

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3289494号  
(P3289494)

(45) 発行日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(24) 登録日 平成14年3月22日(2002.3.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	
G 0 1 H 17/00		G 0 1 H 17/00	Z
// G 0 6 F 9/44	5 5 4	G 0 6 F 9/44	5 5 4 K

請求項の数13(全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平6-139580</p> <p>(22) 出願日 平成6年5月31日(1994.5.31)</p> <p>(65) 公開番号 特開平7-324976</p> <p>(43) 公開日 平成7年12月12日(1995.12.12)</p> <p>審査請求日 平成12年3月15日(2000.3.15)</p>	<p>(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</p> <p>(72) 発明者 藤本 尚紀 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内</p> <p>(72) 発明者 堀池 純夫 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内</p> <p>(72) 発明者 久野 敦司 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内</p> <p>(74) 代理人 100080322 弁理士 牛久 健司 (外1名)</p> <p>審査官 郡山 順</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 状態判定装置および方法、センシング方法、ならびに被検査物体の検査システム

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定する対象状態判定手段、被検査物体が動作を開始したと上記対象状態判定手段が判定した後に、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、判定モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて被検査物体の動作状態を判定する動作状態判定手段、および調整モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量を、入力される被検査物体の動作状態を教示する教師信号にしたがって教示された動作状態に対応してメモリに記憶し、上記メモリに記憶された動作状態に対応する特徴量を用いて上記判断知

2

識を調整する知識調整手段、  
を備えた状態判定装置。

【請求項2】 振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定する対象状態判定手段、被検査物体が動作を開始したと上記対象状態判定手段が判定した後に、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、判定モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量に基づいてあらかじめ記憶された診断知識を用いて被検査物体の劣化診断を行う動作状態判定手段、および調整モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量のうち、入力される劣化状態または正常状態を教示する教師信号にしたがって特定の特徴量のみをメモリに記憶し、上記メモリに記憶された

特徴量を用いて上記診断知識を調整する知識調整手段、  
を備えた状態判定装置。

【請求項 3】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定する対象状態判定手段、計測可能な状態であると上記対象状態判定手段が判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、判定モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量について、あらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う信号処理手段、および調整モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整する知識調整手段、を備えた状態判定装置。

【請求項 4】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定する対象状態判定手段、計測可能な状態であると上記対象状態判定手段が判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、および上記特徴量作成手段によって作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う信号処理手段、を備えた状態判定装置。

【請求項 5】 上記特徴量作成手段は、上記センサ信号を全波整流する全波整流手段、上記全波整流手段の出力信号をロウ・パス・フィルタリングするロウ・パス・フィルタ、上記ロウ・パス・フィルタの出力信号が、所定の閾値を越えた時間を計時する閾値越え時間カウンタ、および上記ロウ・パス・フィルタの出力信号が、所定の閾値を越えた回数を計数する閾値越え回数カウンタ、を備え、上記閾値越え時間および上記閾値越え回数を上記特徴量とする、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の状態判定装置。

【請求項 6】 振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定した後に、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、判定モードにおいては、作成された特徴量に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて被検査物体の動作状態を判定し、調整モードにおいては、作成された特徴量を、入力される被検査物体の動作状態を教示する教師信号にしたがっ

て教示された動作状態に対応してメモリに記憶し、上記メモリに記憶された動作状態に対応する特徴量を用いて上記判断知識を調整する、状態判定方法。

【請求項 7】 振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定した後に、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、判定モードにおいては、作成された特徴量に基づいてあらかじめ記憶された診断知識を用いて被検査物体の劣化診断を行い、調整モードにおいては、作成された特徴量のうち、入力される劣化状態または正常状態を教示する教師信号にしたがって特定の特徴量のみをメモリに記憶し、上記メモリに記憶された特徴量を用いて上記診断知識を調整する、状態判定方法。

【請求項 8】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測可能な状態であると判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、判定モードにおいては、作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行い、調整モードにおいては、作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整する、状態判定方法。

【請求項 9】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測可能な状態であると判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う、状態判定方法。

【請求項 10】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測対象が計測可能な状態であると判定すると、上記センサ信号を出力する、センシング方法。

【請求項 11】 センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号を常に出力しており、上記センサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測対象が計測可能な状態であると判定するとインーブル信号を出力する、センシング方法。

【請求項 12】 被検査物体の振動を表すセンサ信号を出力する振動センサ、

所与の装着信号が入力されると上記振動センサを被検査物体に装着させ、所与の離脱信号が入力されると上記振動センサを被検査物体から離脱させるセンサ着脱手段、所与の動作開始信号が入力されると被検査物体の動作を制御する対象コントローラ、

上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定すると上記センサ信号に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて被検査物体の動作状態を判定し、判定結果を出力する状態判定手段、および上記センサ着脱手段に装着信号を出力するとともに上記対象コントローラに動作開始信号を出力し、所定の動作時間経過後に上記センサ着脱手段に離脱信号を出力し、一定時間経過後に上記状態判定手段から判定結果が出力されないと上記センサ着脱手段に装着信号を出力するとともに上記対象コントローラに動作開始信号を出力するホスト・コントローラ、を備えた被検査物体の検査システム。

【請求項 1 3】 被検査物体の振動を表すセンサ信号を出力する振動センサ、所与の動作開始信号が入力されると被検査物体を動作させ、所与の動作終了信号が入力されると被検査物体を停止させる対象コントローラ、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定すると上記センサ信号に基づいて被検査物体の劣化診断を行い、判定結果を出力する状態判定手段、および上記対象コントローラに動作開始信号を出力し、上記状態判定装置から被検査物体に異常が生じている旨の判定結果が出力されると、上記対象コントローラに動作終了信号を出力するホスト・コントローラ、を備えた被検査物体の検査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】この発明は、センサによって計測された計測対象から生じる物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象の状態を判定する状態判定装置および方法、センサ・コントローラおよびセンシング方法、ならびに状態判定装置を用いた被検査物体の検査システムに関する。

【0002】

【従来技術とその問題点】センサによって計測された計測対象から生じる物理量を表すセンサ信号に基づいて信号処理を行ない、その処理結果を外部に出力する装置としてセンサ・コントローラがある。

【0003】従来のセンサ・コントローラは、センサから出力されるセンサ信号について所定のタイミングで信号処理を開始する。この信号処理の開始が最適なタイミングでなければ、センサ・コントローラに接続された機器は誤動作を起こすことがある。

【0004】信号処理は信号処理のための処理知識を用いて行われ、処理知識はセンサ・コントローラ内にあらかじめ記憶された計測対象毎の複数の処理知識の中から、オペレータにより計測対象に応じて選択された処理知識が用いられる。しかしながら、計測対象の変更、センサの劣化等の要因により適正な信号処理ができないことがあり、あらかじめ記憶された処理知識では対応できない場合がある。このような場合には、処理知識をセンサ・コントローラに設定しなおさなければならず、多大な時間と労力を要する。この処理知識の調整（設定）には専門的な知識を有するオペレータが行わなければならない。

【0005】

【発明の開示】この発明はセンサによって計測された計測対象から生じる物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象の状態を判定する状態判定装置および方法を提供することを目的としている。

【0006】この発明は計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定することができるセンサ・コントローラおよびセンシング方法を提供することを目的としている。

【0007】この発明は状態判定装置を用いて被検査物体の検査を行う検査システムを提供することを目的としている。

【0008】ここで、計測可能な状態とは、センサおよび計測対象が目的とする情報を計測することができる状態である。たとえば計測可能な状態は、センサがその機能を十分に発揮できる温度状態にある、センサが計測対象をその検知領域内にとらえている、計測対象が過渡状態を脱して目的とする定常状態にある、というような状態である。また、計測対象の過渡状態におけるデータが目的とする情報であれば、計測対象が過渡状態であることが計測可能な状態である。

【0009】まず、この発明による状態判定装置および方法について説明する。この発明による状態判定装置は実施例ではセンサ・コントローラとして実現されている。

【0010】第1の発明による状態判定装置は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定する対象状態判定手段、計測可能な状態であると上記対象状態判定手段が判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、判定モードにおいては、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量について、あらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う信号処理手段、および調整モードにおいては、上記特徴量作成によって作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整する知識調整手段を備えている。

【0011】第1の発明による状態判定方法は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測可能な状態であると判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、判定モードにおいては、作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行い、調整モードにおいては、作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整するものである。

【0012】第1の発明によると、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて、対象状態判定手段によって計測対象が計測可能な状態であるかどうか判定される。計測可能な状態であると対象状態判定手段が判定した後に、センサから出力されるセンサ信号に基づいて、特徴量作成手段によって特徴量が作成される。判定モードにおいては、特徴量作成手段によって作成された特徴量について、あらかじめ記憶された処理知識を用いて、信号処理手段によって信号処理が行われる。調整モードにおいては、特徴量作成によって作成された特徴量が、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶され、上記メモリに記憶された特徴量を用いて処理知識が知識調整手段によって調整される。

【0013】したがって、判定モードにおいては計測対象が計測可能な状態であると判定された後に、信号処理が行われるので、最適なタイミングで信号処理を行える。これにより、計測開始のタイミングのずれによる状態判定装置の誤動作を回避することができる。また、処理知識が不適切である場合（調整モード）においては、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶された特徴量を用いて処理知識が自動的に調整されるので、信号処理に用いられる処理知識の調整に専門的な知識を必要とせず、信号処理に用いられる処理知識を容易に調整ができる。

【0014】第2の発明による状態判定装置は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定する対象状態判定手段、計測可能な状態であると上記対象状態判定手段が判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、および上記特徴量作成手段によって作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う信号処理手段を備えている。

【0015】第2の発明による状態判定方法は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測可能な状態であると判定した後に、上記センサから出力されるセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処

理知識を用いて信号処理を行うものである。

【0016】第2の発明によると、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて、対象状態判定手段によって計測対象が計測可能な状態であるかどうか判定される。計測可能な状態であると対象状態判定手段が判定した後に、センサから出力されるセンサ信号に基づいて、特徴量作成手段によって特徴量が作成される。特徴量作成手段によって作成された特徴量について、あらかじめ記憶された処理知識を用いて、信号処理手段によって信号処理が行われる。

【0017】したがって、計測対象が計測可能な状態であると判定された後に、信号処理が行われるので、最適なタイミングで信号処理を行える。これにより、計測開始のタイミングのずれによる状態判定装置の誤動作を回避することができる。

【0018】第3の発明による状態判定装置は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて特徴量を作成する特徴量作成手段、判定モードにおいて、上記特徴量作成手段によって作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行う信号処理手段、および調整モードにおいて、上記特徴量作成によって作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整する知識調整手段を備えている。

【0019】第3の発明による状態判定方法は、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて特徴量を作成し、判定モードにおいて、作成された特徴量についてあらかじめ記憶された処理知識を用いて信号処理を行い、調整モードにおいて、作成された特徴量を、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶し、上記メモリに記憶した特徴量を用いて上記処理知識を調整するものである。

【0020】第3の発明によると、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて、特徴量作成手段によって特徴量が作成される。判定モードにおいては、特徴量作成手段によって作成された特徴量について、あらかじめ記憶された処理知識を用いて、信号処理手段によって信号処理が行われる。調整モードにおいては、特徴量作成によって作成された特徴量が、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶され、上記メモリに記憶された特徴量を用いて処理知識が知識調整手段によって調整される。

【0021】したがって、処理知識が不適切である場合（調整モード）においては、入力される教師信号にしたがってメモリに記憶された特徴量を用いて処理知識が自動的に調整されるので、信号処理に用いられる処理知識の調整に専門的な知識を必要とせず、信号処理に用いられる処理知識を容易に調整ができる。

