

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11)特許番号

特許第3451554号
(P3451554)

(45)発行日 平成15年9月29日(2003.9.29)

(24)登録日 平成15年7月18日(2003.7.18)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 5 B 23/02

3 0 2

G 0 5 B 23/02

3 0 2 S

請求項の数8(全19頁)

(21)出願番号 特願2002-339237(P2002-339237)

(22)出願日 平成14年11月22日(2002.11.22)

審査請求日 平成14年11月22日(2002.11.22)

(31)優先権主張番号 特願2002-170997(P2002-170997)

(32)優先日 平成14年6月12日(2002.6.12)

(33)優先権主張国 日本(JP)

早期審査対象出願

(73)特許権者 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂
町801番地

(72)発明者 山田 隆章

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

(74)代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

審査官 梶本 直樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異常検出方法、異常検出装置および温度調節器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 制御対象からフィードバックされる観測
量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する
操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検
出する方法であって、

前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、
前記偏差が減少していないときに、異常であると判定す
ることを特徴とする異常検出方法。

【請求項2】 制御対象からフィードバックされる観測
量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する
操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検
出する方法であって、

前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、
前記偏差の絶対値が減少していないときに、異常である
と判定することを特徴とする異常検出方法。

【請求項3】 制御対象からフィードバックされる観測
量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する
操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検
出する方法であって、

前記偏差が閾値を越えたか否かを判定する第1の判定ス
テップと、

前記偏差が前記閾値を越えたときに、その越えている期
間を計測する計測ステップと、

計測された期間が、一定期間を越えたか否かを判定する
第2の判定ステップと、

前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3
の判定ステップと、

前記計測された期間が前記一定期間を越え、かつ、前記
偏差の絶対値が減少していないときに、異常と判定する異
常判定ステップと、

を備えることを特徴とする異常検出方法。

【請求項4】 制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検出する装置であって、

前記偏差が閾値を越えたか否かを判定する第1の判定手段と、

前記第1の判定手段の判定結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間を計測する計測手段と、

前記計測手段の計測結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段と、

前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段と、

前記第2および前記第3の判定手段の判定結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少してないときに、異常と判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする異常検出装置。

【請求項5】 制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段と、

前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差が減少していないときに、制御ループの異常であると判定する異常判定手段とを備えることを特徴とする温度調節器。

【請求項6】 制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段と、

前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、制御ループの異常であると判定する異常判定手段とを備えることを特徴とする温度調節器。

【請求項7】 前記異常判定手段は、前記偏差が前記閾値を越えたか否かを判定する第1の判定手段と、前記第1の判定手段の判定結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間を計測する計測手段と、前記計測手段の計測結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段と、前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段とを備え、前記第2および前記第3の判定手段の判定結果に基づいて、判定を行う請求項6記載の温度調節器。

【請求項8】 前記制御ループがPID制御ループであって、前記制御手段がPID制御を行なうものであり、前記閾値を、オートチューニング動作によって得られる比例帯に基づいて決定するとともに、前記一定期間を、オートチューニング動作によって得られるむだ時間、積分時間または微分時間に基づいて決定する決定手段を備える請求項6または7記載の温度調節器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、制御ループの異常、例えば、断線や短絡などの異常を検出する異常検出方法、異常検出装置及び温度調節器に関し、更に詳しくは、温度制御などの制御ループにおける断線や短絡などの異常を検出するのに好適な異常検出方法、異常検出装置および温度調節器に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、温度制御システムは、例えば、図17に示されるように、加熱炉などの制御対象1の温度を、温度センサ2で検出して温度調節器3'に入力し、温度調節器3'では、設定温度(目標値)と検出温度とに基づいて、PID演算等を行なって操作信号を、SSR4に出力し、ヒータ5へのAC電源6による通電を制御して制御対象1の温度を、設定温度になるように制御するものである。

【0003】温度調節器3'は、温度センサ2からの入力を与えられるセンサ入力回路7と、A/D変換回路8と、ソフト処理によるフィルタ9と、PID演算等を行なう制御部10と、D/A変換回路11と、出力回路12とを備えている。

【0004】かかる温度制御システムにおいて、ヒータ5や温度センサ2の断線あるいはSSR4の短絡などの制御ループの異常を検出するには、検出すべき各箇所に電流センサをそれぞれ取り付けて電流を検出する必要があり、構成が複雑になるとともに、高価になってしまふ。

【0005】そこで、電流センサ等を設けることなく、ヒータ断線等の異常を検知する装置が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

【0006】図18は、この特許文献1の制御ループ系を示すブロック図である。

【0007】制御対象53からの測定値PVは、偏差回路57および異常検知回路55に入力され、演算回路59は、偏差回路57からの設定値SVと測定値PVとの偏差に基づいて、PID演算を行って操作量MVを、制御対象53および異常検知回路55に与える。

【0008】異常検知回路55では、入力された操作量MVおよび測定値PVに基づいて、制御ループ系の異常を検知するものである。

【0009】すなわち、この制御ループ系の異常検知装置は、所定の異常検知測定時間を一定周期でカウントするカウンタ手段と、制御対象からの測定値と所定の設定値に基づき制御対象に対する操作量を演算して制御対象へ出力する演算手段と、この演算手段からの操作量が0%以下もしくは100%以上であるか否かを判定する第1の判定手段と、この第1の判定手段における判定結果が前記操作量が0%以下もしくは100%以上であり、かつ前記カウント手段がカウントアップしたときに前記

制御対象からの測定値が前記カウント開始前の測定値に対して所定の基準値の範囲を越えるか否かによって異常を判定する第2の判定手段と、この第2の判定手段において、前記測定値が前記カウント開始前の測定値に対して所定の基準値の範囲を越えないときに前記制御対象の制御ループ系の異常を指示する指示信号を出力する異常指示手段とを具備している。

【0010】かかる構成では、操作量が0%以下もしくは100%以上になった時点から所定時間をカウントし、その所定時間毎に測定値の変化量を検知してその変化量が所定の基準温度範囲を越えるか否かを判定して異常を検知する構成となっている。

【0011】例えば、操作量100%で設定温度までヒータで加熱している正常な状態においては、所定時間毎に、所定の基準温度範囲を越えて測定値が上昇するけれども、ヒータが断線すると、所定の基準温度範囲を越えて測定値が上昇できないので、ヒータ断線の異常を検知できるものである。

【0012】

【特許文献1】特許第2552177号

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来例では、操作量が0%以下もしくは100%以上の状態が継続しなければ、異常を検知することができず、したがって、操作量が、0%を越えて100%未満の範囲にある状態においては、異常を検知することができず、高精度の制御が要求される用途では、異常検知が遅れてしまうことになる。

【0014】

【0015】

【0016】また、上述の従来例では、設定温度が操作量100%に対応するような場合、すなわち、定常状態における操作量が100%である場合、例えば、操作量100%で設定温度300に整定しているような状態では、正常であるにも拘わらず、操作量が100%であって、所定の基準温度範囲を越えて温度が上昇しないので、異常であると誤判定してしまうといった難点がある。

【0017】本発明は、以上のような点に鑑みて為されたものであって、簡単な構成で、かつ低コストで、しかも、精度よく断線や短絡等の制御ループの異常を検知できるようにすることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明では、上述の目的を達成するために、次のように構成している。

【0019】すなわち、本発明の異常検出方法は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検出する方法であって、前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、か

つ、前記偏差が減少していないときに、異常であると判定するものである。

【0020】ここで、制御対象からフィードバックされる観測量とは、制御対象の状態、例えば、温度状態や圧力状態などを検出する検出部から制御手段にフィードバックされる信号をいう。この観測量には、検出部と制御手段との間に設けられたフィルタなどによって処理された信号を含み、例えば、検出部としての温度センサで検出された検出温度に基づいて、推定した推定温度の信号などを含むものである。

【0021】また、目標値は、制御量の望ましい値であり、目標値フィルタが設けられる場合には、目標値フィルタを通過した目標値をいう。

【0022】偏差とは、観測量と目標値との差をいう。また、閾値は、正側の閾値と負側の閾値との両方ある方が好ましく、また、等しい値であるのが好ましい。

【0023】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0024】また、本発明の異常検出方法は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検出する方法であって、前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、異常であると判定するものである。

【0025】ここで、偏差の絶対値が減少していないとは、正または負の偏差によらず、その偏差の絶対値が減少していない、すなわち、観測量が目標値に近づいていないことをいうものであり、したがって、偏差の絶対値が減少していないとは、偏差の減少割合や偏差の減衰率といった表現如何に拘わらず、観測量が目標値に近づいていない場合を含むものである。

【0026】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0027】また、本発明の異常検出方法は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検出する方法であって、前

記偏差が閾値を越えたか否かを判定する第1の判定ステップと、前記偏差が前記閾値を越えたときに、その越えている期間を計測する計測ステップと、計測された期間が、一定期間を越えたか否かを判定する第2の判定ステップと、前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定ステップと、前記計測された期間が前記一定期間を越え、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、異常と判定する異常判定ステップとを備えている。

