因となって異常が発生した場合の異常モード点Ａ３がプロットされている。

[0159] このような場合でも、計測ベクトルＢの異常モードベクトルＡ３の射影ベクトルB_{A3}を実施形態１で説明した方法で求め、計測ベクトルＢの異常モードベクトルＡ３に対する寄与率を求めることができる。このように、第１の方式を用いると、異常モード点の数がパラメータの数より多くても、寄与率を算出することができる。

[0160] 図１５は、本実施形態において、３次元パラメータ空間に３種類の異常モード点のパラメータ値をプロットした例を示す図である。図１５に示す例では、パラメータの数が３個、すなわち３次元空間において、異常モード点の数が３個の場合に、第１の方式によって寄与率を算出する。パラメータの数が３個となるモデルとしては、例えば以下の（数３０）で表されるモデルが考えられる。

[0161] [数30]

$$\frac{K_0}{1+T_1 s+T_2 s^2}$$

[0162] 図１５にて示すように、モデルのパラメータ数が増えたとしても、実施形態１において説明した方法により、寄与率を算出することができる。また、詳細は図示しないが、この実施形態の場合、異常モード点の数がモデルのパラメータ数を超えていないため、第２の方式によっても、寄与率の算出は可能である。

[0163] 図１６は、本実施形態において３次元パメータ空間に３種類の異常モード点のパラメータ値をプロットした他の例を示す図である。図１６に示す例で

は、パラメータの数が３個、すなわち３次元空間において、異常モード点の数が３個の場合に、第２の方式によって寄与率を算出する。この場合においても、パラメータの数が３個となるモデルとしては、上述した（数３０）で表されるモデルが考えられる。当然、これらの上記されているパラメータ数、異常モードの数およびモデルは例示的なものであり、上記に限定されない。

[0164] （実施形態５）

次に、本開示に係る実施形態５について図１７を参照しつつ説明する。図１７は、本実施形態における閾値の決定方法を説明するための図である。上述した実施形態においては、ヒータ劣化およびセンサゆるみの異常モード点のパラメータ値を、それぞれヒータ劣化およびセンサゆるみの許容範囲の閾値とした態様について説明した。しかし、本実施形態においては、以下の（数３１）に示す数式を用いて許容範囲の閾値を設定するところが上述した実施形態と異なる。

[0165] [数31]

$$Vth = (Vref - Vrep) \times k + Vrep$$

[0166] 上記（数３１）の数式において、Ｖｒｅｆは、図１７に示すように、正常点を基準とした異常モード点のベクトルの長さであり、Ｖｒｅｐは、図１７に示すように、正常点を基準とした正常の範囲に含まれる代表点のベクトルの長さである。代表点は、正常な状態でパラメータ値を複数回計測し、計測された正常点のパラメータ値の標準偏差σに基づいた３σとなる値を使用してもよいし、計測された正常点のパラメータ値の最大値を使用してもよい。また、前回計測したパラメータ値を正常点としてもよいし、現時点からＰ回前（Ｐは正の整数）までのパラメータ値の移動平均を使用してもよい。係数ｋは、予め設定された係数である。

[0167] 上記（数３１）の数式および図１７に示すように、閾値Ｖｔｈは、異常モード点のベクトルの長さＶｒｅｆと代表点のベクトルの長さＶｒｅｐの差分に係数ｋを掛けたものと、代表点のベクトルの長さＶｒｅｐとを加算するこ

とにより求められる。

[0168] このようにして異常の発生原因となるヒータ劣化等の許容範囲の閾値を決定することにより、異常発生前に、異常を発生させる可能性が高いヒータ劣化等の原因を適切に推定することができる。

[0169] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良及び設計上の変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0170] 以上のように、本開示に係る技術によれば、制御対象の異常を検知し、発生している異常の原因を推測することができ、その結果、ユーザは制御対象の異常に効率的に対応できるようになる。

符号の説明

[0171] １ 制御量調整器

２ 異常検知装置

３ 制御対象

２０ 記憶部

２１ パラメータ推定部

２２ 診断部

２３ 表示部

１００ 異常検知システム

２０１ モデル記憶領域

２０２ 操作量記憶領域

２０３ 制御量記憶領域

２０４ 正常時パラメータ値記憶領域

２０５ 異常時パラメータ値記憶領域

２２１ 処理部

請求の範囲

[請求項1] 制御量調整器が出力する操作量と、制御対象が出力する制御量とに基づいて、当該制御対象のモデルのパラメータを推定し、当該パラメータに基づいて前記制御対象の異常を検知する異常検知システムであって、

前記制御対象のモデルと、前記制御対象のモデルにおけるｎ個（ｎは正の整数）のパラメータと、前記制御対象の正常時におけるパラメータ値と、前記制御対象の異常時におけるｍ種類（ｍは正の整数）のパラメータ値とを記憶する記憶部と、

所定の計測期間において前記制御量を計測し、計測時のパラメータ値を推定するパラメータ値推定部と、

ｎ次元パラメータ空間で、前記正常時におけるパラメータ値に対応する正常点と、前記異常時におけるｍ種類のパラメータ値にそれぞれ対応し、前記異常の原因と関係付けられたｍ個の異常モード点とを位置付けるとともに、前記計測時のパラメータ値に対応する計測点を位置付け、前記正常点から前記計測点へ向かう計測ベクトルと、前記正常点から各異常モード点へ向かう各異常モード点ベクトルとを設定し、前記計測ベクトルの前記各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価する処理部を有し、前記寄与率に基づいて、異常の度合いを前記原因ごとに診断する診断部と、を備える、

異常検知システム。

[請求項2] 前記モデルは、計測した制御量及び操作量に基づき決定される伝達関数であり、前記パラメータは、伝達関数の分子多項式及び分母多項式の係数であることを特徴とする、

請求項１に記載の異常検知システム。

[請求項3] 前記モデルは、計測した制御量及び操作量に基づき決定される伝達関数であり、前記パラメータは、伝達関数の分子多項式及び分母多項式の根、又は根の逆数を用いることを特徴とする、

請求項１に記載の異常検知システム。

[請求項4] 前記処理部は、前記計測ベクトルと前記各異常モード点ベクトルとのなす角の余弦を算出することで前記寄与率を評価する、

請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の異常検知システム。

[請求項5] 前記処理部は、前記計測ベクトルを前記各異常モード点ベクトルで分解することで前記寄与率を評価する、

請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の異常検知システム。

[請求項6] 前記処理部は、ｎ次元パラメータ空間で、前記異常の度合いの許容範囲の外郭を、前記寄与率が一定となる前記パラメータの閾値ラインとして設定し、

前記診断部は、前記許容範囲に前記計測点が存在するか否かに応じて異常を判定する判定部を備える、

請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の異常検知システム。

[請求項7] 前記処理部は、前記各異常モード点ベクトルの長さをＶｒｅｆとし、前記正常点からの正常の範囲に含まれる代表点のベクトルの長さをＶｒｅｐとし、所定の係数をｋとして、前記異常の度合いの許容範囲の外郭である閾値Ｖｔｈを以下の式により算出し、