【0022】第1および第2の発明の第1の実施態様に

10

20

30

40

50

おいては、上記計測可能な状態の判定が、計測対象が動作を開始したかどうかの判定である。

【0023】計測対象が動作していないとき、信号処理手段が信号処理を行うと状態判定装置は誤動作を起こすことがある。第1の実施態様では、計測対象の動作開始を判定することにより状態判定装置の誤動作を防止している。

【0024】第1および第2の発明の第2の実施態様においては、上記計測可能な状態の判定が、上記センサが計測対象に接触しているかどうかの判定である。

【0025】センサが計測対象に接触していないときに、信号処理手段が信号処理を行うと、状態判定装置は誤動作を起こすことがある。第2の実施態様では、センサが計測対象に接触しているかどうかを判定することにより状態判定装置の誤動作を防止している。

【0026】第1、第2および第3の発明の第3の実施態様においては、上記特徴量作成手段は、上記センサ信号を全波整流する全波整流手段、上記全整流手段の出力信号をロウ・パス・フィルタリングするロウ・パス・フィルタ、上記ロウ・パス・フィルタの出力信号が、所定の閾値を越えた時間を計時する閾値越え時間カウンタ、および上記ロウ・パス・フィルタの出力信号が、所定の閾値を越えた回数を計数する閾値越え回数カウンタを備え、上記閾値越え時間および上記閾値越え回数を上記特徴量とする。

【0027】この実施態様によると、センサによって計測されたセンサ信号が全波整流され、全波整流された出力信号がロウ・パス・フィルタリングされる。ロウ・パス・フィルタリングされた出力信号が、所定の閾値を越えた時間が計時される。ロウ・パス・フィルタリングされた出力信号が、所定の閾値を越える回数が計数される。閾値越え時間および閾値越え回数が特徴量となる。これらの特徴量は、センサ信号によって表される計測対象の物理量の大きさに基づいて信号処理が行われるときに用いられる。

【0028】第1、第2、第3の発明の第4の実施態様においては、上記信号処理手段は、上記特徴量に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて計測対象の動作状態を判定するものである。

【0029】この実施態様では、計測対象の動作状態が判定されるので、製品の検査、たとえばプリンタの検査を行うことができる。

【0030】第1、第2、第3の発明の第5の実施態様においては、上記信号処理手段は、上記特徴量に基づいてあらかじめ記憶された診断知識を用いて計測対象の劣化診断を行うものである。

【0031】この実施態様では、計測対象の劣化診断が行われるので、稼働中の設備、たとえば送風機等の劣化を診断することができる。

【0032】第1、第2、第3の発明の一実施態様にお

いては、計測対象の物理量を計測するセンサをさらに備えられる。

【0033】次に、この発明によるセンサ・コントローラについて説明する。

【0034】第4の発明によるセンサ・コントローラは、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、計測対象が計測可能な状態であると判定すると上記センサ信号を出力する。

10 【0035】第4の発明によると、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定される。計測対象が計測可能な状態であると判定されるとセンサ信号が出力される。

【0036】したがって、計測対象が計測可能な状態になるとセンサ信号が出力されるので、センサ・コントローラに接続された装置たとえば、センサ信号について信号処理を行う信号処理装置は有効なセンサ信号を用いて信号処理を行うことができる。

20 【0037】第5の発明によるセンサ・コントローラは、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号を常に出力しており、上記センサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定し、上記計測対象が計測可能な状態であると判定するとイネーブル信号を出力する。

【0038】第5の発明によると、センサによって計測された計測対象の物理量を表すセンサ信号が常に出力されている。センサ信号に基づいて計測対象が計測可能な状態であるかどうかを判定される。計測対象が計測可能な状態であると判定されるとイネーブル信号が出力される。

30 【0039】したがって、計測対象が計測可能な状態になるとイネーブル信号が出力されるので、センサ・コントローラに接続される装置たとえば、センサ信号について信号処理を行う信号処理装置はイネーブル信号が入力された後に信号処理を行うことにより、有効なセンサ信号を用いて信号処理を行うことができる。

40 【0040】第4および第5の発明の一実施態様においては、上記計測可能な状態の判定が、計測対象が動作を開始したかどうかの判定である。

【0041】計測対象が動作していないとき、センサ・コントローラに接続された信号処理装置が信号処理を行うと誤動作を起こすことがある。この実施態様では、計測対象の動作開始を判定することにより信号処理装置の誤動作を防止している。

【0042】第4および第5の発明の他の実施態様においては、上記計測可能な状態の判定が、上記センサが計測対象に接触しているかどうかの判定である。

50 【0043】センサが計測対象に接触していないとき、センサ・コントローラに接続された信号処理装置が信号

処理を行うと誤動作を起こすことがある。この実施態様では、センサが計測対象に接触しているかどうかを判定することにより信号処理装置の誤動作を防止している。

【0044】最後に、この発明による被検査物体の検査システムについて説明する。

【0045】第6の発明による被検査物体の検査システムは、被検査物体の振動を表すセンサ信号を出力する振動センサ、所与の装着信号が入力されると上記振動センサを被検査物体に装着させ、所与の離脱信号が入力されると上記振動センサを被検査物体から離脱させるセンサ着脱手段、所与の動作開始信号が入力されると被検査物体の動作を制御する対象コントローラ、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定すると上記センサ信号に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて被検査物体の動作状態を判定し、判定結果を出力する状態判定手段、および上記センサ着脱手段に装着信号を出力するとともに上記対象コントローラに動作開始信号を出力し、所定の動作時間経過後に上記センサ着脱手段に離脱信号を出力し、一定時間経過後に上記状態判定手段から判定結果が出力されないと上記センサ着脱手段に装着信号を出力するとともに上記対象コントローラに動作開始信号を出力するホスト・コントローラを備えている。

【0046】第6の発明の一実施態様においては、被検査物体はプリンタである。

【0047】第6の発明によると、まず、装着信号がホスト・コントローラからセンサ着脱手段に出力され、振動センサがセンサ着脱手段により被検査物体に装着される。動作開始信号がホスト・コントローラから対象コントローラに出力され、対象コントローラにより被検査物体が作動される。一定時間経過後に離脱信号がホスト・コントローラからセンサ着脱手段に出力され、センサ着脱手段により振動センサが被検査物体から離脱される。

【0048】状態判定装置において、振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定され、被検査物体が動作を開始したと判定すると、センサ信号に基づいてあらかじめ記憶された判断知識を用いて被検査物体の動作確認が行われる。センサ・コントローラから判定結果が出力されないときには再びホスト・コントローラからセンサ着脱手段に装着信号が出力され、対象コントローラに動作開始信号が出力されることになる。

【0049】したがって、状態判定装置は、被検査物体が動作を開始した後に被検査物体の動作状態の判定を行うので誤判定することがなくなる。また、被検査物体は動作していたとしても振動センサが被検査物体に確実に接触していないとき、状態判定装置は被検査物体が動作を開始したと判定しないので誤判断がなくなる。このようなときには、再び被検査物体の動作確認が行われるこ

とになる。

【0050】第7の発明による被検査物体の検査システムは、被検査物体の振動を表すセンサ信号を出力する振動センサ、所与の動作開始信号が入力されると被検査物体を動作させ、所与の動作終了信号が入力されると被検査物体を停止させる対象コントローラ、上記振動センサから出力されるセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始したと判定すると上記センサ信号に基づいて被検査物体の劣化診断を行い、判定結果を出力する状態判定手段、および上記対象コントローラに動作開始信号を出力し、上記状態判定装置から被検査物体に異常が生じている旨の判定結果が出力されると上記対象コントローラに動作終了信号を出力するホスト・コントローラを備えている。

【0051】第7の発明の一実施態様においては、被検査物体は送風機である。

【0052】第7の発明によると、動作開始信号がホスト・コントローラから対象コントローラに出力され、対象コントローラにより被検査物体が稼働される。状態判定装置において、振動センサによって計測された被検査物体の振動を表すセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかが判定され、被検査物体が稼働を開始したと判定すると、センサ信号に基づいて被検査物体の劣化診断が行われる。状態判定装置から被検査物体に異常が生じている旨の判定結果がホスト・コントローラに出力されると、動作終了信号がホスト・コントローラから対象コントローラに出力され、対象コントローラにより被検査物体が停止される。

【0053】したがって、状態判定装置は被検査物体が稼働を開始した後に被検査物体の劣化診断を行うので誤判定することがなくなり、検査システムが誤動作することがなくなる。これにより、被検査物体に異常が生じることにより起こる危険等を回避することができる。また、被検査物体は稼働していたとしても、振動センサが被検査物体に確実に接触していないとき、状態判定装置は、被検査物体が動作を開始したと判定しないので誤判断がなくなり、検査システムの誤動作を防止することができる。

【0054】

【実施例】

第1実施例

図1は、製品の検査を行う検査システムの全体的構成を示すブロック図である。

【0055】この検査システムは、プリンタを検査するものであり、プリンタの紙送り機構等の駆動機構に異常があるかどうかを検査される。プリンタの駆動機構に異常、たとえば駆動機構のギアの噛み合わせが悪いと、正常なときよりも大きい振動が発生するので、この振動を振動センサを用いて計測することによりプリンタの製品

検査が行われる。

【0056】検査システムは、振動センサ10、ホスト・コントローラ11、プリンタ・コントローラ12、シリンダ・コントローラ13、シリンダ・アーム14、シリンダ15、ロッド16およびセンサ・コントローラ20を備えている。

【0057】ホスト・コントローラ11、プリンタ・コントローラ12およびシリンダ・コントローラ13はそれぞれ、別個のコンピュータ・システムにより実現することもできるし、1台のコンピュータ・システムに実現することもできる。これらの一部をハードウェアにより実現

することもできるし、その他の一部をソフトウェアにより実現することもできる。

【0058】シリンダ15がシリンダ・アーム14に垂直に支持され、シリンダ15からロッド16が垂直下向に伸縮自在である。ロッド16の先端には、被検査物体であるプリンタの振動を計測する振動センサ10が取り付けられている。振動センサ10はたとえば、 piezo素子である。振動センサ10から出力される振動を表すセンサ信号は、シリンダ・アーム14、シリンダ15およびロッド16の内部を通るケーブルを介して、センサ・コントローラ20に入力される。

【0059】振動センサ10はロボット（マニピュレータ）等により、被検査物体であるプリンタ1に装着させるようにしてもよい。

【0060】プリンタの製品検査の手順を以下に説明する。

【0061】まず、ホスト・コントローラ11は、振動センサ10をプリンタ1に装着させるために装着信号をシリンダ・コントローラ13に出力する。シリンダ・コントローラ13は、装着信号がホスト・コントローラ11から出力されると、シリンダ15を動作させて振動センサ10がプリンタ1に接触するまでロッド16を延ばす。振動センサ10は一定の圧力でプリンタ1に接触させるのが好ましい。

【0062】次に、ホスト・コントローラ11は、プリンタ1を動作させるために動作開始信号をプリンタ・コントローラ12に出力する。プリンタ・コントローラ12は、ホスト・コントローラ11から動作開始信号が出力されると、プリンタの駆動機構に対してあらかじめ決められた動作を行わせる。プリンタ1の検査はあらかじめ決められた検査箇所（駆動機構）について検査が行われるため、プリンタ1の動作には一定の動作時間Tdを要する。

【0063】センサ・コントローラ20は、後述するように、振動センサ10から出力されるセンサ信号に基づいてプリンタ1が動作を開始したかどうかを判定し、プリンタ1が動作を開始したと判定するとプリンタ1が正常に動作しているか（良品）または異常な動作をしているか（不良品）の動作状態を判定する。判定結果は、センサ・コントローラ20からホスト・コントローラ11に出力される。