【0028】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0029】本発明の異常検出装置は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段を含む制御ループの異常を検出する装置であって、前記偏差が閾値を越えたか否かを判定する第1の判定手段と、前記第1の判定手段の判定結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間を計測する計測手段と、前記計測手段の計測結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段と、前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段と、前記第2および前記第3の判定手段の判定結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、異常と判定する異常判定手段とを備えている。

【0030】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0031】本発明の温度調節器は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段と、前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差が減少していないときに、制御ループの異常であると判定する異常判定手段とを備えている。

【0032】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで温度制御

ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0033】本発明の温度調節器は、制御対象からフィードバックされる観測量と目標値との偏差に基づいて、前記制御対象に対する操作量を出力する制御手段と、前記偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、制御ループの異常であると判定する異常判定手段とを備えている。

【0034】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで温度制御ループの異常を検出できることになる。しかも、操作量でなく、偏差に基づいて異常を検知するので、操作量の場合に比べて、より自然に異常を検知でき、さらに、閾値等の設定によって異常を精度高く検知できる。

【0035】本発明の好ましい実施態様においては、前記異常判定手段は、前記偏差が前記閾値を越えたか否かを判定する第1の判定手段と、前記第1の判定手段の判定結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間を計測する計測手段と、前記計測手段の計測結果に基づいて、前記偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段と、前記偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段とを備え、前記第2および前記第3の判定手段の判定結果に基づいて、判定を行うものである。

【0036】本発明によると、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときには、異常であると判定するので、従来の電流センサなどを必要とせず、簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を検出できることになる。

【0037】本発明の一実施態様においては、前記制御ループがPID制御ループであって、前記制御手段がPID制御を行なうものであり、前記閾値を、オートチューニング動作によって得られる比例帯に基づいて決定するとともに、前記一定期間を、オートチューニング動作によって得られるむだ時間、積分時間または微分時間に基づいて決定する決定手段を備えている。

【0038】本発明によると、オートチューニングを行なうことによって、異常検出に必要な閾値などが自動的に決定されることになる。

【0039】

【0040】

【0041】

【0042】

【0043】

【0044】

【0045】

【0046】

【発明の実施の形態】以下、図面によって本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0047】（実施の形態1）図1は、本発明の温度調節器を備える温度制御システムの構成図であり、上述の図17に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0048】この温度制御システムにおいては、加熱炉などの制御対象1の温度を、温度センサ2で検出して温度調節器3に入力し、温度調節器3では、目標値（設定温度）と検出温度（観測量）とに基づいて、PID演算等を行なって操作信号（操作量）を、SSR4に出力し、ヒータ5へのAC電源6による通電を制御して制御対象1の温度を、目標値になるように制御するものである。

【0049】温度調節器3は、図2に示されるように、その正面には、現在温度および設定温度等を表示する表示部60と、アップキー61、ダウンキー62およびモードキー63等を備えている。

【0050】この温度調節器3は、図1に示されるように、温度センサ2からのフィードバック入力を与えられるセンサ入力回路7と、A/D変換回路8と、ソフト処理によるフィルタ9と、PID演算等を行なう制御部（制御手段）10と、D/A変換回路11と、出力回路12とを備えており、以上の構成は、基本的に従来例と同様である。

【0051】この実施の形態の温度調節器3は、電流センサなどを設けることなく、簡単な構成で、かつ低コストで断線や短絡などの温度制御ループの異常を精度よく検出できるように、本発明の異常検出装置13を内蔵している。この異常検出装置13、上述の制御部10およびフィルタ9は、例えば、マイクロコンピュータによって構成される。

【0052】異常検出装置13は、異常検出部14と異常警報部15とを備えている。異常検出部14は、図3に示されるように、目標値（設定温度）から観測される制御量（検出温度）を差し引いた偏差が予め定められた正または負の閾値を越えたか否かを判定する第1の判定手段16と、第1の判定手段16の判定結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間を計測する計測手段17と、計測手段17の計測結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段18と、偏差の絶対値が減少しているか否か、すなわち、検出温度が設定温度に近づいているか否かを判定する第3の判定手段19と、第2および第3の判定手段18、19の判定結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないときに、異常と判定する異常判定手段20とを備えており、この異常判定手段20による異常判定出力が異常警報部15に与

えられ、異常警報部15は、外部に警報信号を出力するようになっている。なお、この警報信号に基づいて、温度調節器3において、警報表示等を行なってもよいのは勿論である。

【0053】図4は、偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の構成を示す図である。

【0054】この図4では、例えば、少なくとも2サンプリング時間以上前の偏差 E_{old} と現在の偏差 E_{now} について、 E_{old} と E_{now} とが同符号であって、かつ、 E_{now} の絶対値から E_{old} の絶対値を差し引いた値が、既定値以上である場合に、偏差の絶対値が減少していないと判定するものである。

【0055】このため、図4に示されるように、目標値から観測制御量を差し引いた現在の偏差 E_{now} の絶対値を、絶対値回路21でとる一方、遅延回路22で遅延された少なくとも2サンプリング時間以上前の偏差 E_{old} の絶対値を、絶対値回路23でとり、絶対値の差分を算出し、比較器24で既定値、例えば、「0」と比較し、既定値以上であるときには、ハイレベルの出力を、既定値未満であるときには、ローレベルの出力を、アンド回路25に与える。

【0056】また符号判定回路26において、偏差 E_{old} と偏差 E_{now} との符号を判定し、同符号であるときには、ハイレベルの出力を、異符号であるときには、ローレベルの出力を、アンド回路25に与える。

【0057】これによって、アンド回路25は、偏差 E_{old} と偏差 E_{now} とが同符号であって、かつ、絶対値の差分が、既定値以上である場合に、偏差の絶対値が減少していないとするハイレベルの判定出力を与えるものである。

【0058】なお、この第3の判定手段19におけるサンプリング周期は、制御対象の特性などに応じて偏差が減少しているか否かを判定できる周期に設定され、例えば、数秒あるいは数分程度であってもよい。

【0059】図5は、第3の判定手段19の他の構成を示す図である。この図5では、偏差の絶対値を、ローパスフィルタ27に入力し、ローパスフィルタ27の出力値の差分値または微分値が既定値以上であるときに、偏差の絶対値が減少していないと判定するものである。

【0060】このため、図5に示されるように、目標値から観測制御量を差し引いた偏差の絶対値を、絶対値回路28でとってローパスフィルタ27に入力し、ローパスフィルタ27の出力と、遅延回路29で遅延された少なくとも2サンプリング時間以上前のローパスフィルタ27の出力の差分を算出し、比較器30で既定値と比較し、既定値以上であるときには、偏差の絶対値が減少していないとするハイレベルの出力を与えるものである。

【0061】この図5では、ローパスフィルタ27によってノイズを除去することができるので、ノイズによる

誤動作を防止することができ、サンプリング周期も図4の構成に比べて短く、例えば、0.1秒や0.5秒程度に設定してもよい。

【0062】図6は、以上のような構成を有する異常検出装置の異常検出動作のフローチャートである。

【0063】先ず、計測手段17を構成するタイマカウントをリセットし(ステップn1)、偏差が正または負の閾値以上であるか否かを判定し(ステップn2)、閾値以上でないときには、ステップn1に戻る。偏差が閾値以上であるときには、タイマカウントを行って計測し(ステップn3)、カウント値が、一定期間に対応する閾値以上になったか否かを判定し(ステップn4)、閾値以上でないときには、ステップn2に戻る。ステップn4において、カウント値が、一定期間に対応する閾値以上になったときには、偏差の絶対値が減少中であるか否かを上述のようにして判定し(ステップn5)、減少中であるときには、ステップn2に戻る。ステップn5において、偏差の絶対値が減少中でないとき、すなわち、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続し、かつ、偏差の絶対値が減少してないときには、制御ループの異常であると判定して異常警報を出力して終了する(ステップn6)。

【0064】この実施の形態では、偏差の閾値は、オートチューニング動作によって得られる比例帯に既定値、例えば、「1」を乗じた値として決定し、また、前記一定期間は、同じくオートチューニング動作によって得られるむだ時間に既定値、例えば、「2」を乗じた値として決定する。

【0065】したがって、この実施の形態によれば、PID定数を求めるためのオートチューニング動作を従来と同様に行うことによって、自動的に、閾値および一定期間が決定されることになる。

【0066】なお、本発明の他の実施の形態として、むだ時間に代えて、積分時間または微分時間に基づいて、前記一定期間を決定してもよく、また、前記閾値および前記一定期間を、上述のキー61~63による設定操作によって入力できるようにしてもよく、さらに、前記閾値および前記一定期間の決定を、比例帯およびむだ時間等に基づくことなく行なってもよい。