Ｖｔｈ＝（Ｖｒｅｆ－Ｖｒｅｐ）×ｋ＋Ｖｒｅｐ

前記診断部は、前記許容範囲に前記計測点が存在するか否かに応じて異常を判定する判定部を備える、

請求項６に記載の異常検知システム。

[請求項8] 制御量調整器が出力する操作量と、制御対象が出力する制御量とに基づいて、当該制御対象のモデルのパラメータを推定し、当該パラメータに基づいて前記制御対象の異常を検知する異常検知方法であって、

前記制御対象のモデルと、前記制御対象のモデルにおけるｎ個（ｎは正の整数）のパラメータと、前記制御対象の正常時におけるパラメータ値と、前記制御対象の異常時におけるｍ種類（ｍは正の整数）の

パラメータ値とを記憶部に記憶させるステップと、

パラメータ値推定部により、所定の計測期間において計測した前記制御量に基づいて、計測時のパラメータ値を推定するステップと、

処理部により、ｎ次元パラメータ空間で、前記正常時におけるパラメータ値に対応する正常点と、前記異常時におけるｍ種類のパラメータ値にそれぞれ対応し、前記異常の原因と関係付けられたｍ個の異常モード点とを位置付けるとともに、前記現在のパラメータ値に対応する計測点を位置付けるステップと、

前記処理部により、前記正常点から前記計測点へ向かう計測ベクトルと、前記正常点から各異常モード点へ向かう各異常モード点ベクトルとを設定するステップと、

前記処理部により、前記計測ベクトルの前記各異常モード点ベクトルへの寄与率を評価するステップと、

診断部により、前記寄与率に基づいて、異常の度合いを前記原因ごとに診断するステップと、を備える、

異常検知方法。

[請求項9] 請求項８に記載の異常検知方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[図1]

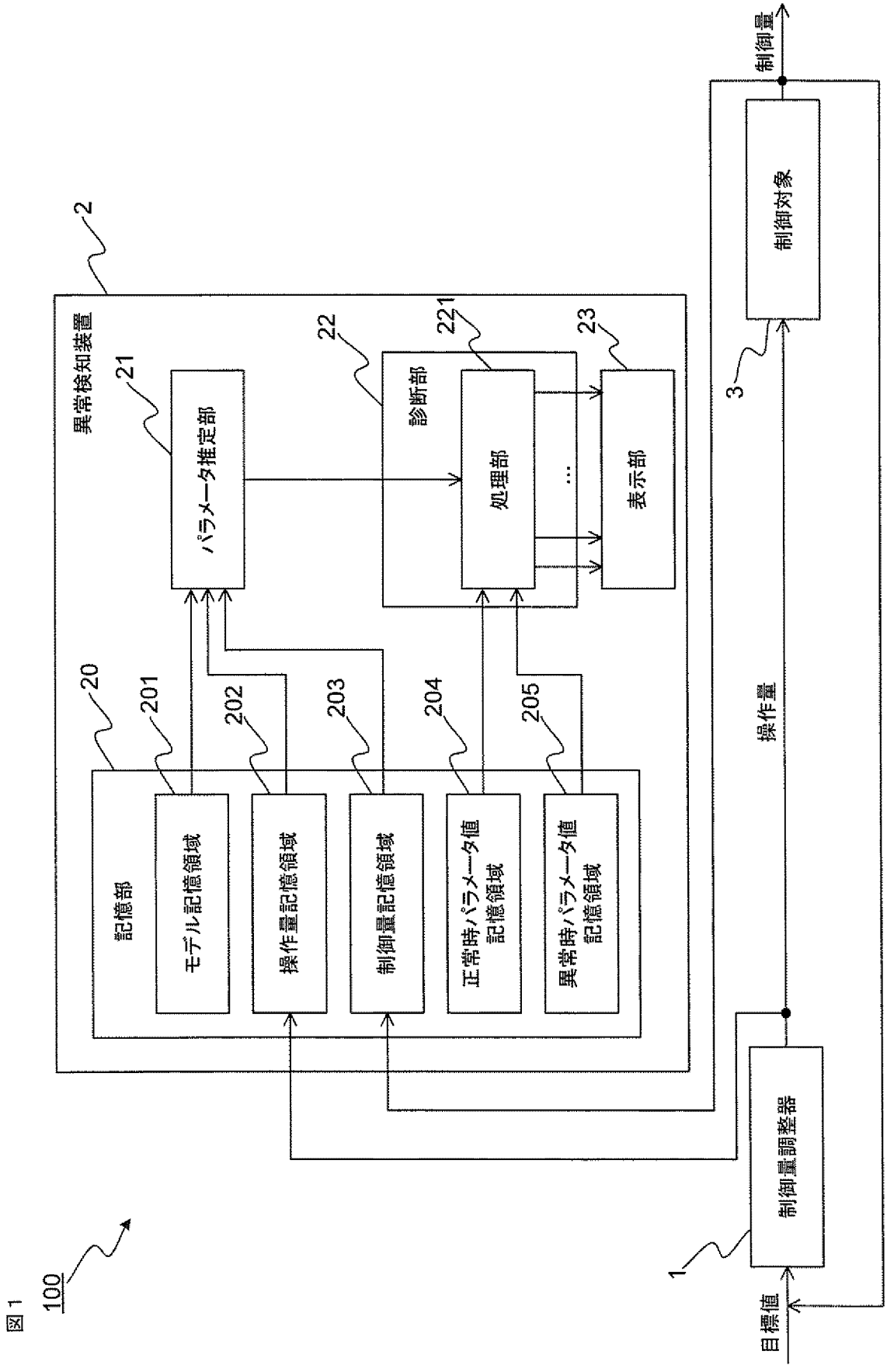
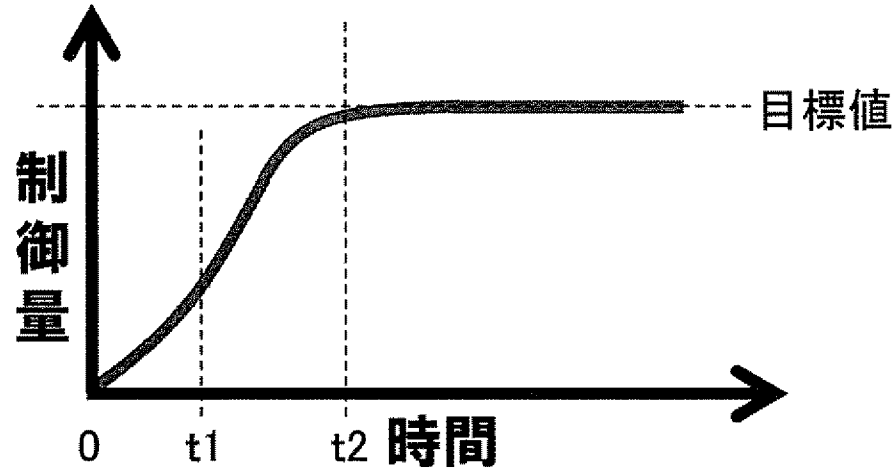

