

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-8204

(P2020-8204A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 4 F 11/49 (2018.01)	F 2 4 F 11/49	3 L 2 6 0
F 2 4 F 11/64 (2018.01)	F 2 4 F 11/64	
F 2 4 F 11/89 (2018.01)	F 2 4 F 11/89	
F 2 4 F 11/32 (2018.01)	F 2 4 F 11/32	
F 2 4 F 140/12 (2018.01)	F 2 4 F 140:12	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-128407 (P2018-128407)	(71) 出願人	316011466
(22) 出願日	平成30年7月5日 (2018.7.5)		日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社
			東京都港区海岸一丁目16番1号
		(74) 代理人	110001807
			特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	内藤 宏治
			東京都港区海岸一丁目16番1号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内
		(72) 発明者	森 隼人
			東京都港区海岸一丁目16番1号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内
		(72) 発明者	吉田 康孝
			東京都港区海岸一丁目16番1号 日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社内
			最終頁に続く

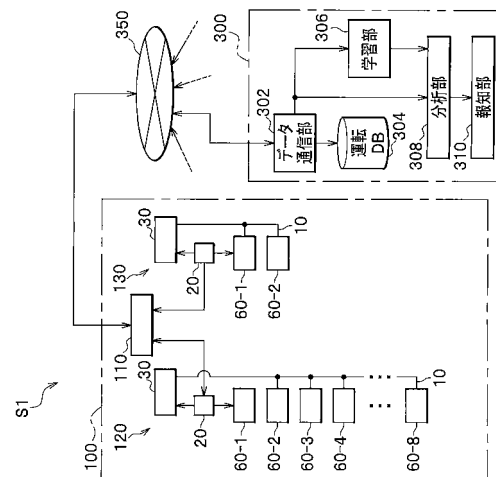
(54) 【発明の名称】 センサ状態判定装置、センサ状態判定方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 各種センサの状態を適切に把握できるようにする。

【解決手段】 空気調和機 130 の状態または空気調和機 130 の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付部 302 と、空気調和機 130 に備わるセンサの出力と、所定の期間学習期間、受付部 302 によって受け付けられた状態情報と、に基づいて、センサの出力の推測値 P_{gk} を算出し、算出した推測値 P_{gk} と、センサの出力の実測値 P_k と、に基づいて、センサの劣化度 α を判定する判定部 308 と、をセンサ状態判定装置 300 に設けた。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

空気調和機の状態または前記空気調和機の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付部と、

前記空気調和機に備わるセンサの出力と、所定の期間、前記受付部によって受け付けられた前記状態情報と、に基づいて、前記センサの出力の推測値を算出し、算出した前記推測値と、前記センサの出力の実測値と、に基づいて、前記センサの劣化度を判定する判定部と、

を有することを特徴とするセンサ状態判定装置。

【請求項 2】

前記判定部における判定結果に基づいて、前記実測値を補正する補正処理部をさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 に記載のセンサ状態判定装置。

【請求項 3】

前記判定部における判定結果に基づいて、前記実測値が所定の異常範囲に含まれるか否かを判定する異常判定部をさらに備え、

前記実測値が前記異常範囲に含まれる場合に、前記センサの交換を促す警告情報を報知する報知部をさらに備える

ことを特徴とする請求項 2 に記載のセンサ状態判定装置。

【請求項 4】

前記実測値が前記異常範囲に含まれない場合に、前記実測値が前記異常範囲に達すると予測される異常発生予測時期を算出する予測処理部をさらに備え、

前記報知部は、前記異常発生予測時期を報知するものである

ことを特徴とする請求項 3 に記載のセンサ状態判定装置。

【請求項 5】

前記空気調和機の前記状態情報は、前記センサが測定する物理量とは物理的次元が異なる他のセンサが測定する物理量の情報、前記空気調和機の運転 / 停止状態、または、前記空気調和機が備えるアクチュエータの状態を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のセンサ状態判定装置。

【請求項 6】

空気調和機の状態または前記空気調和機の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付過程と、

前記空気調和機に備わるセンサの出力と、所定の期間、前記受付過程において受け付けられた前記状態情報と、に基づいて、前記センサの出力の推測値を算出し、算出した前記推測値と、前記センサの出力の実測値と、に基づいて、前記センサの劣化度を判定する判定過程と、

を有することを特徴とするセンサ状態判定方法。

【請求項 7】

コンピュータを、

空気調和機の状態または前記空気調和機の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付手段、

前記空気調和機に備わるセンサの出力と、所定の期間、前記受付手段によって受け付けられた前記状態情報と、に基づいて、前記センサの出力の推測値を算出し、算出した前記推測値と、前記センサの出力の実測値と、に基づいて、前記センサの劣化度を判定する判定手段、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、センサ状態判定装置、センサ状態判定方法およびプログラム に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