【0067】次に、この実施の形態の動作を図7~図12に示されるシュミレーションのタイムチャートに基づいて、詳細に説明する。

【0068】先ず、図7は、正常時の動作を示すものであり、同図(a)は、目標値(実線)、真の制御量(破線)、操作量(一点鎖線)および外乱操作量(二点鎖線)を示し、同図(b)は、目標値(実線)、観測される制御量(破線)およびセンサノイズ(一点鎖線)を示し、同図(c)は、計測手段としてのタイマカウントのカウント値(実線)および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手

段18の判定出力(破線)を示し、同図(d)は、上述の図4の比較器24の入力である偏差の絶対値差分(実線)および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力(破線)を示し、同図(e)は、異常判定手段20の異常判定出力(実線)をそれぞれ示している。なお、縦軸の温度は、0が常温に対応している。また、このタイムチャートは、1秒1サンプリングのデータの例を示しており、出力がややならかに変化している。

【0069】先ず、立ち上がりの時点においては、同図(b)に示されるように、観測制御量が目標値から大きく離れているので、偏差は、閾値を越えており、同図(c)に示されるように、タイマカウントが計測を行なうが、この計測値が、上述の一定期間に達する前に、偏差が閾値以下となり、これによって、タイマカウントがリセットされる。

【0070】その後、外乱操作量が印加されるまでは、偏差は、閾値以下であるので、タイマカウントによる計測は行なわれないが、センサノイズによって観測制御量が変動するために、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分も既定値、この例では、0を中心に変動し、偏差の絶対値が減少していないとする判定出力が出力されたり、されなかったりするという変化を繰り返しているが、偏差が、閾値以下であるので、同図(e)に示されるように、異常判定出力は、出力されない。

【0071】次に、同図(a)に示される外乱操作量が印加されると、同図(b)に示されるように、観測制御量が目標値から外れて偏差が閾値以上となり、同図(c)に示されるように、タイマカウントが計測を行い、この計測値が、一定期間を越えることによって、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したとする判定出力が出力される。このとき、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分が0未満であるために、偏差の絶対値が減少していないとする判定出力は、出力されず、したがって、同図(e)に示されるように、異常判定出力は、出力されない。

【0072】この例では、正常時には、異常判定出力は出力されていないけれども、より大きな外乱の場合には、異常であるとして異常判定出力を出力することもできる。すなわち、上述の閾値、一定時間あるいは既定値の選択によって、外乱を異常であると判定して異常判定出力を出力することもでき、用途に応じて、大きな外乱を異常として判定することもできる。

【0073】図8は、上述の操作器としてのSSRの短絡時の動作を示すものであり、同図(a)は、目標値(実線)および真の制御量(破線)を示し、同図(b)は、目標値(実線)および観測される制御量(破線)を示し、同図(c)は、計測手段としてのタイマカウントのカウント値(実線)および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定

手段18の判定出力(破線)を示し、同図(d)は、偏差の絶対値差分(実線)および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力(破線)を示し、同図(e)は、異常判定手段20の異常判定出力(実線)をそれぞれ示している。

【0074】まず、立ち上がりの時点においては、同図(b)に示されるように、観測制御量が目標値から大きく離れているので、偏差は、閾値を越えており、同図(c)に示されるように、タイマカウンタが計測を行なうが、この計測値が、上述の一定期間に達する前に、偏差が閾値以下となり、これによって、タイマカウンタがリセットされる。

【0075】その後、SSRが短絡するまでは、偏差は、閾値以下であるので、タイマカウンタによる計測は行なわれないが、この例では、同図(b)に示されるように、観測制御量が目標値を下回って再び目標値に復帰しているので、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分も既定値である0を上回って偏差の絶対値が減少していないとする判定出力が出力されるが、偏差が、閾値以下であるので、同図(e)に示されるように、異常判定出力は、出力されない。

【0076】次に、SSRが短絡すると、同図(b)に示されるように、観測制御量が上昇して偏差が閾値を越え、同図(c)に示されるように、計測手段としてのタイマカウンタが計測を行い、その計測値が一定期間に達すると、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続しているとする判定出力を出力する。

【0077】また、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分が既定値である0以上となるので、偏差の絶対値が減少していないとする判定出力が出力されることになり、これによって、同図(e)に示されるように、異常判定出力が出力されることになる。

【0078】

【0079】図9は、ヒータ断線時の動作を示すものであり、同図(a)は、目標値(実線)、真の制御量(破線)および操作量(一点鎖線)を示し、同図(b)は、目標値(実線)および観測される制御量(破線)を示し、同図(c)は、計測手段としてのタイマカウンタのカウンタ値(実線)および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段18の判定出力(破線)を示し、同図(d)は、偏差の絶対値差分(実線)および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力(破線)を示し、同図(e)は、異常判定手段20の異常判定出力(実線)をそれぞれ示している。

【0080】ヒータが断線するまでの動作は、上述のSSRの短絡の場合と同様である。

【0081】ヒータが断線すると、同図(a)に示されるように、操作量が印加されなくなり、同図(b)に示されるように、観測制御量が低下して偏差が閾値を越

え、同図(c)に示されるように、計測手段としてのタイマカウンタが計測を行い、その計測値が一定期間に達すると、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続しているとする判定出力を出力する。

【0082】また、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分が既定値である0以上となるので、偏差の絶対値が減少していないとする判定出力が出力されることになり、これによって、同図(e)に示されるように、異常判定出力が出力されることになる。

【0083】図10は、センサ断線時の動作を示すものであり、同図(a)は、目標値(実線)、真の制御量(破線)および操作量(一点鎖線)を示し、同図(b)は、目標値(実線)および観測される制御量(破線)を示し、同図(c)は、計測手段としてのタイマカウンタのカウンタ値(実線)および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段18の判定出力(破線)を示し、同図(d)は、偏差の絶対値差分(実線)および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力(破線)を示し、同図(e)は、異常判定手段20の異常判定出力(実線)をそれぞれ示している。なお、同図(a)においては、真の制御量(破線)および操作量(一点鎖線)は、0.0で重なっている。

【0084】センサが断線すると、同図(a)に示されるように、真の制御量は、常温であるにも拘わらず、センサ入力(観測制御量)としては、同図(b)に示されるように、非常に高い温度となり、このため、操作量は、同図(a)に示されるように0となる。

【0085】また、同図(b)に示されるように、観測制御量が目標値が大きく外れて偏差が閾値を越え、同図(c)に示されるように、計測手段としてのタイマカウンタが計測を行い、その計測値が一定期間に達すると、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続しているとする判定出力を出力する。

【0086】また、同図(d)に示されるように、偏差の絶対値差分が既定値である0となるので、偏差の絶対値が減少していないとする判定出力が出力されることになり、これによって、同図(e)に示されるように、異常判定出力が出力されることになる。

【0087】図11は、センサ短絡時の動作を示すものであり、同図(a)は、目標値(実線)、真の制御量(破線)および操作量(一点鎖線)を示し、同図(b)は、目標値(実線)および観測される制御量(破線)を示し、同図(c)は、計測手段としてのタイマカウンタのカウンタ値(実線)および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段18の判定出力(破線)を示し、同図(d)は、偏差の絶対値差分(実線)および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力(破線)を示し、同図(e)は、異常判定手段20の異

常判定出力（実線）をそれぞれ示している。

【0088】センサが短絡すると、同図（b）に示されるように、制御対象の温度ではなく、周囲の常温付近の温度が観測制御量として入力されるので、同図（a）に示されるように、操作量および真の制御量は上昇することになる。

【0089】また、同図（b）に示されるように、観測制御量は、目標値から外れるので、偏差が閾値を越え、同図（c）に示されるように、計測手段としてのタイマカウンタが計測を行い、その計測値が一定期間に達すると、偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続しているとすると判定出力を出力する。

【0090】また、同図（d）に示されるように、偏差の絶対値差分が既定値である0となるので、偏差の絶対値が減少していないとすると判定出力が出力されることになり、これによって、同図（e）に示されるように、異常判定出力が出力されることになる。

【0091】以上のように、ヒータ断線、SSR短絡、センサ短絡、センサ断線等の異常を、電流センサ等を取捨することなく、精度よく検出することができる。

【0092】なお、本発明は、ヒータ断線、SSR短絡、センサ短絡、センサ断線等に限らず、偏差が減少しないという現象を引き起こす全ての異常について検出することができ、例えば、ヒータ電源の停電、A/D変換器やD/A変換器の故障、センサ入力回路の異常、出力回路の異常、ヒータ能力を超える大きな外乱などを異常として検出できることになる。

【0093】なお、図12は、定常操作量が100%の場合の動作を示すものであり、同図（a）は、目標値（実線）、真の制御量（破線）および操作量（一点鎖線）を示し、同図（b）は、目標値（実線）および観測される制御量（破線）を示し、同図（c）は、計測手段としてのタイマカウンタのカウント値（実線）および偏差が閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを判定する第2の判定手段18の判定出力（破線）を示し、同図（d）は、偏差の絶対値差分（実線）および偏差の絶対値が減少しているか否かを判定する第3の判定手段19の判定出力（破線）を示し、同図（e）は、異常判定手段20の異常判定出力（実線）をそれぞれ示している。同図（a）においては、目標値と操作量とが重なっている。