100
2
異常検知装置
21
パラメータ推定部
22
診断部
221
処理部
23
表示部
20
記憶部
201
モデル記憶領域
202
操作量記憶領域
203
制御量記憶領域
204
正常時パラメータ値
記憶領域
205
異常時パラメータ値
記憶領域
1
制御量調整器
3
制御対象
制御量
操作量
目標値

図1

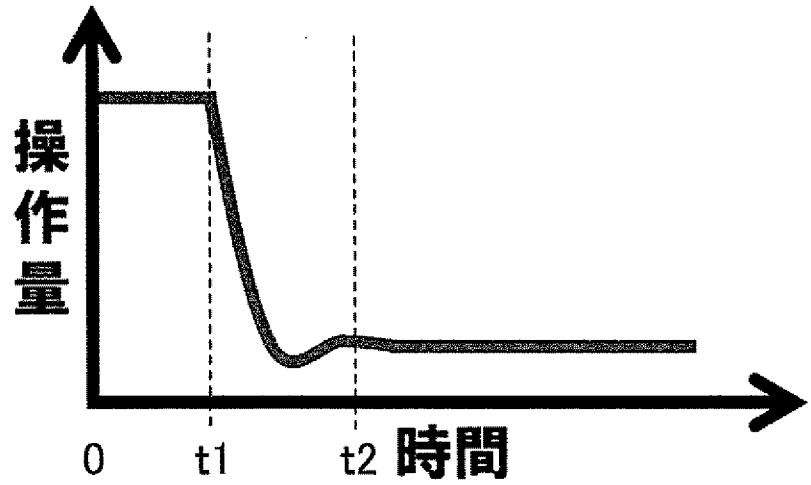
[図2]

図２



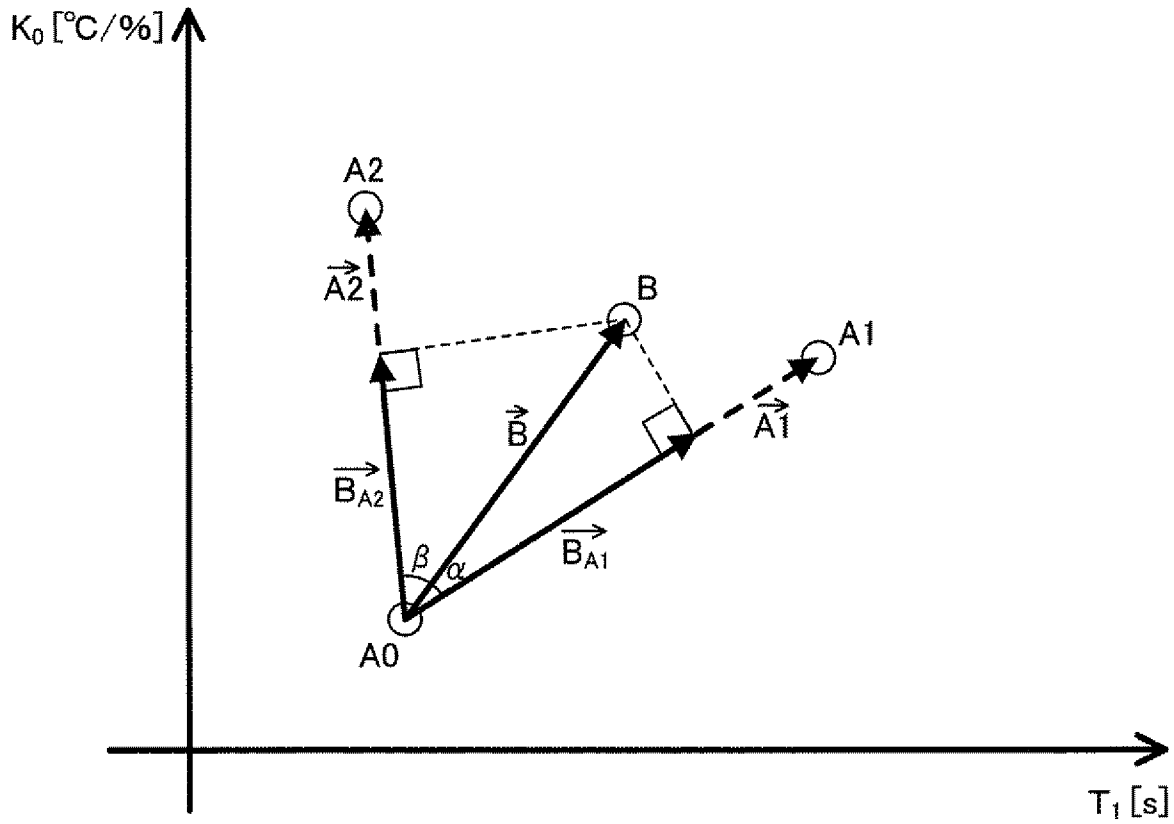
[図3]

図３



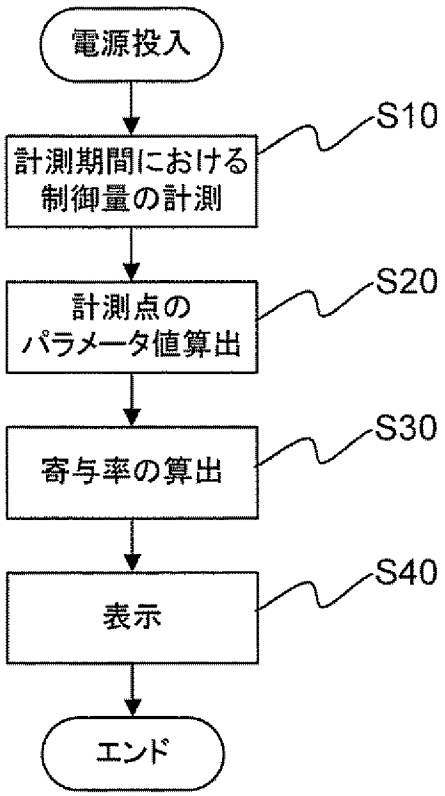
[図4]