本技術分野の背景技術として、下記特許文献1の請求項1には、「建物内に設置されている複数の温度センサによって検出される温度が所定範囲内に含まれると想定される時間に、前記建物内に設置されている複数の室内機を介して前記建物内を空調する空調機に送風運転させる制御手段と、前記空調機が送風運転を開始してから所定時間経過した後に前記複数の温度センサによって検出された温度のばらつきに基づいて、温度センサの劣化を判定する劣化判定手段と、を有し、前記劣化判定手段は、前記複数の温度センサによって検出された温度の平均値を求め、前記平均値から所定温度以上外れた温度を検出した温度センサであって前記平均値との差の絶対値が最大となる温度を検出した温度センサが劣化していると判定し、前記劣化していると判定された温度センサを除いた前記複数の温度センサによって検出された温度の平均値を新たに求め、前記新たに求められた平均値から前記所定温度以上外れた温度を検出した温度センサであって前記新たに求められた平均値との差の絶対値が最大となる温度を検出した温度センサが劣化していると判定する、ことを特徴とする空調制御装置」と記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5907802号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

空気調和機には、ガスセンサ、湿度センサ、光学センサ、温度センサ等、各種のセンサが設けられている。これらのセンサは、経年劣化するため、劣化する前にキャリブレーションやセンサ交換等のメンテナンスを行うことが好ましい。上記特許文献1に記載された技術は、複数の温度センサが検出した温度の平均値を求め、平均値との差の絶対値が最大となる温度を検出した温度センサが劣化していると判定している。しかし、かかる方法では、個々のセンサの劣化状態を適切に把握することは困難であった。さらに、特許文献1には、温度センサ以外のセンサについての記載は無く、汎用性が乏しい。

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、各種センサの状態を適切に把握できるセンサ状態判定装置、センサ状態判定方法およびプログラムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため本発明のセンサ状態判定装置は、空気調和機の状態または前記空気調和機の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付部と、前記空気調和機に備わるセンサの出力と、所定の期間、前記受付部によって受け付けられた前記状態情報と、に基づいて、前記センサの出力の推測値を算出し、算出した前記推測値と、前記センサの出力の実測値と、に基づいて、前記センサの劣化度を判定する判定部と、を有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、各種センサの状態を適切に把握できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の一実施形態による空調管理システムのブロック図である。

【図2】本実施形態における空気調和機の系統図である。

【図3】範囲判定処理の具体例を示す動作説明図である。

【図4】予測処理の具体例を示す動作説明図である。

【図5】解析装置において実行される解析ルーチンのフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】

【0008】

実施形態の構成

図1は、本発明の一実施形態による空調管理システムS1のブロック図である。

図1において、空調管理システムS1は、複数の空気調和機120, 130（機器）と、ビル内管理装置110と、解析装置300（センサ状態判定装置、コンピュータ）と、を備えている。空気調和機120, 130と、ビル内管理装置110と、はビルディング100に設置されている。

【0009】

空気調和機120は、1台の室外機30と、8台の室内機60-1~60-8と、これらを接続する冷媒配管10と、室外機30および室内機60-1~60-8を制御する制御装置20と、を備えている。同様に、空気調和機130は、1台の室外機30と、2台の室内機60-1, 60-2と、冷媒配管10と、制御装置20と、を備えている。

【0010】

図1に示した例において、一台の空気調和機が備える室内機の台数は、「2」、「8」以外の数であってもよい。また、図1に示した例において、複数の空気調和機120, 130は、何れも一台の室外機30を備えているが、一台の空気調和機に複数台の室外機30を備えてもよい。以下の説明において、「一台の（または一系統の）空気調和機」とは、冷媒配管10によって相互に接続された一または複数の室外機30と、一または複数の室内機60-1~60-Nとの集合である。ビル内管理装置110は、ビルディング100に設けられている空気調和機120, 130の制御装置20と通信しつつ、空気調和機120, 130の制御を行う。すなわち、ビル内管理装置110は、空気調和機120, 130の合計消費電力のピーク値の管理や、空気調和機120, 130のローテーション管理等を行う。

【0011】

また、詳細は後述するが、空気調和機120, 130には、様々なセンサが設けられている。これらセンサの検出値は、各々の制御装置20を介してビル内管理装置110に供給される。ビル内管理装置110は、例えばインターネット等のネットワーク350を介して、解析装置300と双方向の通信を行う。また、ネットワーク350には、ビル内管理装置110と同様に構成された多数のビル内管理装置（図示せず）が接続されており、これらビル内管理装置も解析装置300と双方向の通信を行う。また、これらビル内管理装置にも、それぞれ一または複数の空気調和機（図示せず）が接続されている。

【0012】

空気調和機の詳細構成

図2は、上述した空気調和機130の系統図である。空気調和機130は、上述したように、2台の室内機60-1, 60-2と、一台の室外機30と、これらを制御する制御装置20と、を備えている。2台の室内機60-1, 60-2は、同様に構成されているため、以下、両者を総称して「室内機60」と呼ぶことがある。各室内機60は、リモコン90から入力される信号に応じて運転モード（冷房、暖房、除湿、換気等）、室内風量（急風、強風、弱風等）、目標室内温度等を設定する。