【0094】この実施の形態では、定常操作量が100%の場合であっても、異常と検知することはないけれども、上述の図18の従来例では、操作量が100%であっても、所定の基準温度範囲を越えて温度が上昇しない場合には、異常であると誤判定してしまうことになる。

【0095】（実施の形態2）図13は、本発明の他の実施の形態の温度調節器の異常検出部14-1の構成図であり、上述の図3に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0096】上述の実施の形態では、第2の判定手段（第1の条件信号出力手段）18の判定出力である第1の条件信号と第3の判定手段（第2の条件信号出力手段）19の判定出力である第2の条件信号とのアンド条件を満足したときに、異常判定手段20で異常と判定して異常判定信号を出力していた。

【0097】これに対して、この実施の形態では、上述の実施の形態1と同様の判定を行って異常検知を行えるのみならず、従来、公知の警報信号、例えば、検出温度が予め設定されている上限温度を越えたときに上限信号生成部66から出力される上限警報信号、検出温度が予め定めた下限温度を下回ったときに下限警報信号生成部67から出力される下限警報信号、偏差が予め定めた範囲を外れたときに偏差警報信号生成部68から出力される偏差警報信号を、ユーザが、キー操作によって条件信号として選択設定することにより、選択手段64によって、それら選択された条件信号が、異常判定手段としてのアンド回路20-1に与えられ、選択されたすべての条件信号が満たされたときに、異常判定信号を出力するものである。

【0098】このような条件信号の選択設定は、操作マニュアル等を参照して、上述の各種キー61~63の操作によって、モードを選択し、所望の条件信号を選択することにより行われる。

【0099】なお、本発明の他の実施の形態として、異常判定手段では、アンド条件以外の、例えば、オア条件などを選択設定できるようにしてもよい。

【0100】これによって、ユーザが必要に応じて条件信号を組み合わせて異常を検知することができる。

【0101】（実施の形態3）

図14は、本発明の更に他の実施の形態を説明するための温度制御システムの構成図であり、上述の図1に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0102】この実施の形態の温度調節器3-1は、異常検出部14および異常警報部15に代えて条件信号生成部65を備えている。

【0103】この条件信号生成部65は、図15示されるように、上述の第2の判定手段（第1の条件信号出力手段）18の判定出力である第1の条件信号、第3の判定手段（第2の条件信号出力手段）19の判定出力である第2の条件信号、各警報信号生成部66~68から出力される警報信号である、上限警報信号、下限警報信号、偏差警報信号を生成して出力端子69から条件信号としてプログラブルコントローラ70に出力するものである。

【0104】異常検出は、これらの条件信号が与えられるプログラブルコントローラ70の異常検出部71によって行われる。この異常検出部71の動作は、プログラブルコントローラ70によって設定され、上述の実施の形態1あるいは実施の形態2と同様にして行われ

る。

【0105】なお、プログラマブルコントローラ70に代えてパソコンを用いて異常判定を行うようにしてもよいし、リレーを組み合わせて異常判定出力を取り出すようにしてもよい。

【0106】(実施の形態4)

図16は、本発明の他の実施の形態を説明するための温度制御システムの構成図であり、上述の図1に対応する部分には、同一の参照符号を付す。

【0107】この実施の形態では、温度調節器3-2は、目標値および制御量を、外部に出力する出力端子を備えており、異常検出装置13-1は、この温度調節器3-2からの目標値および制御量に基づいて、上述の実施の形態1と同様にして異常を検知するものである。

【0108】すなわち、異常検出装置13-1は、上述の実施の形態1の異常検出装置13と同様に、異常検出部14と異常警報部15とを備えており、同様にして異常を検知するものである。

【0109】この実施の形態では、温度調節器3-2から異常検出装置13-1に対して、目標値および制御量を出力するようにしたけれども、偏差を出力するようにしてもよく、あるいは、目標値のみを出力し、検出温度は、センサ2から取り込むようにしてもよい。

【0110】(その他の実施の形態)なお、本発明では、目標値をランプ状に変化させた場合には、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、偏差の絶対値が減少していないという条件を満足する虞れがあるが、かかるランプ状の目標値の変更の場合には、目標値が変更されている間は、異常検知を行わないようにすればよい。

【0111】上述の各実施の形態では、温度制御ループの異常検出に適用して説明したけれども、本発明は、温度制御に限らず、圧力、流量、液位、位置、速度、回転数などの様々な制御ループの異常検出に適用してもよい。

【0112】なお、偏差は、観測される制御量(フィードバック値)から目標値を差し引いたものとしてもよい。

【0113】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、偏差が閾値を越えた状態が一定期間継続し、かつ、前記偏差が減少していないときに、異常であると判定するので、偏差が減少しないという現象を引き起こす様々な異常、例えば、ヒータ断線、センサの断線、センサの短絡等の異常を、電流センサ等を設けることなく、簡単な構成で、かつ低コストで検出できることになる。しかも、操作量を用いて異常を検知する従来例に比べて、高精度な異常検知が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一つの実施の形態に係る方法を適用した温度制御システムの概略構成図である。

【図2】図1の温度調節器の正面図である。

【図3】図1の異常検出部の機能ブロック図である。

【図4】図3の第3の判定手段の構成図である。

【図5】第3の判定手段の他の構成図である。

【図6】図1の実施の形態の動作説明に供するフローチャートである。

【図7】正常時のタイムチャートである。

【図8】SSR短絡時のタイムチャートである。

【図9】ヒータ断線時のタイムチャートである。

【図10】センサ断線時のタイムチャートである。

【図11】センサ短絡時のタイムチャートである。

【図12】正常時のタイムチャートである。

【図13】本発明の他の実施の形態の異常検出部の構成図である。

【図14】本発明の他の実施の形態を説明するための温度制御システムの構成図である。

【図15】図14の条件信号生成部の構成図である。

【図16】本発明の他の実施の形態を説明するための温度制御システムの構成図である。

【図17】従来例の概略構成図である。

【図18】他の従来例の制御ループ系のブロック図である。

【符号の説明】

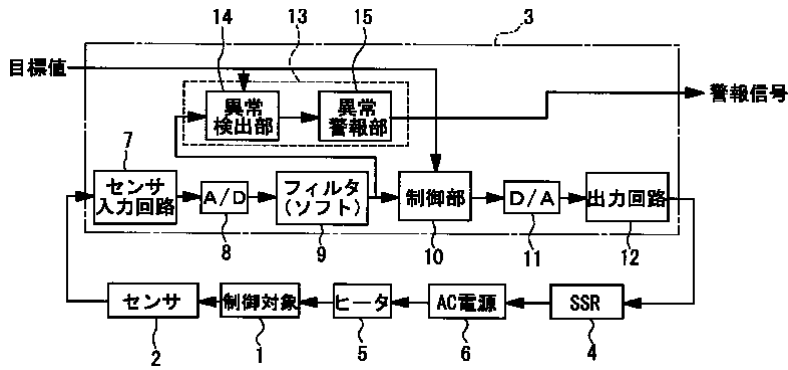
1	制御対象
2	温度センサ
3, 3-1, 3-2	温度調節器
4	SSR
5	ヒータ
6	温度センサ
13, 13-1	異常検出装置
14, 14-1	異常検出部
16, 18, 19	第1~第3の判定手段
20, 20-1	異常判定手段

【要約】

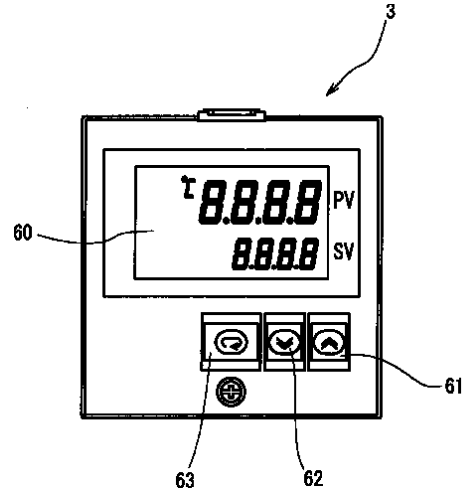
【課題】 簡単な構成で、かつ低コストで制御ループの異常を精度よく検出できるようにする。

【解決手段】 偏差が閾値を越えたか否かを第1の判定手段16で判定し、その判定結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間を計測手段17で計測し、計測結果に基づいて、偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続したか否かを、第2の判定手段で判定し、また、偏差の絶対値が減少しているか否かを第3の判定手段19で判定し、偏差が前記閾値を越えている期間が一定期間以上継続し、かつ、前記偏差の絶対値が減少していないときに、異常判定手段2で異常と判定するのである。