図４


K0 [℃/%]
A2
A2
B
A1
B
A1
BA2
BA1
β
α
A0
T1 [s]

[図5]

図５


電源投入
S10
計測期間における制御量の計測
S20
計測点のパラメータ値算出
S30
寄与率の算出
S40
表示
エンド

[図6]

図６

No.	ラベル	システムゲイン	時定数
1	正常点	10.5	325
2	ヒータ劣化の異常モード点	8.0	325
3	センサゆるみの異常モード点	10.0	611
4	計測点1	9.5	640
5	計測点2	9.4	580
6	計測点3	9.6	578
7	計測点4	9.4	587
8	計測点5	9.4	569

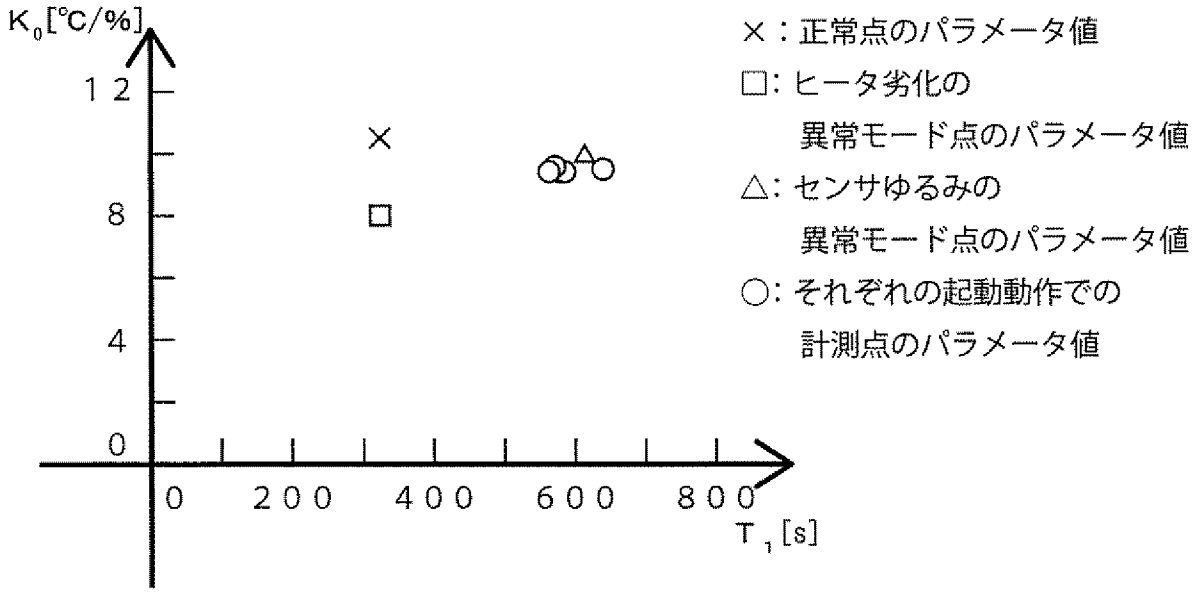
（A）

No.	ラベル	システムゲイン	時定数
1	－	－	－
2	ヒータ劣化ベクトル	−2.5	0.0
3	センサゆるみベクトル	−0.5	285.8
4	計測ベクトル1	−1.0	314.7
5	計測ベクトル2	−1.1	255.2
6	計測ベクトル3	−0.9	252.8
7	計測ベクトル4	−1.1	262.1
8	計測ベクトル5	−1.2	244.3

（B）

[図7]

図７



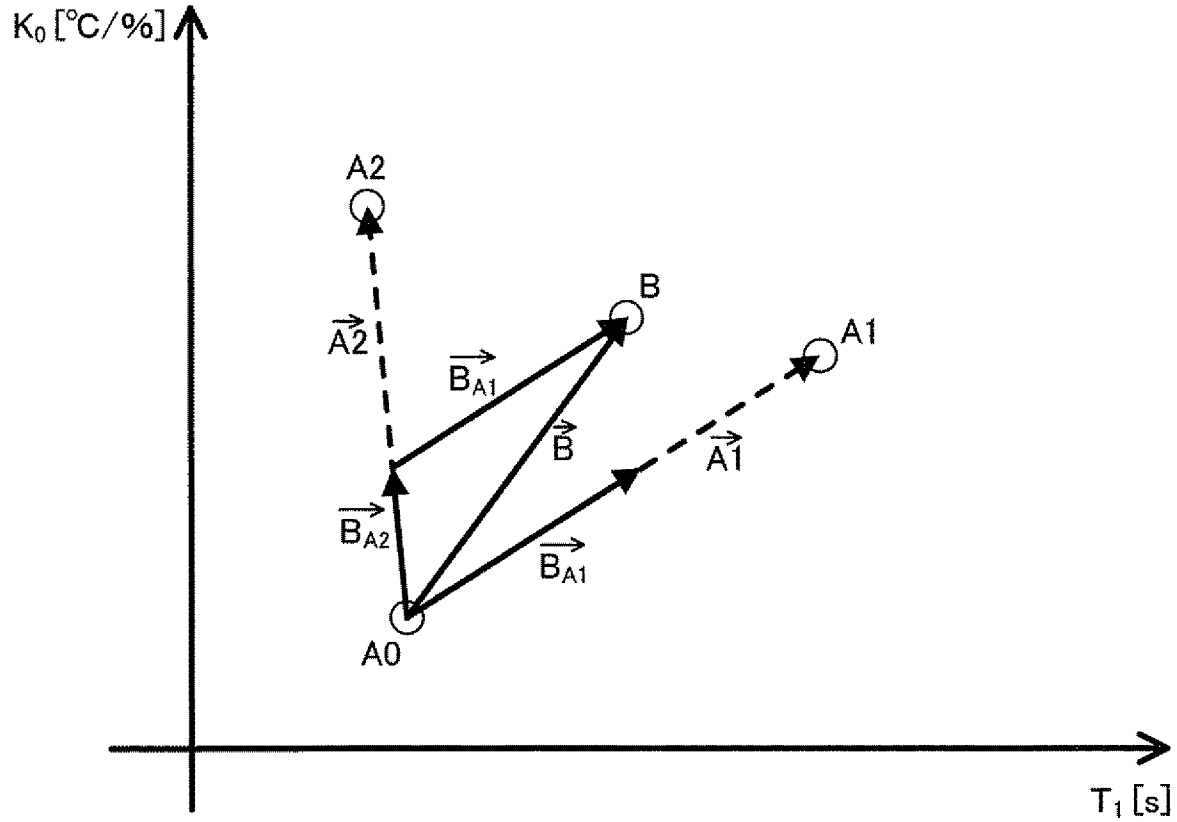
[図8]