【0064】また、振動センサ10がプリンタ1に確実に接触していないときは、プリンタ1が動作を開始したと判定することがないので、プリンタ1の動作状態の判定が行われない。このため、判定結果はセンサ・コントローラ20からホスト・コントローラ11に出力されない。

【0065】ホスト・コントローラ11は、プリンタ・コントローラ12に動作開始信号を出力した後上述の動作時間Tdが経過すると、振動センサ10をプリンタ1から離脱させるための離脱信号をシリンダ・コントローラ13に出力する。シリンダ・コントローラ13は、ホスト・コントローラ11から離脱信号が出力されると、シリンダ15を動作させてロッド16を縮め振動センサ20をプリンタ1から離脱させる。また、プリンタ・コントローラ12が動作を終了すると動作終了信号をホスト・コントローラ11に出力し、ホスト・コントローラ11がこの動作終了信号が出力されるとセンサ・コントローラ20から出力される判定結果を取込むようにしてもよい。

【0066】ホスト・コントローラ11は、シリンダ・コントローラ13に離脱信号を出力すると、センサ・コントローラ20から出力される判定結果を取込む。センサ・コントローラ20から出力される判定結果は、必要があればさらに上位コントローラに出力される。

【0067】ホスト・コントローラ11が離脱信号をシリンダ・コントローラ13に出力した後一定時間経過しても、判定結果がセンサ・コントローラ20から出力されない場合は、センサ・コントローラ20によってプリンタ1の動作状態の判定が行われていないことになる。この場合には、ホスト・コントローラ11は、再び、離脱開始信号をシリンダ・コントローラ13に出力し、さらに動作開始信号をプリンタ・コントローラ12に出力してプリンタ1を再び動作させることとなる。

【0068】このようにして、プリンタ1の製品検査が行われることになる。

【0069】この検査システムは、プリンタ以外にその他の製品について適用できる。検査する製品には、モータ、モータを用いた製品たとえばコピー機、ファクシミリ装置、ドライア、ベルト・コンベア等がある。また、ポンプ、コンプレッサ、エンジン、これらを用いた製品等についても適用できる。これらの製品に限らず、その他の製品にも適用できる。

【0070】また、計測する物理量は、上述の振動に加えてまたは代えて、音、圧力、温度、力、電圧、電流等を用いてもよい。この場合には、それぞれの物理量を計測するためのセンサが必要となるのはいうまでもない。

【0071】図2は、第1実施例におけるセンサ・コントローラ20の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

【0072】センサ・コントローラ20は、プレゼンシング部21、判定センシング部22および調整センシング部23からなる。プレゼンシング部21と、判定センシング部22および調整センシング部23とはそれぞれ、プログラムさ

れたコンピュータ・システム（いわゆるマイコン）によって実現される。また、これらのすべてを1つのコンピュータ・システムによって実現してもよいし、各部をそれぞれ別個のコンピュータ・システムによって実現してもよい。

【0073】プレゼンシング部21は、被検査物体が動作を開始したかどうかを判定するものである。

【0074】プレゼンシング部21は対象状態判定装置30およびスイッチ37を備えている。

【0075】対象状態判定装置30は、振動センサ10から出力されるセンサ信号に基づいて被検査物体が動作を開始したかどうかを判定し、被検査物体が動作を開始するとスイッチ37をオンにし、かつ、イネーブル信号を特徴量作成処理40に出力する。スイッチ37はたとえば、アナログ・スイッチである。

【0076】図3は、振動センサ10によって計測されたプリンタの振動を表す振動波形の一例である。プリンタ1が動作開始前は振動が小さく、プリンタ1が動作を開\*

$$A > Th2 \quad \text{AND} \quad A >> B$$

【0080】この動作開始判定条件を満たすと被検査物体が動作を開始したものと判定され、スイッチ37がオンにされるとともにイネーブル信号が出力される。

【0081】振動センサ10が被検査物体に接触していないとき、振動センサ10は被検査物体の振動を検出することができないので、振動の交流成分振幅  $v_i$  が  $v_i \sim 0$  となり、式(1)の動作開始判定条件を満たすことはない。したがって、この動作開始判定条件により振動センサ10が被検査物体に接触しているかどうか（振動センサ10が被検査物体の振動を検出しているかどうか）という判定も同時に行っていることになる。動作開始判定条件には、式(1)に示すもの以外の条件を用いることもできる。

【0082】判定センシング部22は、センサ信号に基づいて被検査物体が「良品」であるか、または「不良品」であるかの動作状態の判定を行うものである。

【0083】判定センシング部22は、A/D変換器45、特徴量作成処理40、モード切替ボタン46、モード切替スイッチ47、ファジィ推論処理48および判断知識記憶メモリ49を備えている。

【0084】センサ・コントローラ20には、判定モードと調整モードとがあり、オペレータがモード切替スイッチ46を操作してスイッチ47を切替えることにより、モードが切替えられる。

【0085】対象状態判定装置30が被検査物体が動作を開始したと判定すると、スイッチ37がオンになり、イネーブル信号が特徴量作成処理40に出力される。振動センサ10から出力されるセンサ信号がスイッチ37を介してA/D変換器45に与えられ、一定のサンプリング間隔でA/D変換される。A/D変換された振動データは、A/D変換器45から特徴量作成処理40に与えられる。

\* 始すると大きな振動が発生し、その後動作開始前より大きい振動が発生している。

【0077】プリンタの動作開始時点における振動と、動作開始時点の前後における振動の振幅に基づいて動作開始が判定される。

【0078】振動の交流成分振幅  $v_i$  が所定の閾値  $Th1$  を越える前（動作開始前）における振動の交流成分振幅  $v_i$  の平均値を振幅  $B$  とし、交流成分振幅  $v_i$  が閾値  $Th2$  を越えた後一定時間  $T0$  経過した後（動作開始後）における  $N$  個の交流成分振幅  $v_i$  の平均値を振幅  $A$  とする。交流成分振幅  $v_i$  が閾値  $Th2$  を越えた直後に振幅  $A$  を算出すると、被検査物体の動作開始時における大きな振動により誤判定を起こすことがあり、これを避けるために交流成分振幅  $v_i$  が閾値  $Th2$  を越えた後一定時間  $T0$  経過した後に振幅  $A$  を算出する。動作開始判定条件は次式で表される。

【0079】

$$\dots(1)$$

【0086】特徴量作成処理40は、対象状態判定装置30からイネーブル信号が出力されるまで処理を行わない。特徴量作成処理40は、対象状態判定装置30からイネーブル信号が与えられると、A/D変換器45から与えられた振動データから特徴量を作成する。作成される特徴量には、以下に説明する閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$  がある。特徴量は、その他（たとえばRMS（Root Mean Square）等）を作成してもよい。

【0087】図4は、特徴量作成処理40の詳細な構成を示す機能ブロックである。

【0088】特徴量作成処理40は、全波整流処理41、ロウ・パス・フィルタ42、閾値越え時間カウンタ43および閾値越え回数カウンタ44を備えている。

【0089】A/D変換器45から与えられる振動データが全波整流処理41により全波整流され、さらにロウ・パス・フィルタ42によりロウ・パス・フィルタリングされ、その後、閾値越え時間カウンタ43および閾値越え回数カウンタ44に与えられる。

【0090】図5(A)は、プリンタが良品（駆動機構に異常がない場合）の振動波形を示し、図5(B)は図5(A)の波形について全波整流した後ロウ・パス・フィルタリングした波形を示す。

【0091】図6(A)は、プリンタが不良品（駆動機構に異常がある場合）の振動波形を示し、図6(B)は図6(A)に示す波形について全波整流した後ロウ・パス・フィルタリングした波形を示す。図6(A)に示す波形は常に異常な振動が発生している。この異常の原因はたとえば、駆動機構のギアの噛み合わせが悪いような場合である。

【0092】図6(C)は、プリンタが不良品（駆動機能に異常がある場合）の振動波形を示し、図6(D)は図6

(C) 示す波形について全波整流した後ロウ・パス・フィルタリングした波形を示す。図 6 (C) に示す波形は、一定周期で異常な振動が発生している。この異常の原因はたとえば、駆動機構のギアの歯の一部が欠けているような場合である。

【0093】閾値越え時間カウンタ43は、イネーブル信号が対象状態判定装置30から与えられると、ロウ・パス・フィルタ42からの振動データに基づいて、所定の閾値  $T_{h3}$  を越えている時間の計時を開始し、イネーブル信号が与えられてから動作時間  $T_d$  が経過するまで計時する。この計時時間が閾値越え時間  $T$  である。動作時間  $T_d$  が経過すると閾値越え時間  $T$  が閾値越え時間カウンタ43から出力される。

【0094】閾値越え回数カウンタ43は、イネーブル信号が対象状態判定装置30から与えられると、ロウ・パス・フィルタ42からの振動データに基づいて、所定の閾値  $T_{h3}$  を越えた回数の計数を開始し、イネーブル信号が与えられてから動作時間  $T_d$  が経過するまで計数する。この計数値が閾値越え回数  $C$  である。動作時間  $T_d$  が経過すると閾値越え回数  $C$  が閾値越え回数カウンタ44から出力される。

【0095】図 5 (B) , 図 6 (B) および図 6 (D) から分かるように、プリンタが良品の場合には振動データが閾値  $T_{h3}$  を越えることが少なく、プリンタ 1 が不良品の場合には振動データが閾値  $T_{h3}$  を越えることが多くなる。したがって、プリンタ 1 に異常が多いほど、閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$  はともに大きくなる。

【0096】切替スイッチ46により、スイッチ47が判定モードに切替えられていたときには、閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$  は特徴量として、スイッチ47を介してファジィ推論処理48に出力される。

【0097】一方、モード切替スイッチ46により、スイッチ47が調整モードに切替えられていたときには、閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$  は特徴量として、スイッチ47を介して調整センシング部23に与えられる。

【0098】判断知識記憶メモリ49は、判断知識を記憶しており、たとえば、図 7 に示す判断知識が記憶されている。

【0099】図 7 (A) は、判断知識の判断ルールの一例である。

【0100】図 7 (B) は、判断ルールの前件部変数「閾値越え時間  $T$ 」に関して、言語情報「SMALL」および「LARGE」の2つのメンバーシップ関数である。

【0101】図 7 (C) は、判断ルールの前件部変数「閾値越え回数  $C$ 」に関して、言語情報「SMALL」および「LARGE」の2つのメンバーシップ関数である。

【0102】図 7 (D) は、判断ルールの後件部変数「判定結果」に関して、言語情報「良品」および「不良品」の2つのシングルトンである。

【0103】ファジィ推論処理48は、判断知識記憶メモ

リ49に記憶された判断知識を用いて、特徴量作成処理40からスイッチ47を介して与えられる特徴量（閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$ ）に基づいて、被検査物体が「良品」であるかまたは「不良品」であるかをファジィ推論により判定する。判定結果は、ファジィ推論処理48からホスト・コントローラ11に出力される。

【0104】被検査物体が「良品」であるかまたは「不良品」であるか判定は、外部の判定装置により行うようにしてもよい。この場合には、特徴量作成処理40により作成された特徴量を上記の判定装置に出力する。また、被検査物体が「良品」であるかまたは「不良品」であるか判定をセンサ・コントローラ20内で行うか、または上記判定装置により行うかを、切り替えるようにしてもよい。

【0105】調整センシング部23は、判断知識記憶メモリ49に記憶された判断知識の前件部変数のメンバーシップ関数を調整するものである。

【0106】調整センシング部23は、ティーチング・ボタン51、データ切替スイッチ52、良品特徴量記憶メモリ53不良品特徴量記憶メモリ54およびメンバーシップ関数作成処理55を備えている。

【0107】判断知識の前件部変数のメンバーシップ関数を調整するために、被検査物体が良品の特徴量と、被検査物体が不良品の特徴量とを収集し、収集した特徴量を用いてメンバーシップ関数作成処理55がメンバーシップ関数を作成する。