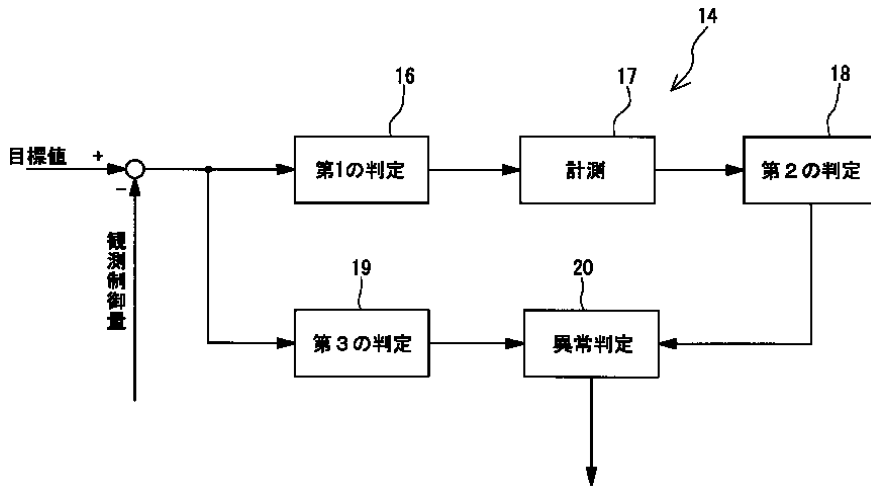
【図1】



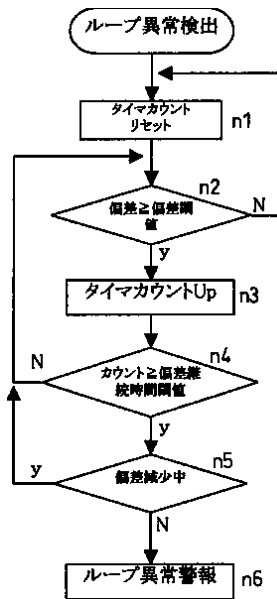
【図2】



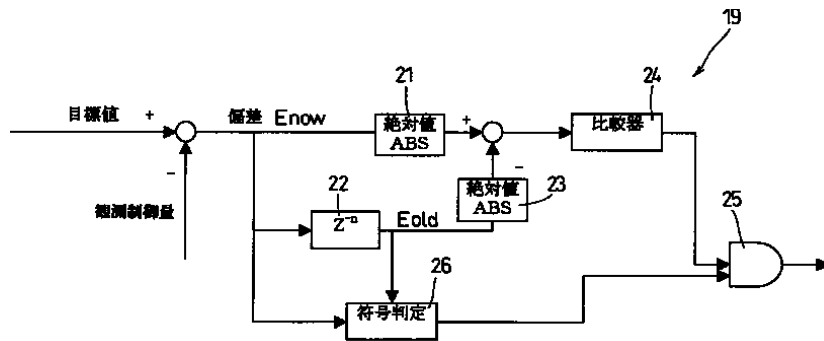
【図3】



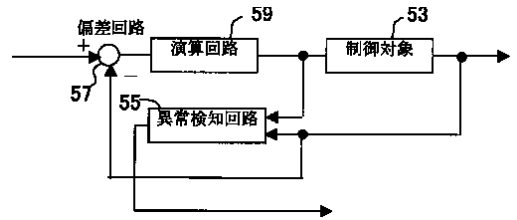
【図6】



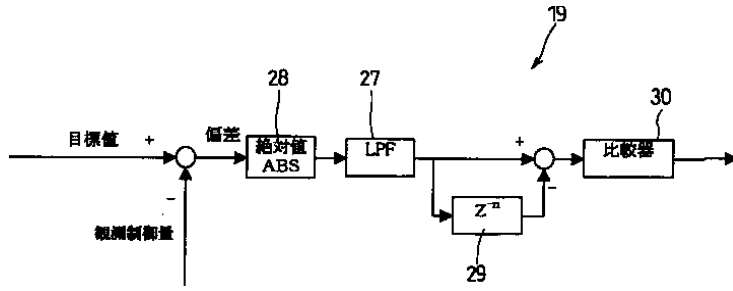
【図4】