図８

ラベル	ヒータ劣化寄与率	センサゆるみ寄与率
計測ベクトル1	40%	110%
計測ベクトル2	44%	89%
計測ベクトル3	36%	88%
計測ベクトル4	44%	92%
計測ベクトル5	48%	85%

[図9]

図９



[図10]

図１０

ラベル	ヒータ劣化寄与率	センサゆるみ寄与率
計測ベクトル1	18%	110%
計測ベクトル2	26%	89%
計測ベクトル3	18%	88%
計測ベクトル4	26%	92%
計測ベクトル5	31%	85%

[図11]

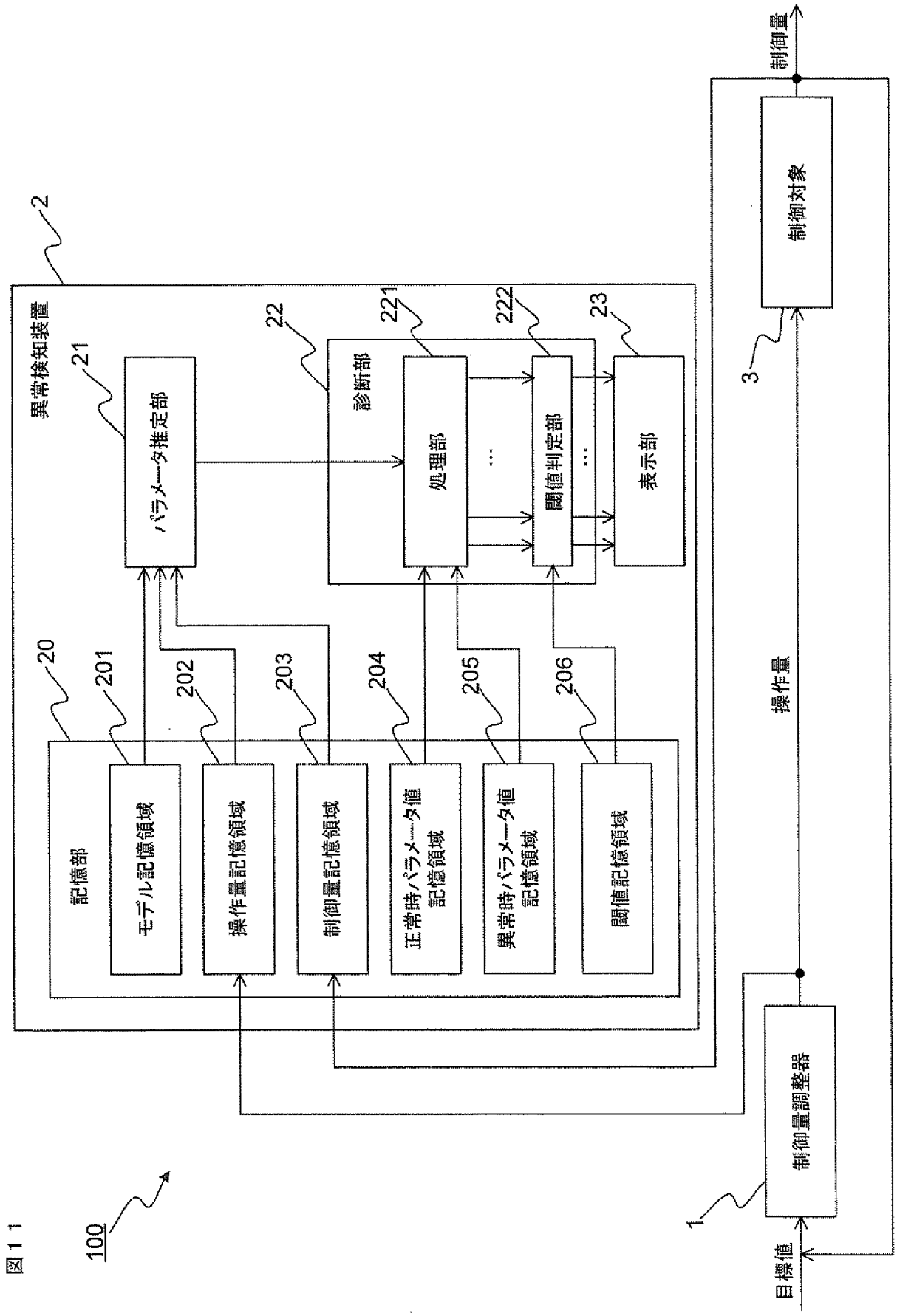
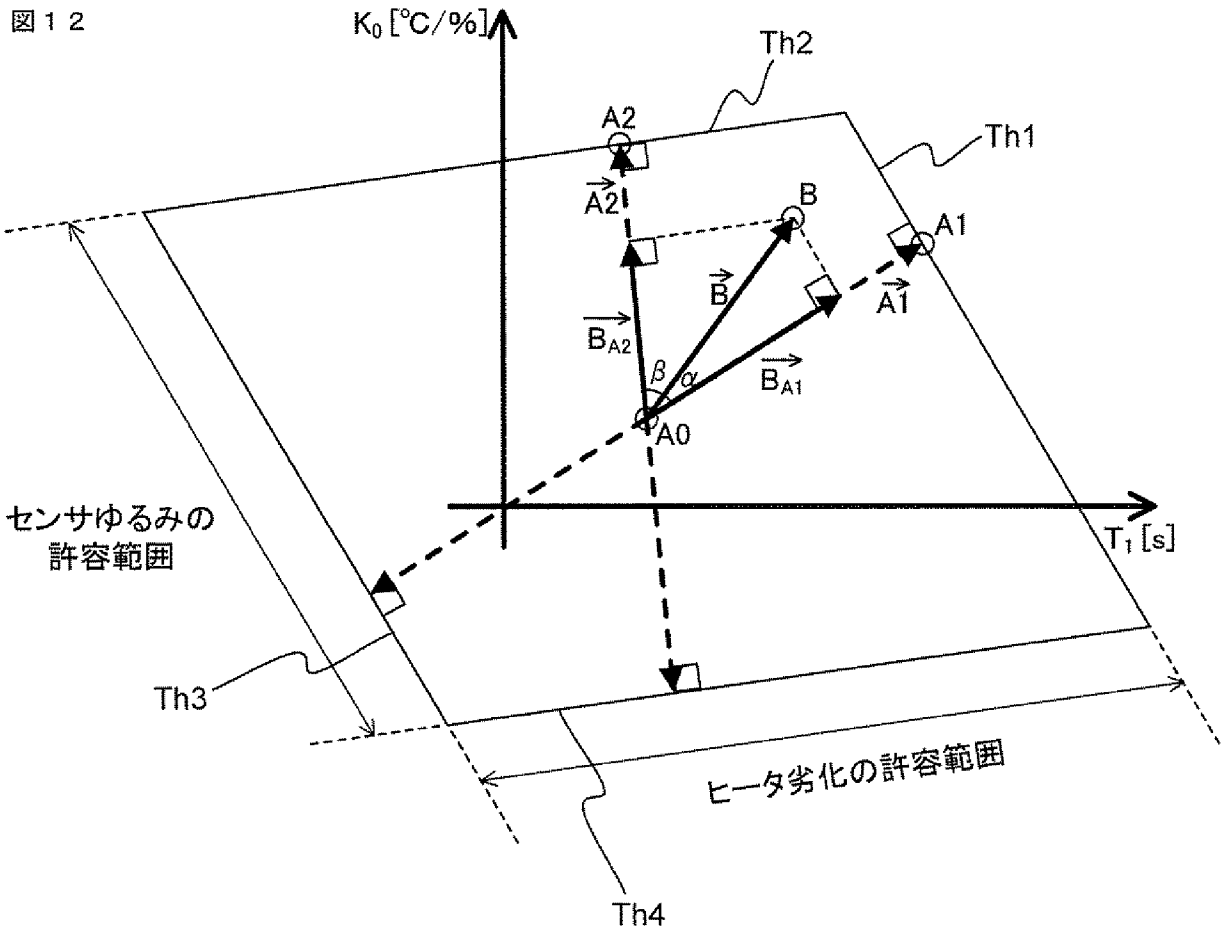