【0108】モード切替スイッチ46によりモードが調整モードに切替えられているときは、オペレータは、現在計測されている被検査物体（プリンタ）が「良品」であるかまたは「不良品」であるかを、ティーチング・ボタン51を操作してティーチングする。オペレータがティーチング・ボタン51を操作することにより、スイッチ51が「良品」または「不良品」のいずれかに一方に切替えられる。

【0109】特徴量作成処理40によって作成された特徴量（閾値越え時間  $T$  および閾値越え回数  $C$ ）は、ティーチング・ボタン51により「良品」が選択されると良品特徴量記憶メモリ53に記憶され、ティーチング・ボタン51により「不良品」が選択されると不良品特徴量記憶メモリ54に記憶される。

【0110】図 8 (A) は、良品特徴量記憶メモリ53に記憶された特徴量の一例を示し、図 8 (B) は、不良品特徴量記憶メモリ54に記憶された特徴量の一例を示す。複数の被検査物体について計測された閾値越え時間  $T$  と閾値越え回数  $C$  とが対に記憶される。

【0111】判断知識を修正するための必要な特徴量が収集され、モード切替スイッチ46が調整モードから判定モードに切替えられると、良品特徴量記憶メモリ53および不良品特徴量記憶メモリ54に記憶された特徴量を用いて、メンバーシップ関数作成処理55によってメンバーシ

ップ関数が作成される。

【0112】メンバーシップ関数作成処理55は、良品特微量記憶メモリ53および不良品特微量記憶メモリ54にそれぞれ記憶された閾値越え時間Tおよび閾値越え回数Cのデータをすべて読み出し、それぞれについて平均値と標準偏差を算出する。

【0113】図7(A)に示す判断ルールから分かるように、判定結果が「良品」となるのは、前件部変数の言語情報が共に「SMALL」のときであるから、良品特微量記憶メモリ53に記憶された閾値越え時間Tの平均値1および標準偏差1を用いて前件部変数「閾値越え時間T」の言語情報「SMALL」を表すメンバーシップ関数が作成され、良品特微量記憶メモリ53に記憶された閾値越え回数Cの平均値1および標準偏差1を用いて前件部変数「閾値越え回数C」の言語情報「SMALL」を表すメンバーシップ関数が作成される。

【0114】また、判断ルールで判定結果が「不良品」となるのは、前件部変数の言語情報のいずれか一方が「LARGE」のときであるから、不良品特微量記憶メモリ54に記憶された閾値越え時間Tの平均値2および標準偏差2を用いて前件部変数「閾値越え時間T」の言語情報「LARGE」を表すメンバーシップ関数が作成され、不良品特微量記憶メモリ54に記憶された閾値越え回数Cの平均値2および標準偏差2を用いて前件部変数「閾値越え回数C」の言語情報「LARGE」を表すメンバーシップ関数が作成される。

【0115】図9はメンバーシップ関数作成処理55によって作成された前件部変数のメンバーシップ関数の一例を示す。図9(A)は前件部変数「閾値越え時間T」に関するメンバーシップ関数を示し、図9(B)は前件部変数「閾値越え回数C」に関するメンバーシップ関数を示す。

【0116】図9(A)に示す前件部変数「閾値越え時間T」に関する言語情報「SMALL」を表すメンバーシップ関数は、 $T < (1 + 1)$ でグレードが「1」であり、 $T = (1 + 1) \sim (1 + 3 \ 1)$ の間でグレードが「1」から「0」になり、 $(2 + 2) < T$ でグレードが「0」である。また、前件部変数「閾値越え時間T」に関する言語情報「LARGE」を表すメンバーシップ関数は、 $T < (2 - 3 \ 2)$ でグレードが「0」であり、 $T = (2 - 3 \ 2) \sim (2 - 2)$ の間でグレードが「0」から「1」になり、 $(2 - 2) < T$ でグレードが「1」である。前件部変数「閾値越え回数C」についても同様である。

【0117】図9(A)に示すように前件部変数「閾値越え時間T」のメンバーシップ関数を作成すると、 $(1 + 1) > (2 - 2)$ となることがあり、前件部変数「閾値越え時間T」に関する言語情報「SMALL」および「LARGE」をそれぞれ表すメンバーシップ関数のグレードが「1」となる領域が重なることがある。

このようなメンバーシップ関数を用いてファジィ推論処理48が推論を行うと、 $T = (2 + 2) \sim (1 - 1)$ の領域では適合度が「1」となり判定結果が得られない。前件部変数「閾値越え回数C」についても同様である。

【0118】このため、メンバーシップ関数作成処理55は、 $(1 + 1) > (2 - 2)$  OR  $(1 + 1) > (2 - 2)$ の場合には、メンバーシップ関数を作成し直さなければならない。この場合には、メンバーシップ関数作成処理55は、作成したメンバーシップ関数が不適正である旨をオペレータに提示する。その後、メンバーシップ関数を作成するために必要な特微量が収集され、メンバーシップ関数が作成されることになる。

【0119】また、図9(A)に示すように前件部変数「閾値越え時間T」のメンバーシップ関数を作成すると、 $(1 + 3 \ 1) < (2 - 3 \ 2)$ となることもあり、前件部変数「閾値越え時間T」に関する言語情報「SMALL」および「LARGE」をそれぞれ表すメンバーシップ関数の間にグレードが「0」となる領域が存在する。このとき、ファジィ推論処理48が推論を行うと、 $T = (1 + 3 \ 1) \sim (2 - 3 \ 2)$ の領域で判定結果が得られない。この場合には、ファジィ推論処理48は判定不能である旨の判定結果をホスト・コントローラ11に出力することになる。このような判定不能のときにはメンバーシップ関数が不適正であるから、再び特微量を収集し、メンバーシップ関数を作成してもよい。

【0120】メンバーシップ関数作成処理55によって作成されたメンバーシップ関数が適正である場合には、作成されたメンバーシップ関数がメンバーシップ関数作成処理55から判断知識記憶メモリ49に転送され、判断知識記憶メモリ49にあらかじめ記憶されているメンバーシップ関数が、メンバーシップ関数作成処理55から転送されたメンバーシップ関数に書換えられる。

【0121】メンバーシップ関数の調整は、メンバーシップ関数を調整する外部の調整装置により行い、この調整装置によって調整されたメンバーシップ関数をセンサ・コントローラ20に転送するようにしもよい。

【0122】図10は、第1実施例におけるセンサ・コントローラの判定モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

【0123】対象状態判定装置30により被検査物体が動作を開始したかどうか判断される(ステップ71)。対象状態判定装置30により被検査物体が動作を開始されると判定されると(ステップ71でYES)、ステップ37がオンにされ、イネーブル信号が出力される。センサ信号がA/D変換器45によりA/D変換された振動データから特微量作成処理40により特微量が作成される(ステップ72)。

【0124】作成された特微量に基づいて判断知識記憶メモリ49に記憶された判断知識を用いてファジィ推論処

理48により被検査物体の状態が判定される(ステップ73)。判定結果がファジィ推論処理48から出力される(ステップ74)。

【0125】図11, 12は, 第1実施例におけるセンサ・コントローラの調整モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

【0126】対象状態判定装置30により被検査物体が動作を開始したかどうか判断される(ステップ81)。対象状態判定装置30により被検査物体が動作を開始したと判定されると(ステップ81でYES)ステップ37がオンにされ, イネーブル信号が与えられる。センサ信号がA/D変換器45によりA/D変換された振動データから特徴量作成処理40により特徴量が作成される(ステップ2)。

【0127】オペレータがティーチング・ボタン51を操作することによりティーチングが行われ(ステップ83), 被検査物体が「良品」であるかどうか判断される(ステップ84)。「良品」である場合には(ステップ84でYES), ステップ82で作成された特徴量が良品特徴量記憶メモリ53に記憶される(ステップ85)。「不良品」である場合には(ステップ84でNO), ステップ82で作成された特徴量が不良品特徴量記憶メモリ54に記憶される(ステップ86)。

【0128】モード切替スイッチ46が調整モードであれば(ステップ87でYES), 再びステップ81に戻り, ステップ81~86の処理が繰り返し行われ, メンバシップ関数を作成するための特徴量が収集される。

【0129】調整モードが終了すると(ステップ87でNO), メンバシップ関数作成処理55により判断ルールの前件部変数のメンバシップ関数が作成される(ステップ88)。

【0130】メンバシップ関数作成処理55は, 作成したメンバシップ関数が適正であるかどうかを判断する(ステップ89)。作成されたメンバシップ関数が不適正である場合には(ステップ89でNO), 再びステップ81に戻りステップ81~88の処理が繰り返し行われ, メンバシップ関数を作成するための特徴量が収集された後, メンバシップ関数が作成される。

【0131】作成されたメンバシップ関数が適正であ \*

$$B = (\sum v_i) / N$$

ここで,  $\sum v_i$  は交流成分振幅  $v_i$  について  $i = 0 \sim (N - 1)$  の  $N$  個の総和である。

【0140】CPU31は, 振幅  $B$  を算出した後一定時間  $T_0$  経過したかどうかを判断する(ステップ106)。CPU31は, 一定時間  $T_0$  経過すると(ステップ106でYES), サンプル・カウンタ  $i$  を初期化する(ステップ107)。

【0141】CPU31は, 振動センサ10から出力されるセンサ信号がA/D変換器34によってサンプリングされた振動データから交流成分振幅  $v_i$  を抽出し, 抽出した

\*ると判定されると(ステップ89でYES), 判断知識記憶メモリ49に既に記憶された判断ルールの前件部変数のメンバシップ関数が, メンバシップ関数作成処理55により作成された判断ルールの前件部変数のメンバシップ関数に変更される(ステップ90)。

【0132】図13は, 対象状態判定装置30のハードウェア構成を示すブロック図である。

【0133】対象判定装置30は, CPU31, RAM32, ROM33, A/D変換器34, スイッチ・インタフェース35およびイネーブル信号インタフェース36を備えている。RAM32, ROM33, A/D変換器34, スイッチ・インタフェース35およびイネーブル信号インタフェース36は, アドレス・バスおよびデータ・バスを介してCPU31に接続されている。図13においては, 電源, クロック, コントロール・バス等は省略されている。ROM33には, 後述する図14, 15に示す処理手順を実現するプログラムが記憶されている。

【0134】図14, 15は対象状態判定装置30における処理手順を示すフロー・チャートである。

【0135】電源が投入されると, CPU31は, スイッチ37をオフし(スイッチ100), サンプル・カウンタ  $i$  を初期化する(ステップ101)。

【0136】CPU31は, 振動センサ10から出力されるセンサ信号がA/D変換器34によりサンプリングされた振動データから交流成分振幅  $v_i$  を抽出し, 抽出した交流成分振幅  $v_i$  をRAM32に一次的に記憶させる(ステップ102)。

【0137】CPU31は, サンプル・カウンタ  $i$  をインクリメントし(ステップ103), 抽出した振幅  $v_i$  が所定の閾値  $Th1$  より大きいかどうかを判断する(ステップ104)。CPU31は, 交流成分振幅  $v_i$  が閾値  $Th1$  より小さいと判定すると(ステップ104でNO), ステップ102に戻り, 再び交流成分振幅  $v_i$  を抽出する。

【0138】CPU31は, 交流成分振幅  $v_i$  が閾値  $Th1$  より大きいと判定すると(ステップ104でYES), RAM32に一次的に記憶したすべての交流成分振幅  $v_i$  を読み出し, 次式により振幅  $B$  を算出したのち, RAM32に記憶する(ステップ105)。

【0139】

...(2)