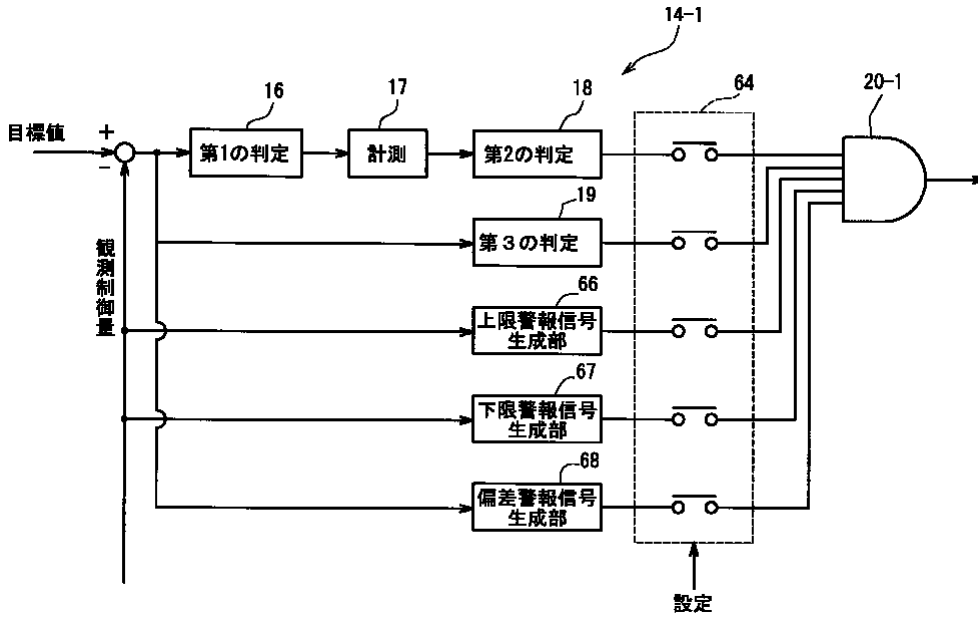
【図18】



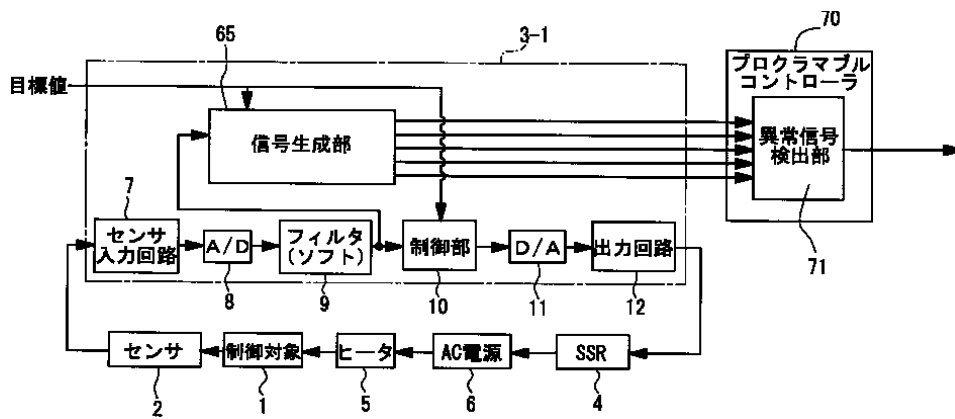
【図5】



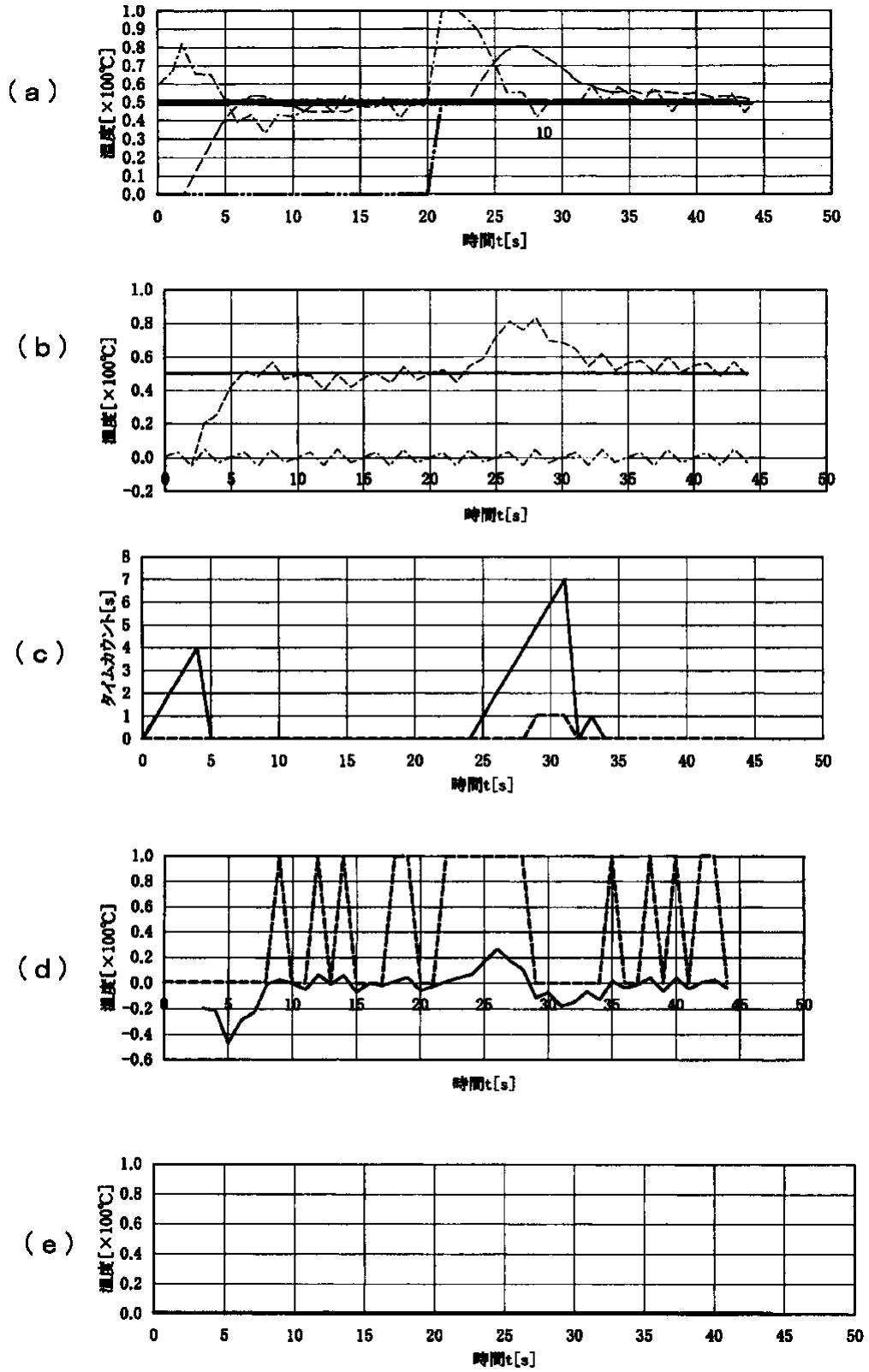
【図13】



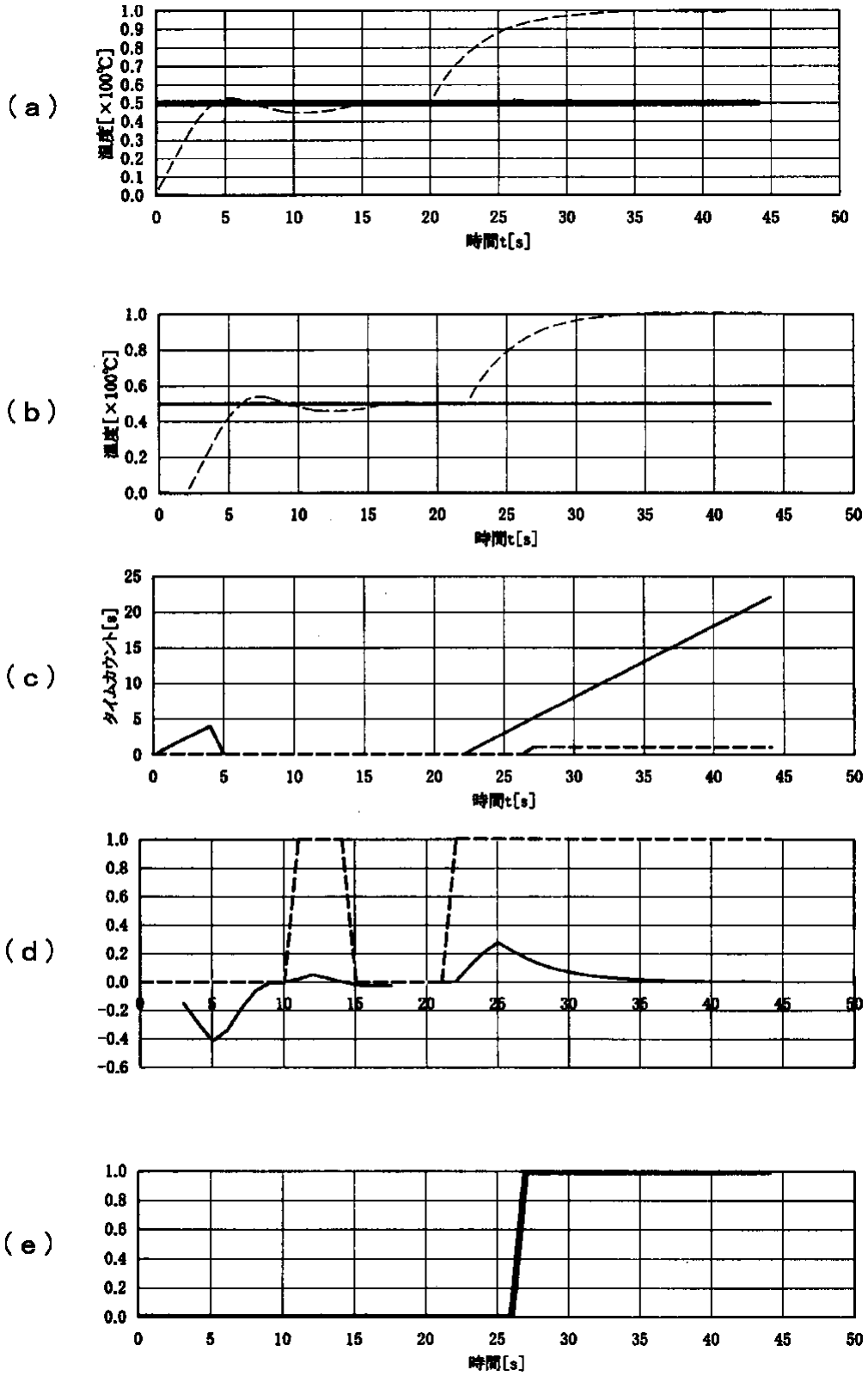
【図14】



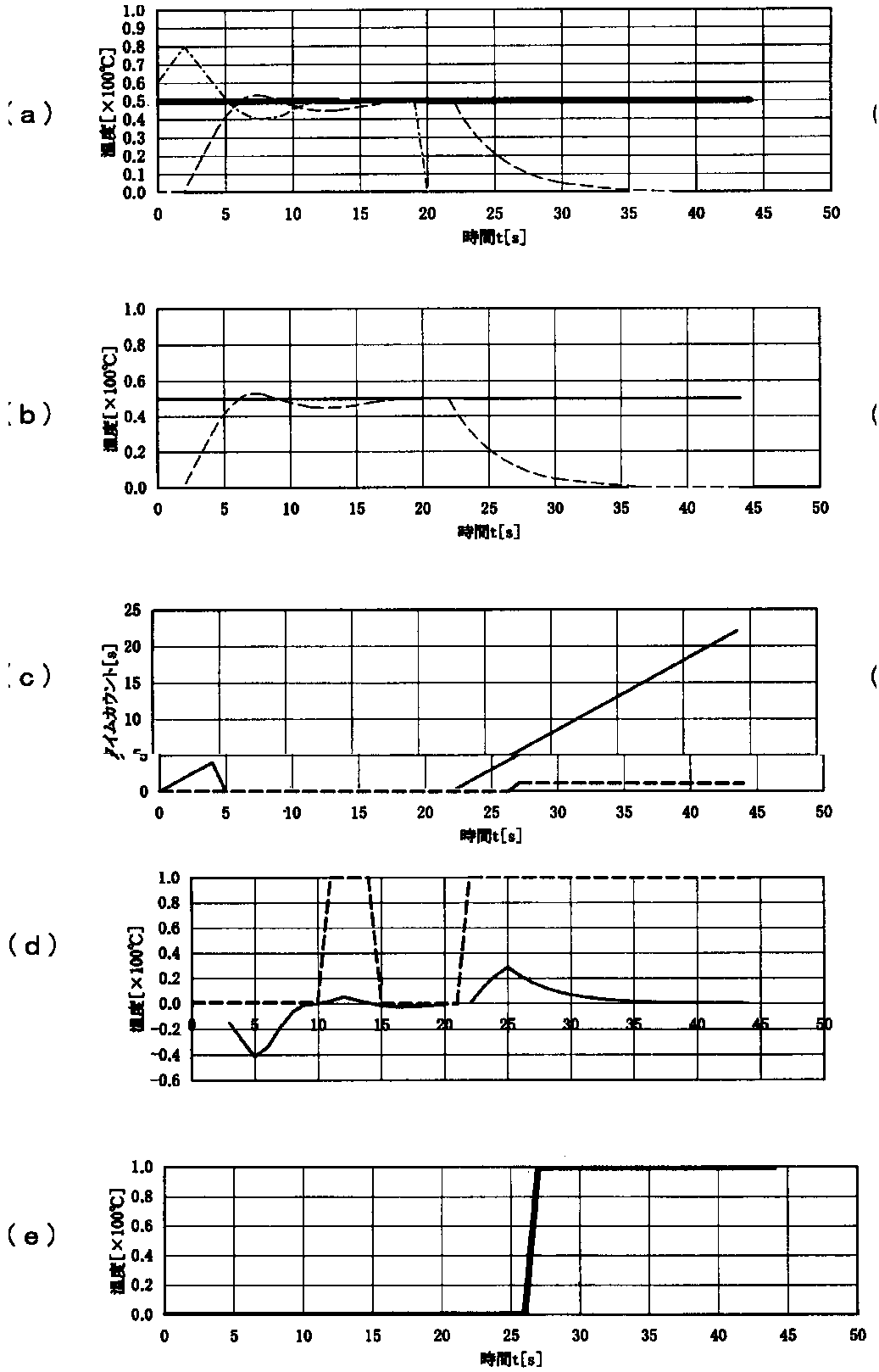
【図7】