100
異常検知装置
2
パラメータ推定部
21
診断部
22
処理部
221
閾値判定部
222
表示部
23
記憶部
20
モデル記憶領域
201
操作量記憶領域
202
制御量記憶領域
203
正常時パラメータ値記憶領域
204
異常時パラメータ値記憶領域
205
閾値記憶領域
206
制御量調整器
1
制御対象
3
制御量
操作量
目標値

図11

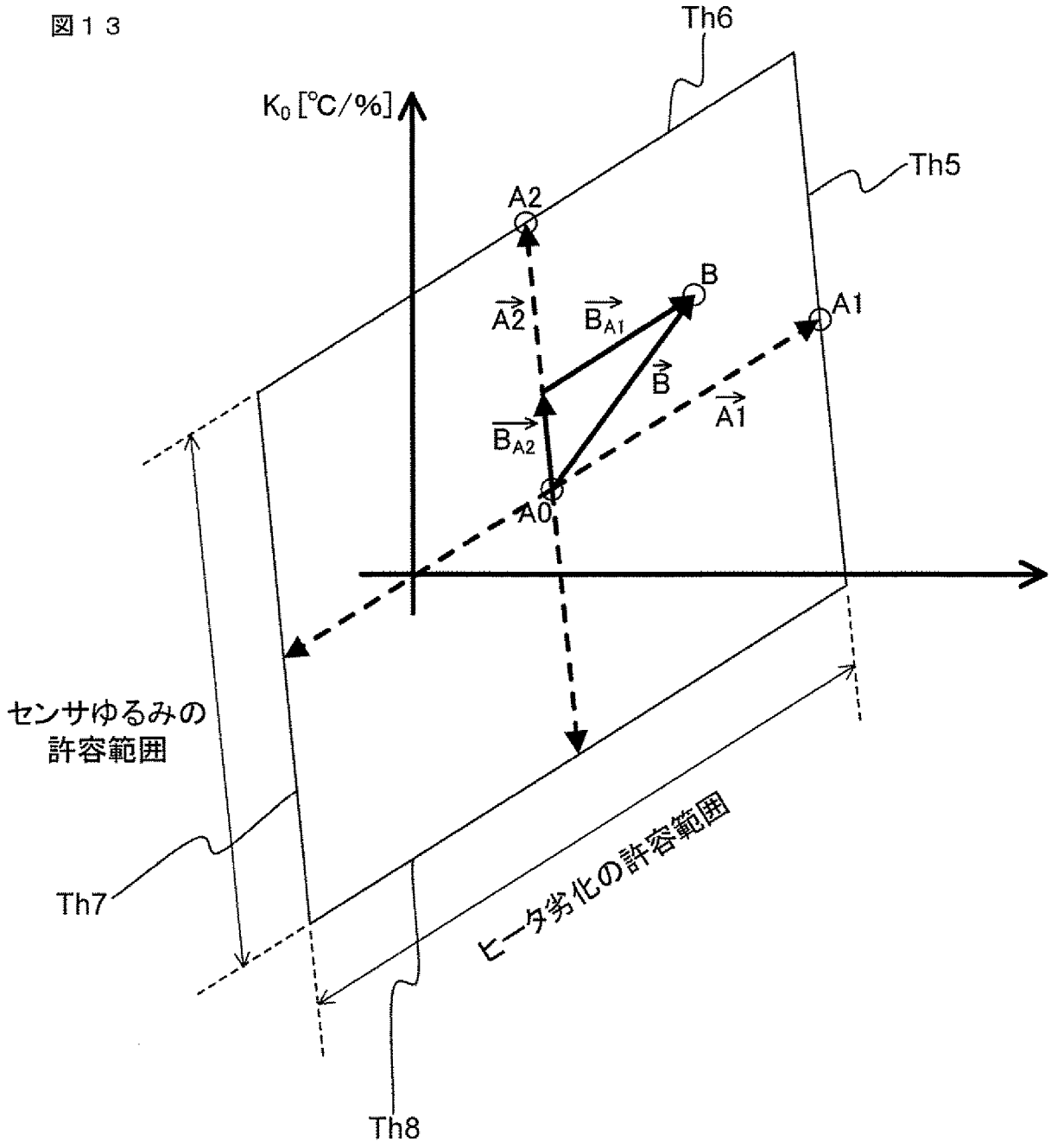
[図12]

図１２


K0 [℃/%]
Th2
A2
Th1
B
A1
A2
B
A1
BA2
BA1
β
α
A0
センサゆるみの
許容範囲
T1 [s]
Th3
ヒータ劣化の許容範囲
Th4