交流成分振幅  $v_i$  をRAM32に一次的に記憶させる(ステップ108)。

【0142】CPU31は, サンプル・カウンタ  $i$  をインクリメントし(ステップ109), 交流成分振幅  $v_i$  を  $N$  個(たとえば  $N = 100$ ) 抽出したかどうかを判断する(ステップ110)。CPU31は,  $N$  個の交流成分振幅  $v_i$  を抽出するまで, ステップ108, 109の処理を繰り返し行う。

【0143】CPU31は,  $N$  個の交流成分振幅  $v_i$  を抽出すると(ステップ110でNO), RAM32に記憶したす

すべての交流成分振幅  $v_i$  を読み出し、次式により振幅  $A$  を算出する(ステップ111)。

$$A = (\sum v_i) / N$$

ここで、 $\sum$  は振幅  $v_i$  について  $i = 0 \sim (N - 1)$  の  $N$  個の総和である。

【0145】CPU31は、ステップ105で算出した振幅  $B$  をRAM32から読み出し、ステップ111で算出した振幅  $A$  とを用いて、式(1)の動作開始判定条件を満たすかどうかを判断する(ステップ112)。この動作開始判定条件を満たさなければ(ステップ112でN0)、CPU31は

【0146】動作開始条件を満たされると(ステップ112でYES)、CPU31は、スイッチ・インタフェース35を介してスイッチ37をオンにし(ステップ113)、インーブル信号インタフェース36を介してインーブル信号を出力する(ステップ114)。その後、CPU31は処理を終了する。

【0147】振動センサ10からのセンサ信号をステップ37によりスイッチングしているが、振動センサ10からのセンサ信号は出力したままでもよい。この場合には、図10に示すスイッチ・インタフェース35は不要となり、かつ、図11に示すステップ100および図12に示すステップ112の処理も行われな

【0148】図16は、振動センサとセンサ・コントローラとの外観図である。振動センサ10は、両面テープ、マグネット、ビス止め等により被検査物体に取付られる。センサ・コントローラ20には判定モード(RUN)または調整モード(LEARN)のモードを切替えるモード切替スイッチ46、被検査物体が良品(OK)であるかまたは不良品(NG)であるかをティーチングするティーチング・ボタン51が取り付けられている。ティーチング・ボタン51は、良品を表すOKボタン51aおよび不良品を表すNGボタン51aがある。センサ・コントローラ20にはその他に、パワー・スイッチ25と、判定結果を表示する表示器27a、27bがある。OK表示器27aは、判定結果が良品の場合に発光し、NG表示器27bは判定結果が不良品の場合に発光する。

【0149】振動センサ10をセンサ・コントローラ20内に内蔵することもできる。図17は、振動センサが内蔵されたセンサ・コントローラの外観図である。このセンサ・コントローラ20は図16に示すセンサ・コントローラ20と同じスイッチ、表示器が取り付けられている。図17に示すセンサ・コントローラ20のケース底部はフラットであり、両面テープ、マグネット、ビス止め等により被検査物体に取付られる。この底部の内側に振動センサがあり、ケース底部を伝わってくる被検査物体からの振動が振動センサにより計測される。

【0150】第2実施例

図18は、稼働している設備の劣化診断を行う検査システムの全体的構成を示すブロック図である。この検査シ

\*【0144】

$$\dots(3)$$

テムは、稼働している送風機の劣化診断を行うものである。

【0151】この検査システムは、振動センサ10、ホスト・コントローラ17、送風機コントローラ18、モータ19およびセンサ・コントローラ20を備えている。

【0152】ホスト・コントローラ17および送風機コントローラ18はそれぞれ、別個のコンピュータ・システムにより実現することもできるし、1台のコンピュータ・システムに実現することもできる。これらの一部をハードウェアにより実現することもできるし、その他をソフトウェアにより実現することもできる。

【0153】送風機2には振動センサ10がビス止め、マグネット、両面テープ等により取付けられている。送付機2は、モータ19によりファンが回転される。モータ19は送風機コントローラ18により制御される。

【0154】ホスト・コントローラ17は、送風機コントローラ18に動作開始信号を出力し、送風機コントローラ18はモータ19が回転させ、送風機1を動作させる。

【0155】第2実施例におけるセンサ・コントローラ20は、後述するように、振動センサ10からのセンサ信号に基づいて、被検査物体(送風機2)が動作したことを確認した後、あらかじめ設定された診断知識を用いて、「正常」、「注意」または「警告」の3段階で劣化診断を行う。センサ・コントローラ20における劣化診断は一定時間間隔で行われる。診断結果はセンサ・コントローラ20からホスト・コントローラ17に出力される。

【0156】ホスト・コントローラ17は、センサ・コントローラ20から与えられる診断結果が「正常」の場合には何も行わず、「注意」の場合には警報を出力し、「警告」の場合には送風機コントローラ18に動作停止信号を出力する。

【0157】診断結果が「注意」の場合にはホスト・コントローラ17から警報が出されることにより、オペレータが送風機2に異常があることを知ることができる。これにより、オペレータは、必要があれば送風機2を停止させ、送風機2の点検または分解整備を行う。診断結果が「警告」の場合には、送風機コントローラ18はホスト・コントローラ17からの動作停止信号に回答して送風機2を停止させる。これにより、送風機2の異常による危険を防ぐことができる。

【0158】ホスト・コントローラ17は、センサ・コントローラ20から出力される診断結果を必要があればさらに上位コントローラに出力する。

【0159】このようにして、被検査物体の劣化診断が行われる。

【0160】検査システムは、送風機の他の設備について適用できる。診断する設備には、モータ、モータを用

10

20

30

40

50

いた設備、ポンプ、コンプレッサ、エンジン、これらを用いた設備等がある。これららの設備に限らず、その他の設備、防犯装置等にも適用できる。また、計測する物理量は、上述の振動の他に音、圧力、温度、力、電圧、電流等を用いてもよい。この場合には、それぞれの物理量を計測するためのセンサが必要となるのはいうまでもない。

【0161】図19は、第2実施例におけるセンサ・コントローラ20の詳細な構成を示す機能ブロック図である。図2に示すものと同一物には同一符号を付し、詳細な説

$$RMS > Th4$$

【0165】振動センサ10が被検査物体に接触していないとき、振動センサ10からセンサ信号が得られないため、式(4)の動作開始判定条件を満たすことはないの

【0167】対象状態判定装置30Aは、被検査物体が動作を開始したと判定すると、スイッチ37をオンにするとともに、イネーブル信号を特徴量作成処理40に出力する。振動センサ10が被検査物体に常時取付けられた状態であり、かつ、被検査物体が常に稼働していると、振動センサ10が被検査物体から外れることがある。このため、対象状態判定装置30Aは、被検査物体が動作を開始したと判定した後においても、一定時間間隔毎に被検査物体の動作確認（接触しているかどうかの判定）を行うのが好ましい。

【0168】動作開始判定条件は、式(4)の代わりに、センサ信号の交流成分振幅  $v_i$  が所定の閾値を越え、かつ、その継続時間が一定時間継続したとき、動作を開始した、という動作開始判定条件を用いてもよい。

【0169】対象状態判定装置30Aにより被検査物体が動作を開始したと判定されると、第1実施例と同様に、センサ信号がA/D変換器45によりA/D変換された振動データに基づいて特徴量作成処理40により特徴量が作成される。

【0170】診断知識記憶メモリ49Aには、診断知識が記憶されており、たとえば図20に示す診断知識が記憶されている。

【0171】図20(A)は、診断知識の判断ルールの一例である。

【0172】図20(B)は、診断ルールの前件部変数「閾値越え時間T」に関して、言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数である。

【0173】図20(C)は、診断ルールの前件部変数「閾値越え回数C」に関して、言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数である。

【0174】図20(D)は、診断ルールの後件部変数「判

\* 明は省略する。

【0162】対象状態判定装置30Aは、振動センサ10からのセンサ信号に基づいて、被検査物体が稼働しているかどうか判断し、被検査物体が動作したと判定するとスイッチ37をオンにし、イネーブル信号を出力する。

【0163】動作開始判定条件は、センサ信号の交流成分振幅  $v_i$  が所定の閾値  $2^{1/2} \cdot Th4$  を越えた後一定時間内において抽出した交流成分振幅  $v_i$  の二乗平均根RMSを用いて、次式で表される。

【0164】

$$\dots(4)$$

定結果」に関して、言語情報「正常」、「注意」および「警告」の3つのシングルトンである。

【0175】判定モードにおいて、ファジィ推論処理48は、診断知識記憶メモリ49Aに記憶された判断知識を用いて、特徴量作成処理40からスイッチ47を介して与えられる特徴量（閾値越え時間Tおよび閾値越え回数C）に基づいてファジィ推論により劣化診断を行う。

【0176】調整モードにおいては、ティーチング・ボタン51により「正常」または「異常」が指定され、「正常」が指定されたときの特徴量（閾値越え時間Tおよび閾値越え回数C）のみが、特徴量記憶メモリ53Aに記憶される。

【0178】特徴量の収集が終了すると、メンバーシップ関数作成処理55Aは、特徴量記憶メモリ53Aに記憶された特徴量（閾値越え時間Tおよび閾値越え回数C）をすべて読み出し、それぞれについて平均値と標準偏差を算出する。閾値越え時間Tの平均値 および標準偏差 を用いて、図21(A)に示すように、前件部変数「閾値越え時間T」の各言語情報を表すメンバーシップ関数が作成される。前件部変数「閾値越え回数C」についても同様にメンバーシップ関数が作成される。閾値越え回数Cの平均値 および標準偏差 を用いて、図21(B)に示すように、前件部変数「閾値越え時間T」の各言語情報を表すメンバーシップ関数が作成される。

【0179】メンバーシップ関数作成処理55Aにより作成された判断ルールの前件部変数のメンバーシップ関数は、第1実施例における判断ルールの前件部変数のメンバーシップ関数のように不適正になることはない。

【0180】図22は、第2実施例におけるセンサ・コントローラの調整モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。センサ・コントローラの判定モードにおける処理手順は、図10に示す第1実施例における手順と同様であるので、説明を省略する。

【0181】対象状態判定装置30Aにより被検査物体が動作を開始したかどうか判断される（ステップ121

）。対象状態判定装置30Aにより被検査物体が動作を開始したと判定されると（ステップ121でYES）ステップ37がオンにされ、イネーブル信号が与えられる。センサ信号がA/D変換器45によりA/D変換された振動デ

ータから特徴量作成処理40により特徴量が作成される(ステップ121)。

【0182】オペレータがティーチング・ボタン51が操作することによりティーチングが行われ(ステップ123)、ティーチングが「正常」であるかどうか判断される(ステップ84)。「正常」である場合には(ステップ124でYES)、ステップ122で作成された特徴量が良品特徴量記憶メモリ53に記憶される(ステップ125)。「正常」でない、すなわち、「異常」である場合には(ステップ124でNO)特徴量は記憶されない。

【0183】モード切替スイッチ46が調整モードであれば(ステップ126でYES)、再びステップ121に戻り、ステップ121~125の処理が繰り返し行われ、メンバーシップ関数を作成するための特徴量が収集される。

【0184】調整モードが終了すると(ステップ126でNO)、メンバーシップ関数作成処理55Aにより判断ルールの前件部変数のメンバーシップ関数が作成される(ステップ127)。判断知識記憶メモリ49に既に記憶された判断ルールの前件部変数のメンバーシップ関数が、メンバーシップ関数作成処理55Aにより作成された判断ルールの前件部変数のメンバーシップ関数に変更される(ステップ128)。

【0185】図23, 24は、対象状態判定装置30Aの詳細な処理手順を示すフロー・チャートである。対象状態判定装置30Aのハードウェア構成は、図13に示す第1実施例における対象状態判定装置30と同一である。ただし、ROM33には図23, 24に示す処理を実現するプログラムが記憶されている。