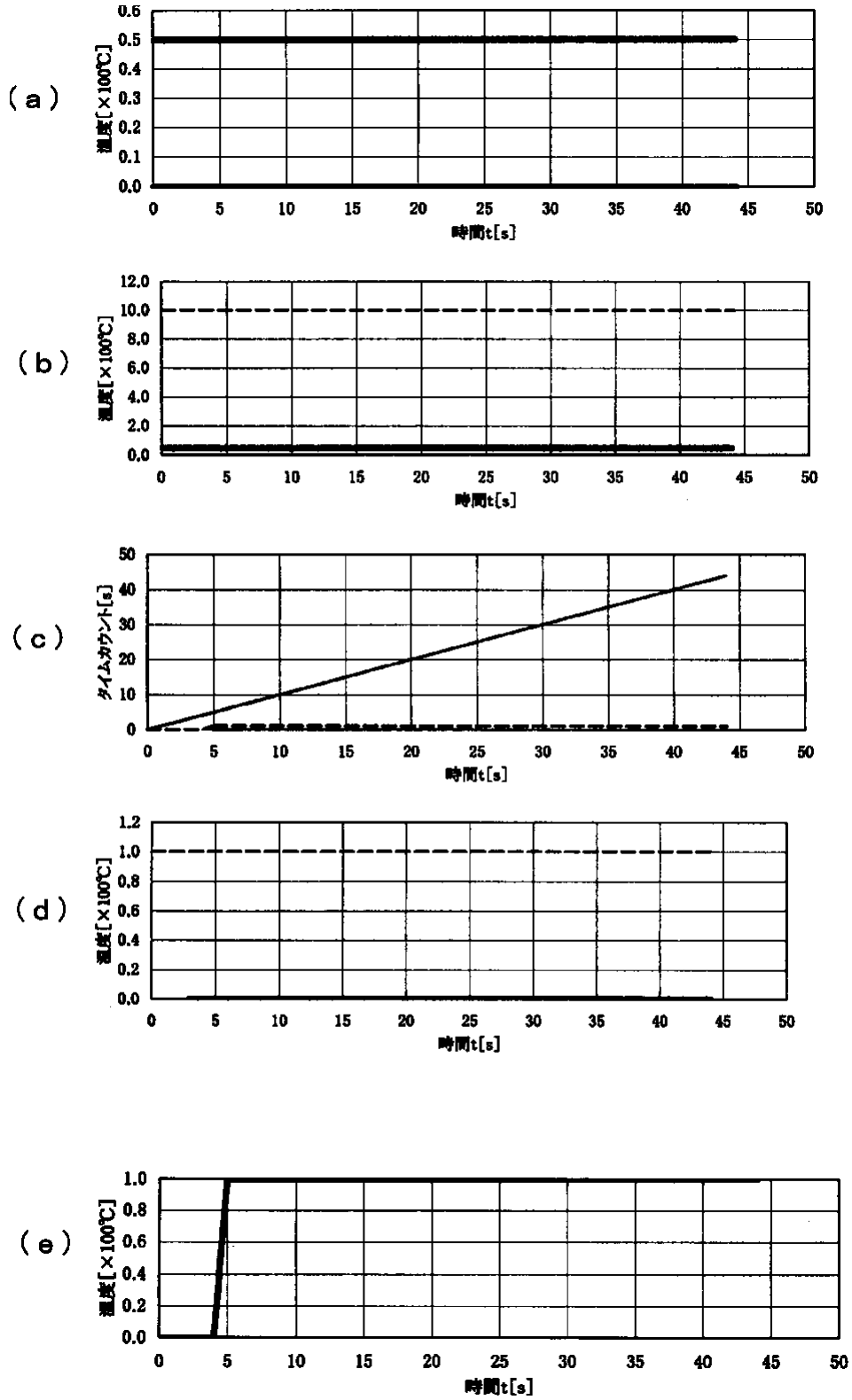
【図8】



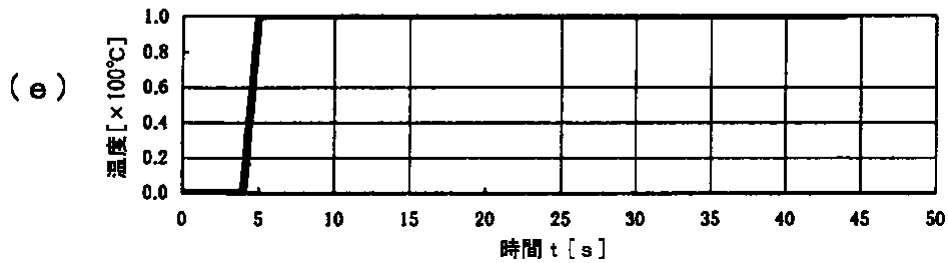
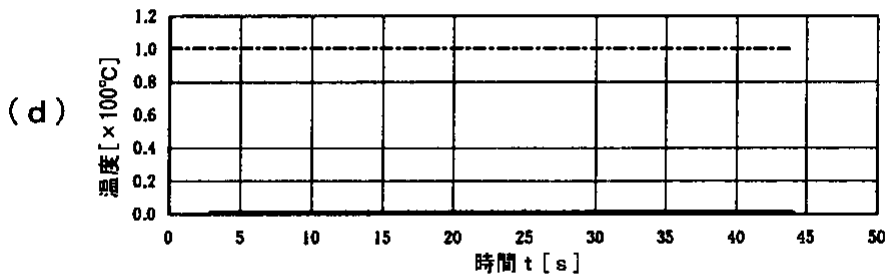
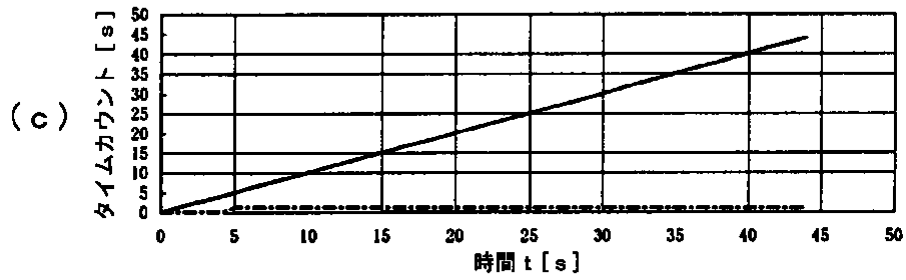
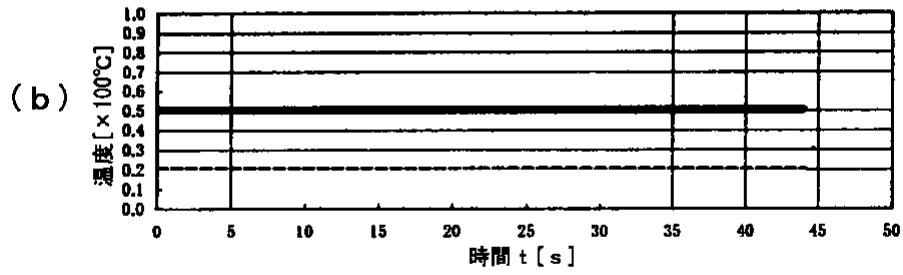
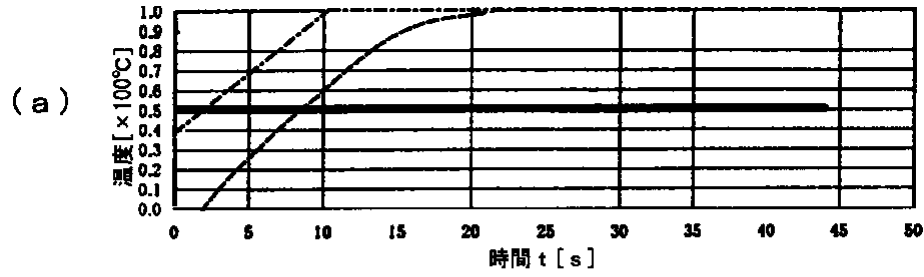
【図9】