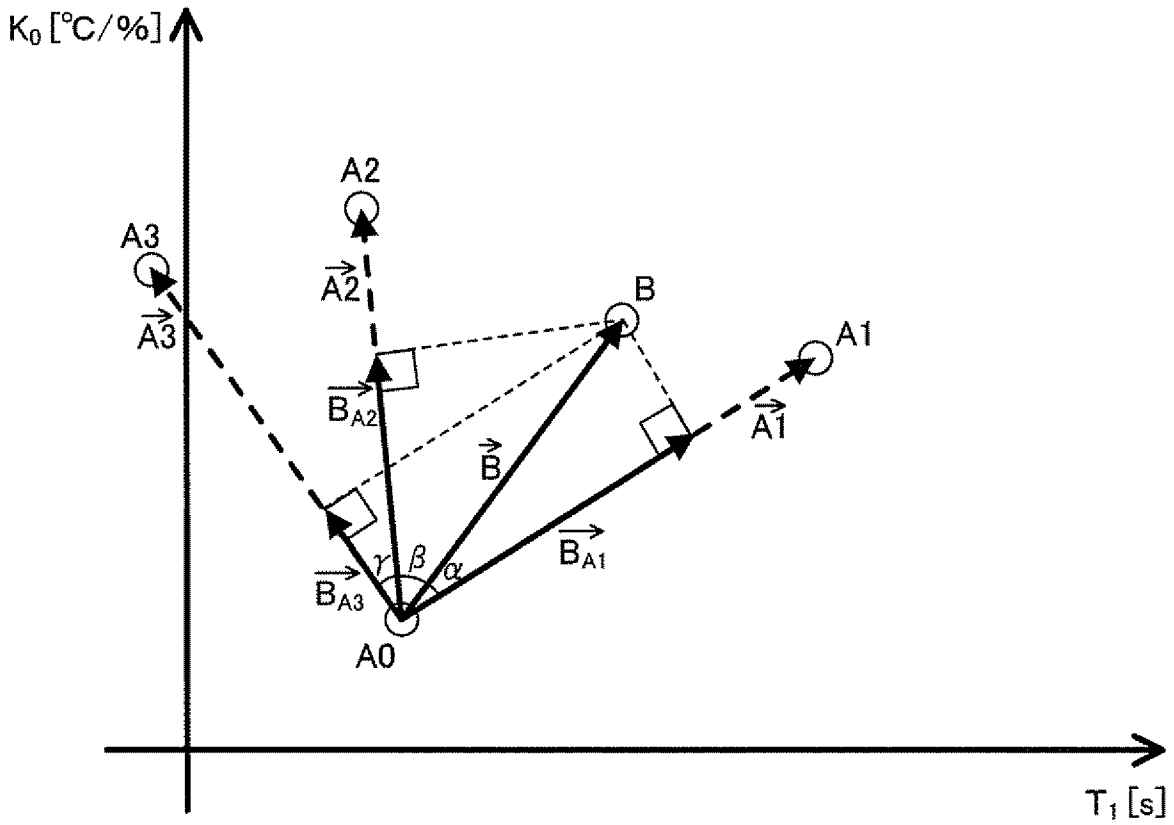
[図13]

図１３


Th6
K0 [℃/%]
Th5
A2
B
A1
$\overrightarrow{A2}$
$\overrightarrow{B_{A1}}$
$\overrightarrow{B}$
$\overrightarrow{A1}$
$\overrightarrow{B_{A2}}$
A0
センサゆるみの
許容範囲
Th7
ヒータ劣化の許容範囲
Th8

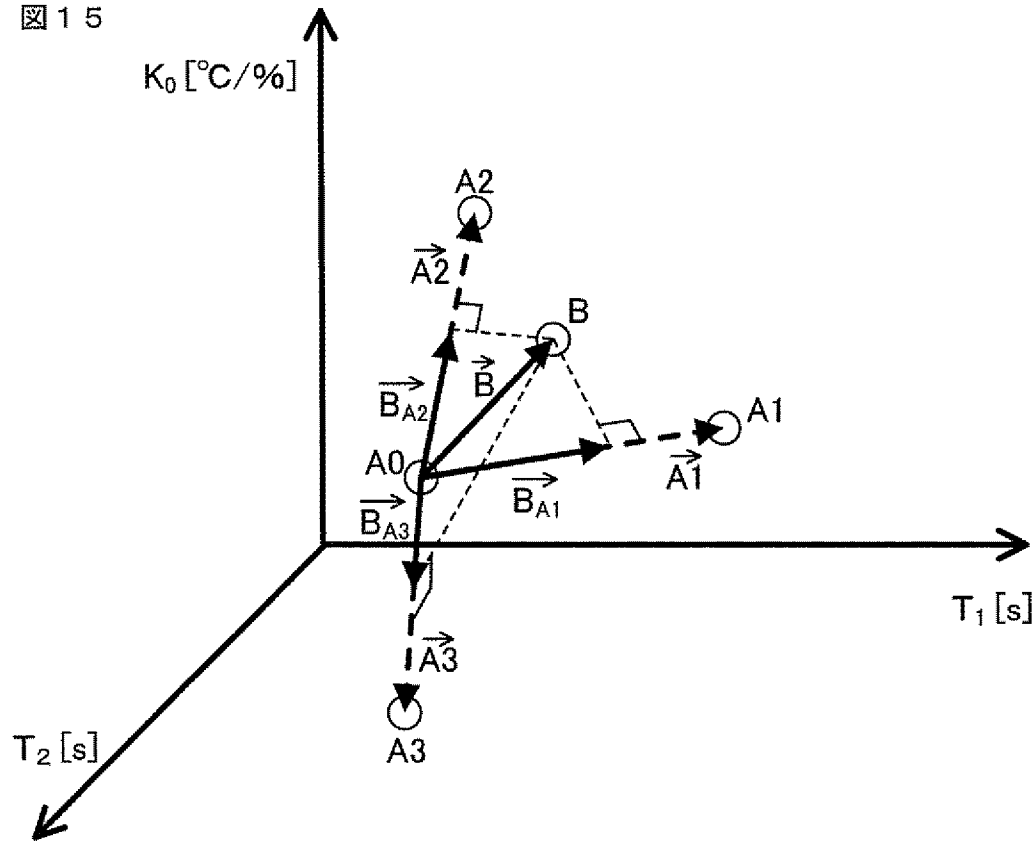
[図14]