【0186】電源が投入されると、CPU31は、スイッチ37をオフし(スイッチ120)、サンプル・カウンタ $i$ を初期化する(ステップ121)。

【0187】CPU31は、振動センサ10からのセンサ信号がA/D変換器34によりサンプリングされた振動データから交流成分振幅 $v_i$ を抽出し、抽出した交流成分振幅 $v_i$ をRAM32に一次的に記憶させる(ステップ122)。

【0188】CPU31は、作成した振幅 $v_i$ が所定の閾値 $Th_1$ より大きいかどうかを判断する(ステップ123)。CPU31は、交流成分振幅 $v_i$ が閾値 $2^{1/2} \cdot Th_4$ より小さいと判定すると(ステップ123でNO)、ステップ122に戻り、再び交流成分振幅 $v_i$ を抽出する。

【0189】CPU31は、交流成分振幅 $v_i$ が閾値 $2^{1/2} \cdot Th_4$ より大きいと判定すると(ステップ123でYES)、サンプル・カウンタ $i$ をインクリメントする(ステップ124)。CPU31は、振動センサ10からのセンサ信号がA/D変換器34によりサンプリングされた振動データから交流成分振幅 $v_i$ を抽出し、抽出した交流成分振幅 $v_i$ をRAM32に一次的に記憶させる(ステップ122)。

【0190】CPU31は、ステップ123でYESと判定さ

れてから一定時間が経過したかを判断し(ステップ126)、一定時間が経過していないと判定すると(ステップ126でNO)、ステップ124に戻り、ステップ124, 125の処理を繰り返し行う。

【0191】CPU31は、一定時間経過したと判定すると(ステップ126でYES)、RAM32に一次的に記憶したすべての交流成分振幅 $v_i$ を読み出し、これらのRMSを算出する(ステップ127)。

【0192】CPU31は、ステップ127において算出したRMSが $RMS > Th_4$ を満たすかどうかを判断する(ステップ128)。CPU31は、 $RMS > Th_4$ を満たさなければ(ステップ128でNO)、ステップ121に戻り、ステップ121~127の処理を繰り返し行う。

【0193】CPU31は、算出したRMSが $RMS > Th_4$ を満たすと(ステップ128でYES)、被検査物体が動作を開始したと判定し、スイッチ・インタフェース35を介してスイッチ37をオンにし(ステップ129)、イネーブル信号インタフェース36を介してイネーブル信号を出力する(ステップ130)。その後、CPU31は処理を終了する。

【0194】振動センサ10からのセンサ信号をステップ37によりスイッチングしているが、振動センサ10からのセンサ信号は出力したままでもよい。この場合には、図10に示すスイッチ・インタフェース35は不要となり、かつ、図19に示すステップ120および図20に示すステップ130の処理もまた行われぬ。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例における製品検査を行う検査システムの全体的構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施例におけるセンサ・コントローラの全体的構成を示す機能ブロック図である。

【図3】振動センサによって計測された被検査物体の振動波形を示すグラフである。

【図4】特徴量作成処理の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

【図5】(A)は被検査物体が良品である場合の振動波形を示し、(B)は(A)の振動波形について全波整流して後口ウ・パス・フィルタリングした振動波形を示す。

【図6】(A)は被検査物体が不良品である場合の振動波形を示し、(B)は(A)の振動波形について全波整流した後口ウ・パス・フィルタリングした振動波形を示し、(C)は被検査物体が不良品である場合の振動波形を示し、(D)は(C)の振動波形について全波整流した後口ウ・パス・フィルタリングした振動波形を示す。

【図7】第1実施例における判断知識の一例を示し、(A)は判断知識の判断ルールを示し、(B)は判断ルールの前件部変数「閾値越え時間T」に関して言語情報「SMALL」および「LARGE」の2つのメンバーシップ関数を示し、(C)は判断ルールの前件部変数「閾値越え回数C」に関して言語情報「SMALL」および「L

ARGE」の2つのメンバーシップ関数を示し、(D) は判断ルールの後件部変数「判定結果」に関して、言語情報「良品」および「不良品」の2つのシングルトンを示す。

【図8】第1実施例における良品特徴量記憶メモリに記憶された特徴量の一例を示し、不良品特徴量記憶メモリに記憶される特徴量の一例を示す。

【図9】第1実施例において調整された判断ルールの前件部変数を示し、(A) は判断ルールの前件部変数「閾値越え時間T」に関して言語情報「SMALL」および「LARGE」の2つのメンバーシップ関数を示し、(B) は判断ルールの前件部変数「閾値越え回数C」に関して言語情報「SMALL」および「LARGE」の2つのメンバーシップ関数を示す。

【図10】第1実施例におけるセンサ・コントローラの判定モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

【図11】第1実施例におけるセンサ・コントローラの調整モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

【図12】第1実施例におけるセンサ・コントローラの調整モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

【図13】第1および第2実施例において共通の対象状態判定装置の詳細な構成を示すブロック図である。

【図14】第1実施例における対象状態判定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

【図15】第1実施例における対象状態判定装置における処理手順を示すフロー・チャートである。

【図16】振動センサおよびセンサ・コントローラの外観図である。

【図17】振動センサが内蔵されたセンサ・コントローラの外観図である。

【図18】第2実施例における設備の劣化診断を行う検査システムの全体構成を示すブロック図である。

【図19】第2実施例におけるセンサ・コントローラの全体的構成を示す機能ブロック図である。

【図20】第2実施例における診断知識の一例を示し、(A) は診断知識の診断ルールを示し、(B) は診断ルールの前件部変数「閾値越え時間T」に関して言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数を示し、(C) は診断ルールの前件部変数「閾値越え回数C」に関して言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数を示し、(D) は診断ルールの後件部変数「判定結果」に関して、言語情報「正常」、「注意」および「警告」の3つのシングルトンを示す。

【図21】第2実施例において調整された診断ルールの

前件部変数を示し、(A) は診断ルールの前件部変数「閾値越え時間T」に関して言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数を示し、(B) は診断ルールの前件部変数「閾値越え回数C」に関して言語情報「SMALL」、「MIDDLE」および「LARGE」の3つのメンバーシップ関数を示す。

【図22】第2実施例におけるセンサ・コントローラの調整モードにおける処理手順を示すフロー・チャートである。

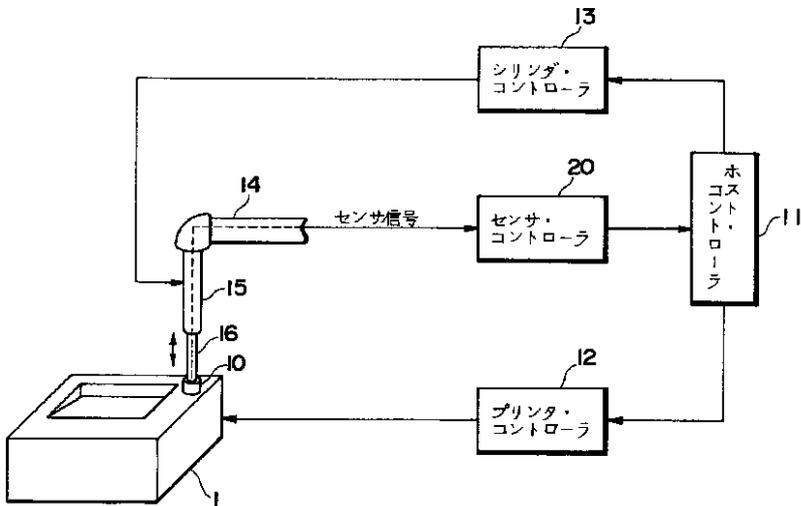
【図23】第2実施例における対象状態判定装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

【図24】第2実施例における対象状態判定装置の処理手順を示すフロー・チャートである。

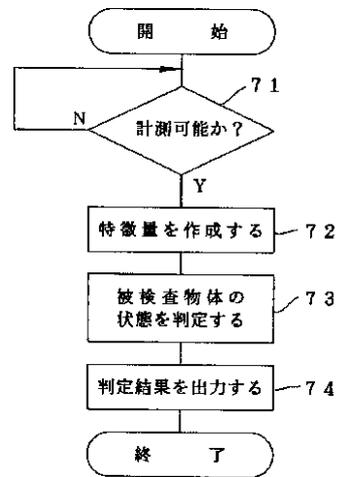
【符号の説明】

- 1 プリンタ
- 2 送風機
- 10 振動センサ
- 11, 17 ホスト・コントローラ
- 12 プリンタ・コントローラ
- 13 シリンダ・コントローラ
- 14 シリンダ・アーム
- 15 シリンダ
- 16 ロッド
- 18 送風機コントローラ
- 19 モータ
- 20 センサ・コントローラ
- 21 プレセンシング部
- 22 判定センシング部
- 23 調整センシング部
- 30, 30A 対象状態判定装置
- 37 スイッチ
- 40 特徴量作成処理
- 41 全波整流処理
- 42 ロウ・パス・フィルタ
- 43 閾値越え時間カウンタ
- 44 閾値越え回数カウンタ
- 45 A/D変換器
- 46 モード切替スイッチ
- 47, 52, 52A スイッチ
- 48 ファジィ推論処理
- 49 判断知識記憶メモリ
- 49A 診断知識記憶メモリ
- 51 ティーチング・ボタン
- 53, 53A 良品特徴量記憶メモリ
- 54 不良品特徴量記憶メモリ
- 55, 55A メンバーシップ関数作成処理