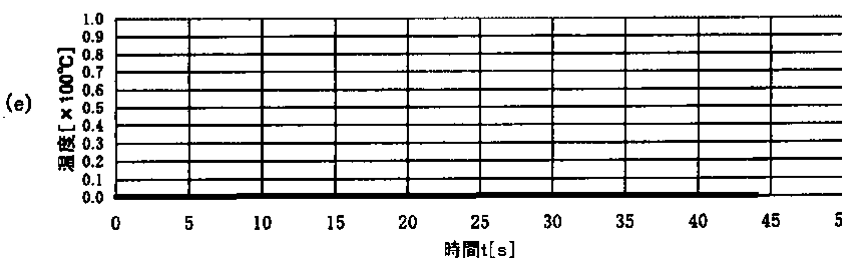
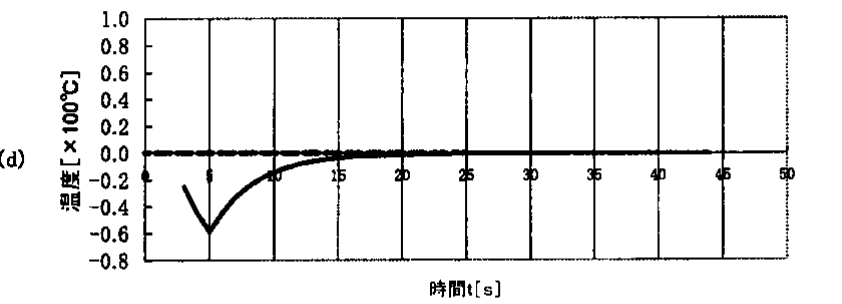
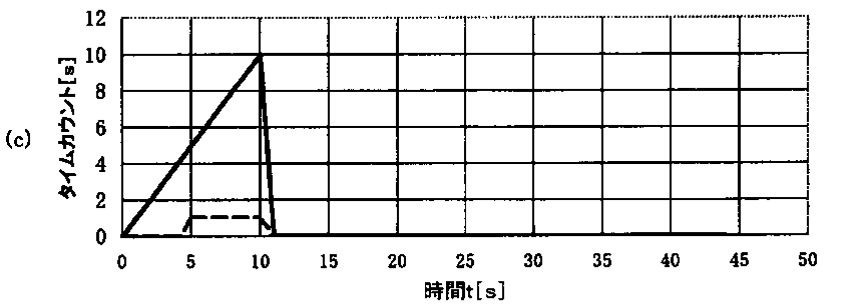
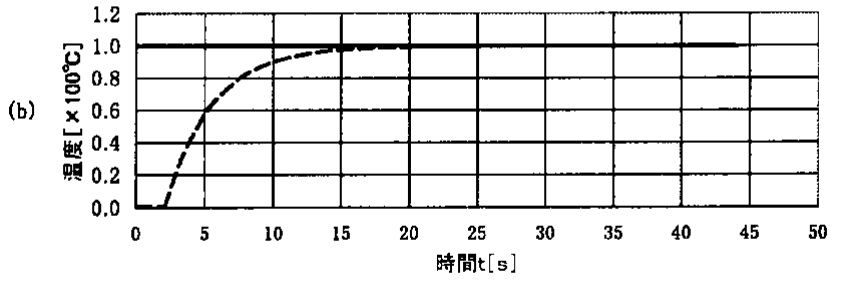
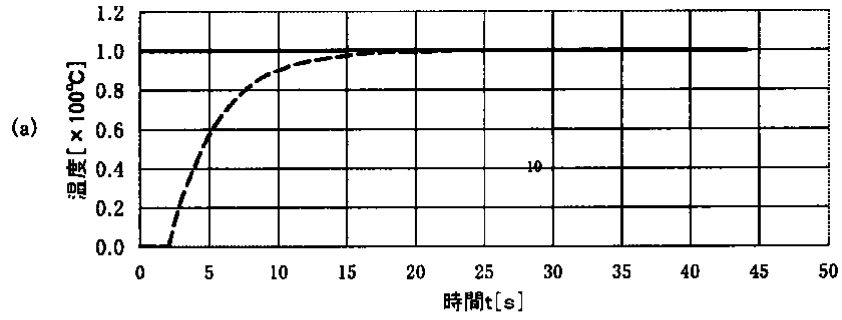
【図10】



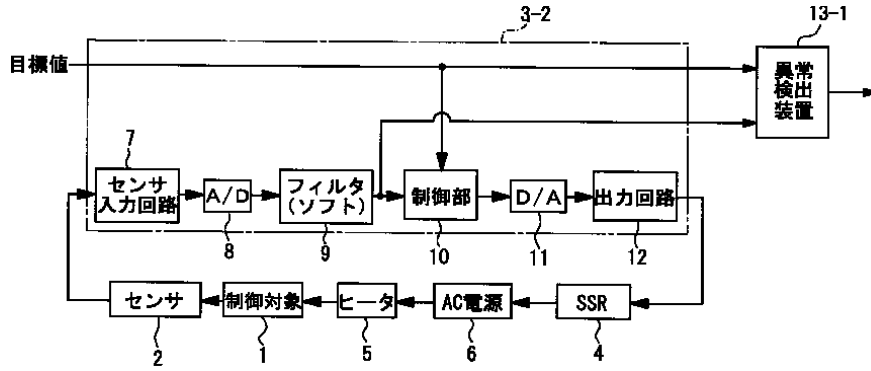
【図11】



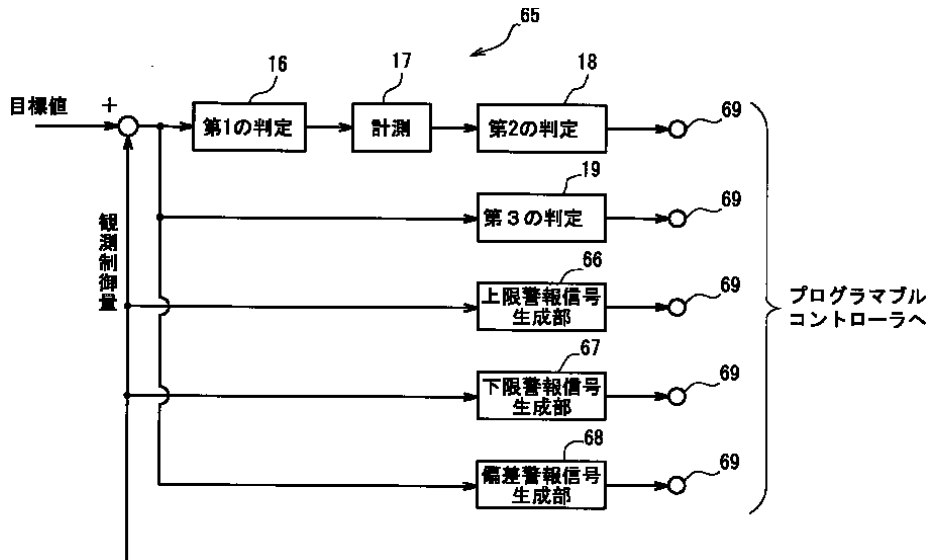
【図12】



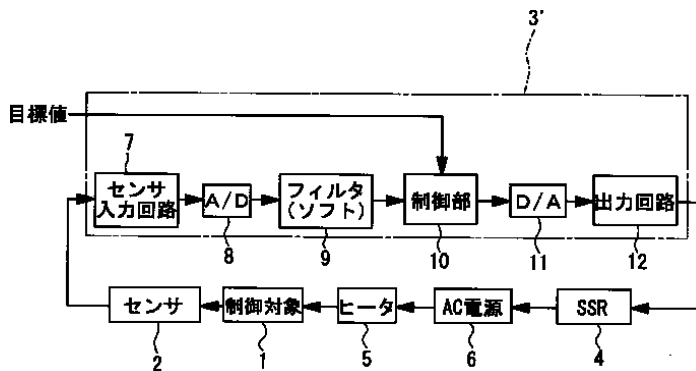
【図16】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平5 - 322261 (J P , A)

特開2001 - 280674 (J P , A)

特許2552177 (J P , B 2)

湯本 真樹、他3名、確率的定性推論
によるビル空調用熱源システムの不具合
検知方式、電機学会論文誌C、日本、社
団法人電機学会、1996年10月20日、第
116 - C 巻、第11号、p . 1281 - 1287

(58)調査した分野(Int.Cl.7, D B 名)

G05B 23/00 - 23/02