図１４



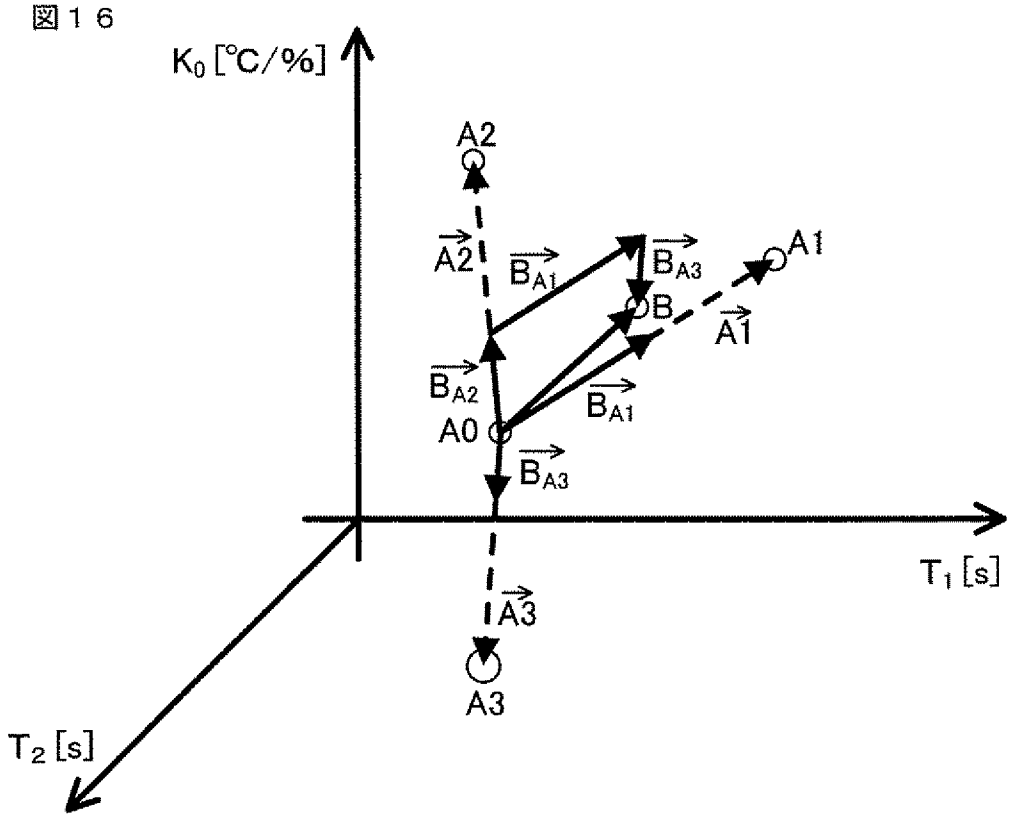
[図15]

図１５



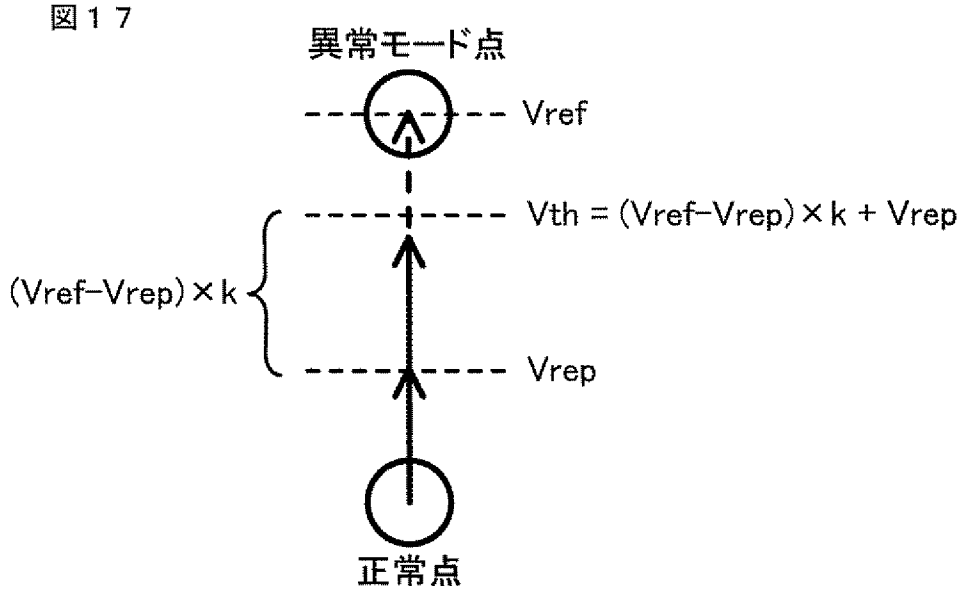
[図16]

図１６



[図17]

図１７



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/003914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G05B23/02(2006.01)i, G05B13/02(2006.01)i
FI: G05B23/02302T, G05B13/02E

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)
Int.Cl. G05B23/02, G05B13/02

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	JP 2017-57712 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 23.03.2017 (2017-03-23), paragraphs [0038]-[0050]	1, 4-9 2-3
Y	JP 2017-167663 A (TOSHIBA CORPORATION) 21.09.2017 (2017-09-21), paragraphs [0027]-[0029], [0084]-[0090]	2-3
A	US 2016/0370258 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY COMPANY) 22.12.2016 (2016-12-22), fig. 7-9	1-9

☐ 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	Date of mailing of the international search report
16.03.2020	24.03.2020

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/003914

JP 2017-57712 A	23.03.2017	WO 2014/119110 A1 CN 104854524 A CN 109032112 A
JP 2017-167663 A	21.09.2017	(Family: none)
US 2016/0370258 A1	22.12.2016	US 2019/0346817 A1

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/003914

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05B 23/02(2006.01)i; G05B 13/02(2006.01)i
FI: G05B23/02 302T; G05B13/02 E

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））

G05B23/02; G05B13/02

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	JP 2017-57712 A (住友重機械工業株式会社) 23.03.2017 (2017-03-23) [0038]-[0050]	1,4-9
Y		2-3
Y	JP 2017-167663 A (株式会社東芝) 21.09.2017 (2017-09-21) [0027]-[0029],[0084]-[0090]	2-3
A	US 2016/0370258 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY COMPANY) 22.12.2016 (2016-12-22) FIG.7-9	1-9

☐ 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。

* 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
“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	国際調査報告の発送日
16.03.2020	24.03.2020

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）
牧　初 3U 9064
電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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/JP2020/003914

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-57712 A	23.03.2017	WO 2014/119110 A1	
		CN 104854524 A	
		CN 109032112 A	
JP 2017-167663 A	21.09.2017	（ファミリーなし）	
US 2016/0370258 A1	22.12.2016	US 2019/0346817 A1	