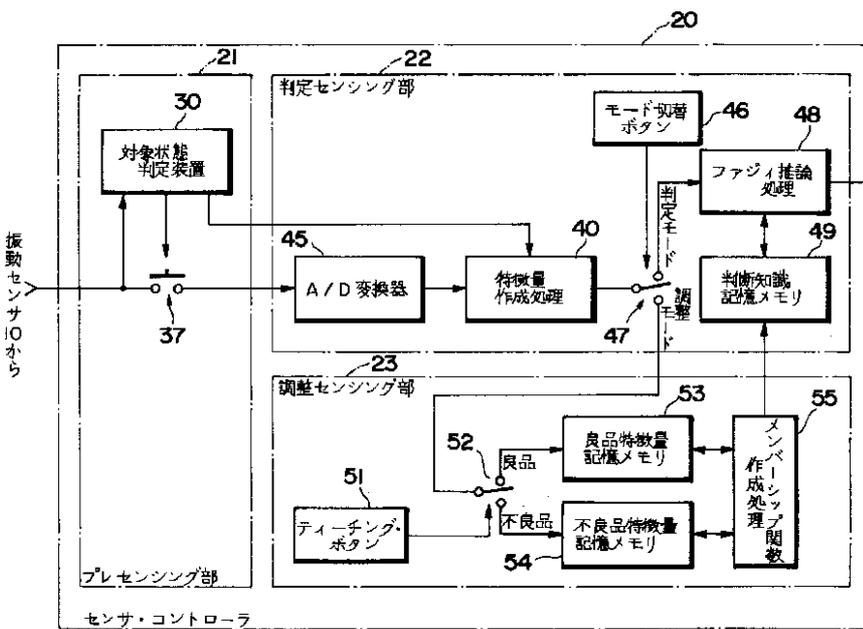
【図1】



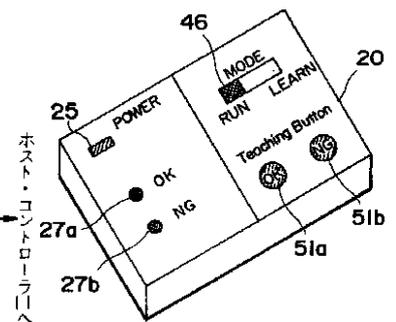
【図10】



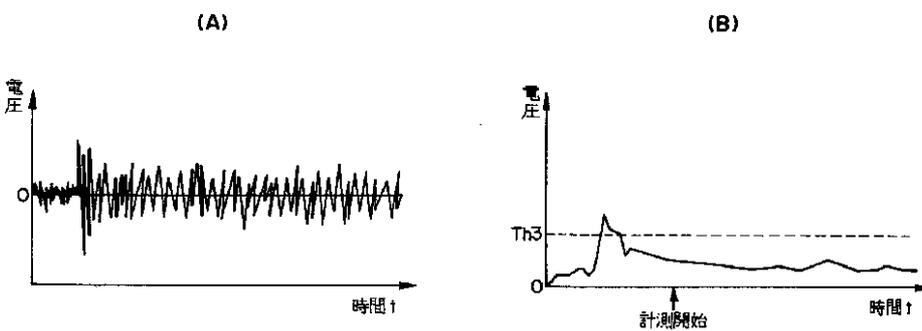
【図2】



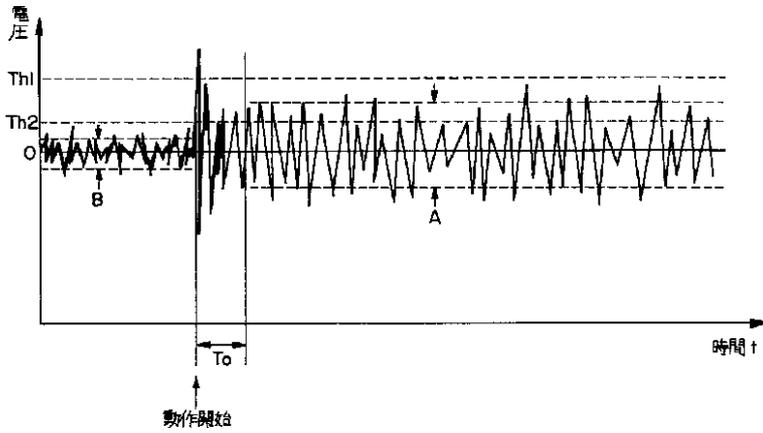
【図17】



【図5】



【図3】



【図8】

(A)

良品特徴量記憶メモリ

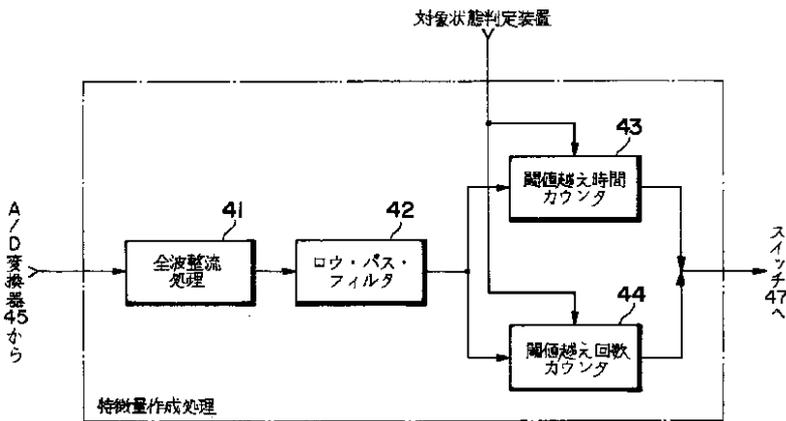
No.	閾値越え時間 T	閾値越え回数 C
1	.....	.....
2	.....	.....
⋮	⋮	⋮
平均値	$\alpha 1$	$\beta 1$
標準偏差	$\sigma 1$	$\tau 1$

(B)

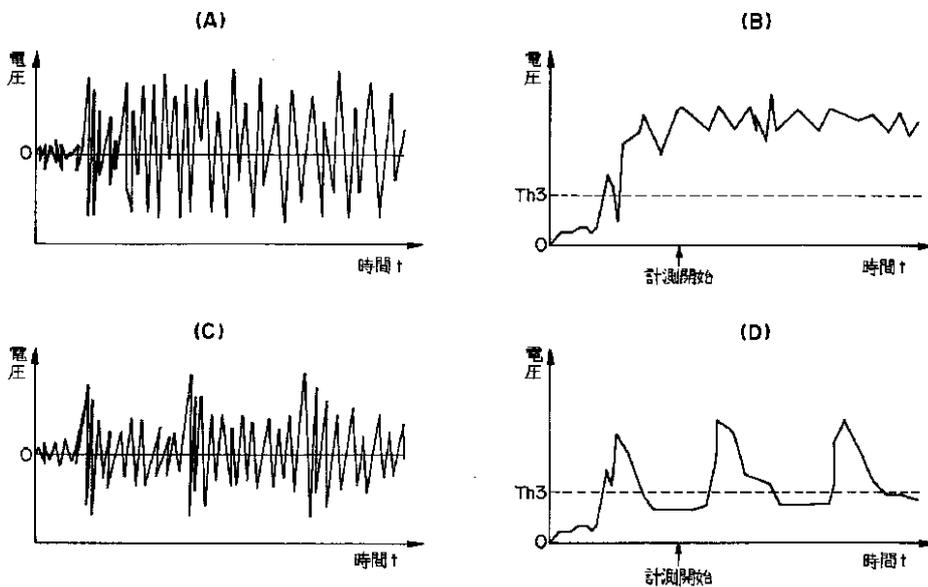
不良品特徴量記憶メモリ

No.	閾値越え時間 T	閾値越え回数 C
1	.....	.....
2	.....	.....
⋮	⋮	⋮
平均値	$\alpha 2$	$\beta 2$
標準偏差	$\sigma 2$	$\tau 2$

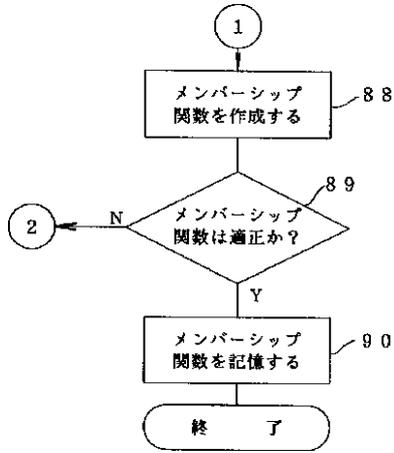
【図4】



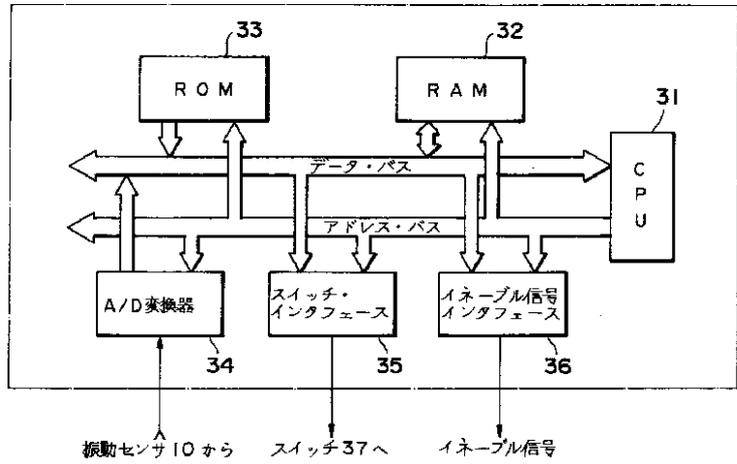
【図6】



【図12】



【図13】



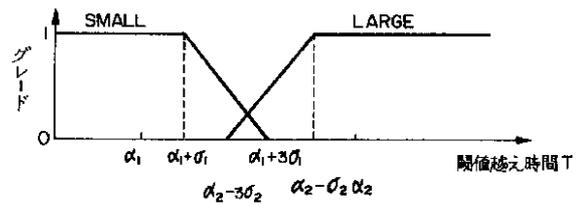
【図7】

(A)

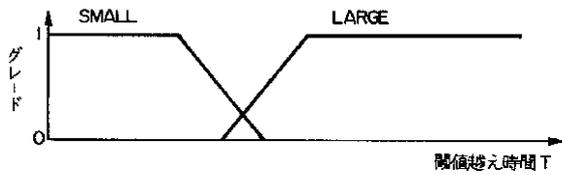
	T	
C	SMALL	LARGE
SMALL	良品	不良品
LARGE	不良品	不良品

【図9】

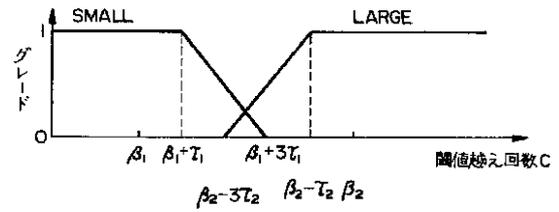
(A)



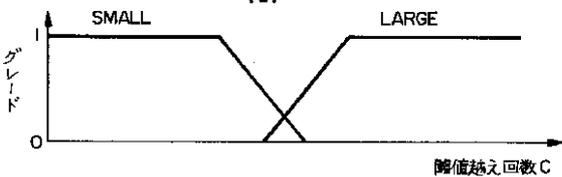
(B)



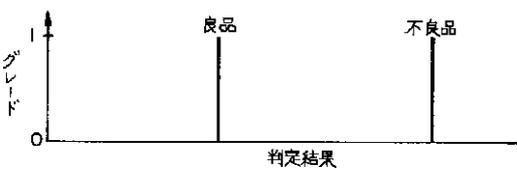
(B)



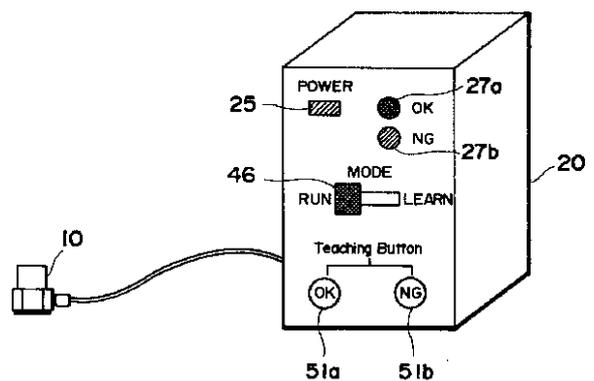
(C)



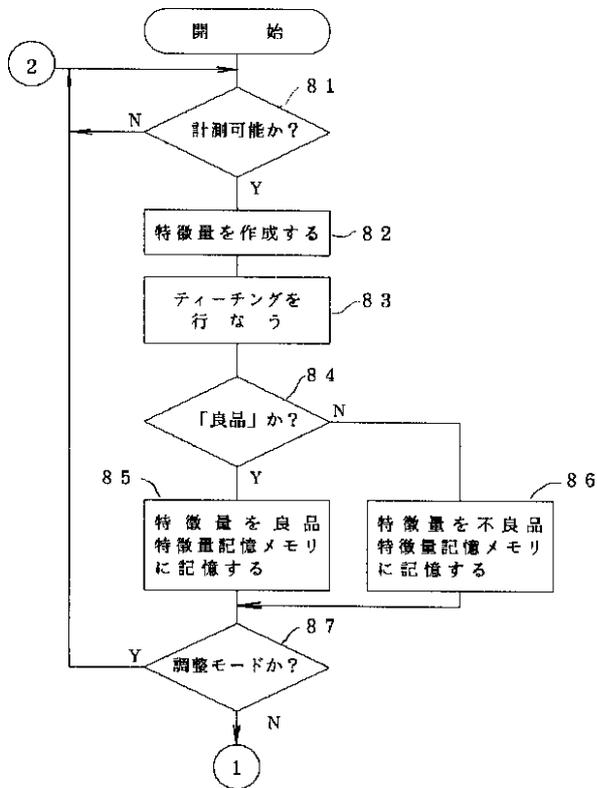
(D)



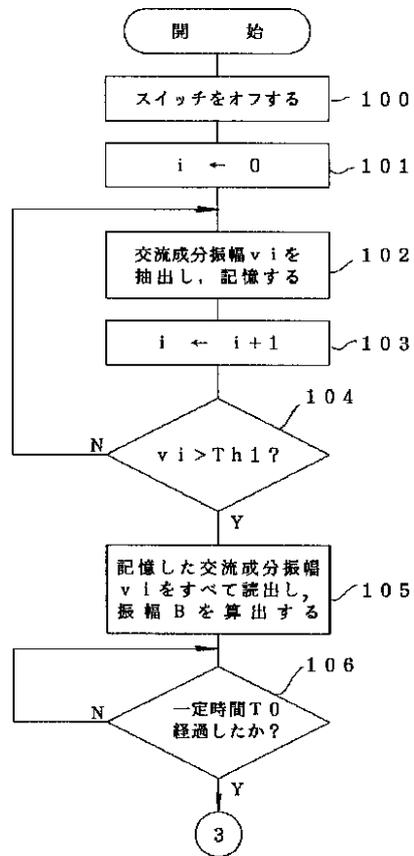
【図16】



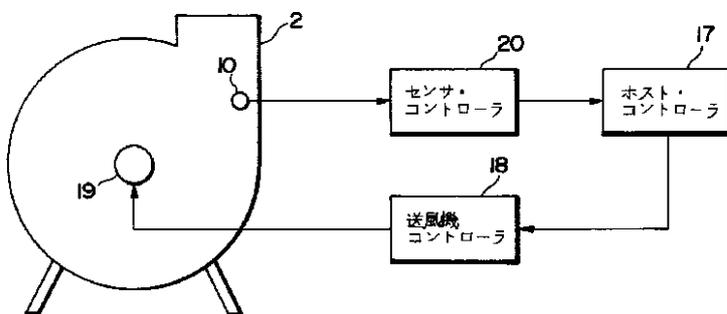
【図11】



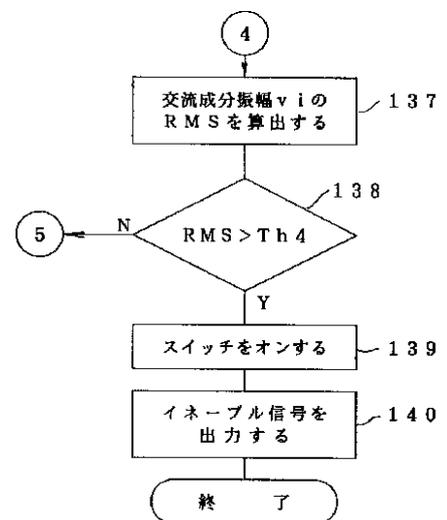
【図14】



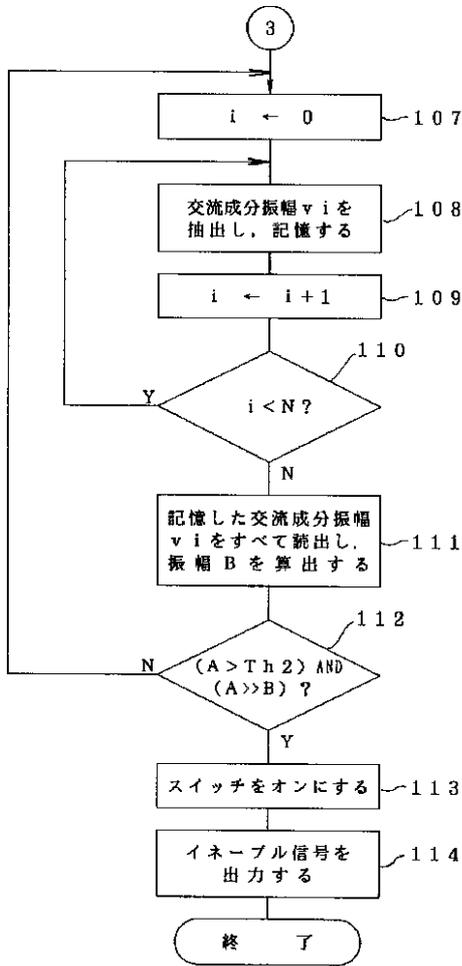
【図18】



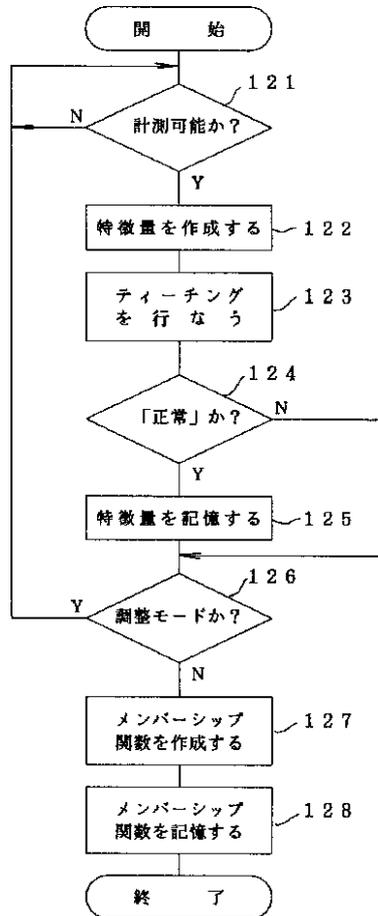
【図24】



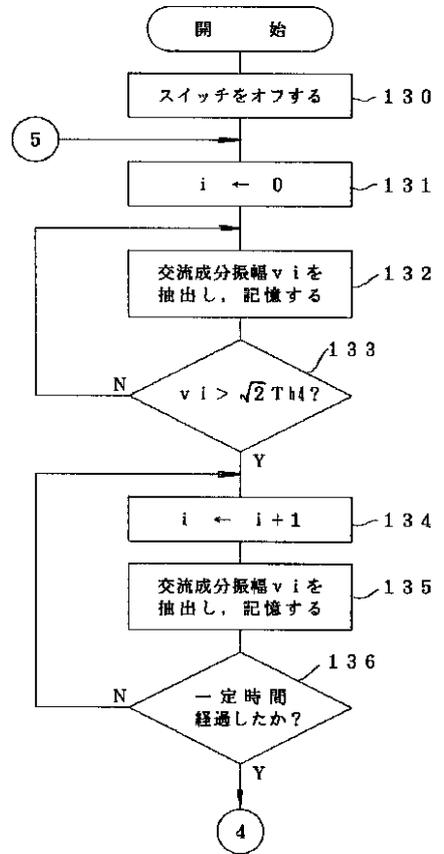
【図15】



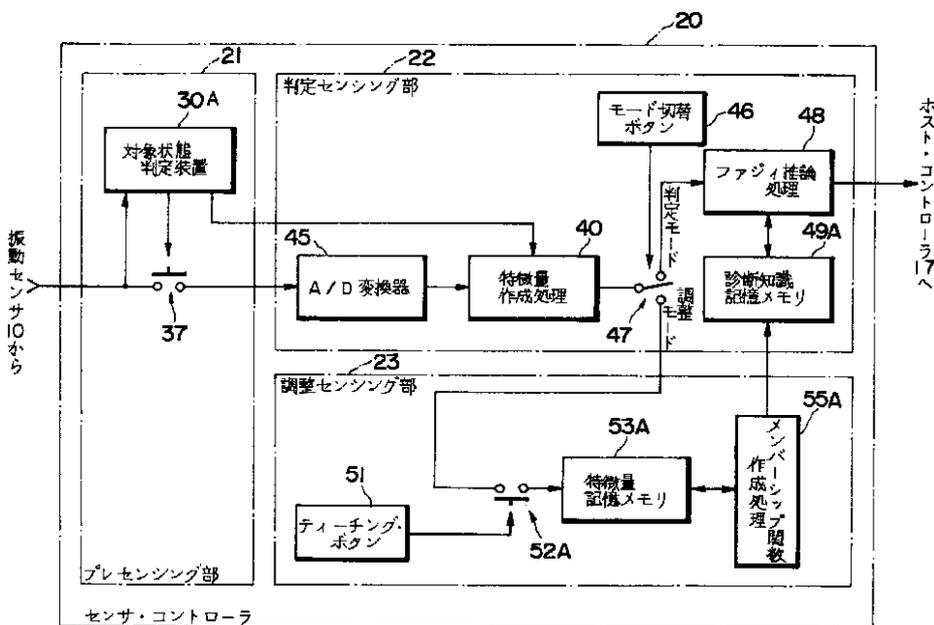
【図22】



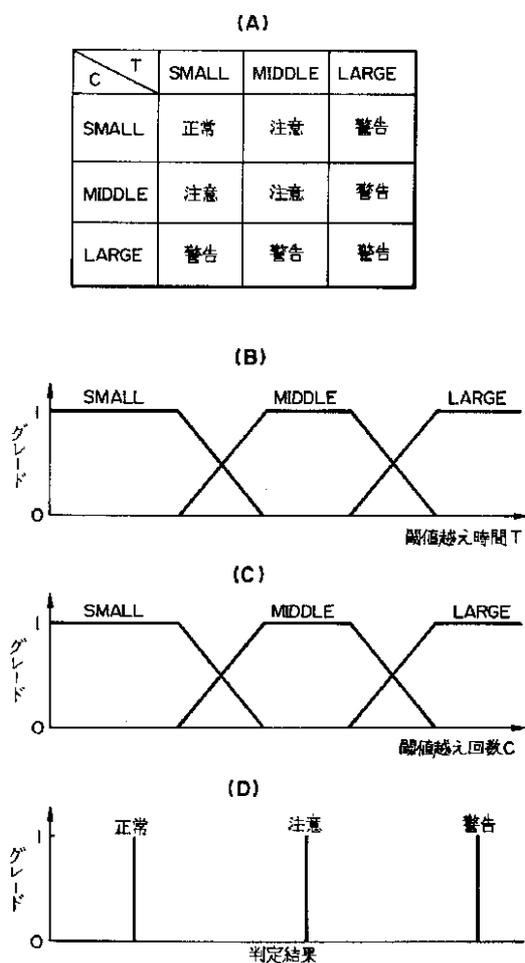
【図23】



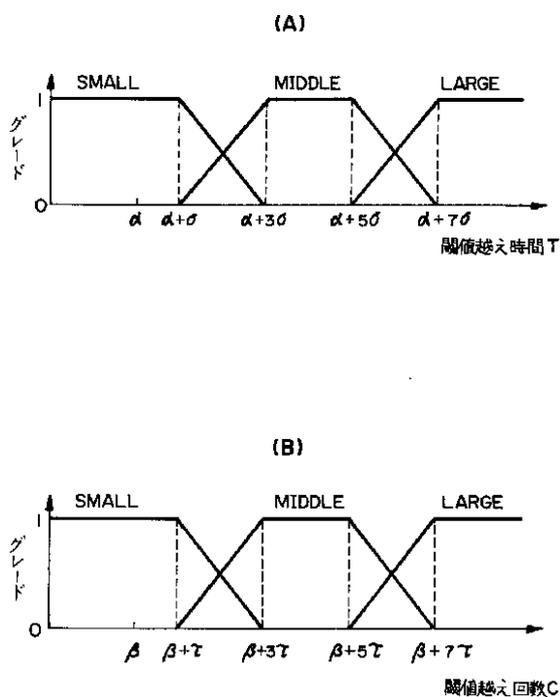
【図19】



【図 2 0】



【図 2 1】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平 5 - 72026 ( J P , A )  
特開 平 5 - 312634 ( J P , A )

- (58) 調査した分野 (Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G01H 17/00  
G06F 9/44 554