【0013】

（室外機30）

室外機30は、圧縮機32と、四方弁34と、室外熱交換器36と、室外用膨張弁38と、を備えている。圧縮機32は、モータ32aを備えており、四方弁34を介して流入する冷媒を圧縮する機能を有している。

【0014】

図2に示す配管a1には、圧縮機32に吸入される冷媒の温度を検出する吸入側温度センサ41と、圧縮機32に吸入される冷媒の圧力を検出する吸入側圧力センサ45と、が設置されている。また、図2に示す配管a2には、圧縮機32から吐出される冷媒の温度を検出する吐出側温度センサ42と、圧縮機32から吐出される冷媒の圧力を検出する吐

出側圧力センサ４６と、が設置されている。また、圧縮機３２には、圧縮機３２の温度を検出する圧縮機温度センサ４３が装着されている。

【００１５】

四方弁３４は、冷房運転と暖房運転とで室内機６０に供給する冷媒の向きを切り替える機能を有している。冷房運転時には、四方弁３４は、実線の経路に沿って、配管ａ２，ａ３を接続するとともに配管ａ１，ａ６を接続するように切り替えられる。この場合、圧縮機３２から吐出された高温高圧の冷媒は、室外熱交換器３６によって冷却される。冷却された冷媒は、配管ａ４、室外用膨張弁３８、配管ａ５、室内液側接続部ｄ９、配管ａ９，ｂ９を順次介して、室内用膨張弁６２で減圧され、低温の冷媒が室内機６０－１，６０－２に供給される。

10

【００１６】

また、暖房運転時には、四方弁３４は、破線の経路に沿って、配管ａ２，ａ６を接続するとともに、配管ａ１，ａ３を接続するように切り替えられる。この場合、圧縮機３２から吐出された高温高圧の冷媒は、配管ａ２，ａ６、室内ガス側接続部ｄ７、配管ａ７，ｂ７を介して、室内機６０－１，６０－２に供給される。室外ファン４８は、モータ４８ａを備え、室外熱交換器３６に対して送風する。

【００１７】

室外熱交換器３６は、室外ファン４８から送られてくる空気と、冷媒との熱交換を行う熱交換器であり、四方弁３４を介して圧縮機３２に接続されている。また、室外機３０には、室外熱交換器３６に流入する空気の温度を検出する室外熱交換器入口温度センサ５１と、室外熱交換器３６のガス側冷媒の温度を検出する室外熱交換器冷媒ガス温度センサ５３と、室外熱交換器３６の液側冷媒の温度を検出する室外熱交換器冷媒液温度センサ５５と、が装着されている。

20

【００１８】

室外用膨張弁３８は、配管ａ４，ａ５の間に挿入されており、配管ａ４，ａ５を通流する冷媒の流量を調整するとともに、室外用膨張弁３８の二次側の冷媒を減圧する機能を有している。電源部５４は、商用電源２２から三相交流電圧を受電する。電源部５４には、電力測定部５８が接続されており、これによって空気調和機１３０の消費電力が計測される。電源部５４が出力する直流電圧は、モータ制御部５６に供給される。モータ制御部５６はインバータを備えており（図示せず）、圧縮機３２のモータ３２ａおよび室外ファン４８のモータ４８ａに交流電圧を供給する。また、モータ制御部５６は、モータ３２ａ，４８ａをセンサレスで制御し、これによってモータ３２ａ，４８ａの回転速度を検出する。

30

【００１９】

（室内機６０）

室内機６０は、室内用膨張弁６２と、室内熱交換器６４と、室内ファン６６と、モータ制御部６７と、リモコン９０との間で双方向の通信を行うリモコン通信部６８と、を備えている。室内ファン６６は、モータ６６ａを備え、室内熱交換器６４に対して送風する。モータ制御部６７はインバータを備えており（図示せず）、モータ６６ａに交流電圧を供給する。また、モータ制御部６７は、モータ６６ａをセンサレスで制御し、これによってモータ６６ａの回転速度を検出する。

40

【００２０】

室内用膨張弁６２は、配管ａ８，ａ９の間に挿入され、配管ａ８，ａ９を通流する冷媒の流量を調整するとともに、室内用膨張弁６２の二次側の冷媒を減圧する機能を有している。室内熱交換器６４は、室内ファン６６から送られてくる室内空気と冷媒との熱交換を行う熱交換器であり、配管ａ８を介して室内用膨張弁６２に接続されている。

【００２１】

また、室内機６０は、室内熱交換器入口空気温度センサ７０と、室内熱交換器排出空気温度センサ７２と、室内熱交換器入口湿度センサ７４と、室内熱交換器冷媒液温度センサ２５と、室内熱交換器冷媒ガス温度センサ２６と、室内輻射温度センサ８０と、冷媒漏洩

50

センサ 8 2 と、二酸化炭素濃度検出センサ 8 4 と、を備えている。冷媒漏洩センサ 8 2 および二酸化炭素濃度検出センサ 8 4 は、室内機 6 0 ではなく、室内機 6 0 と同じ空間に設置し、空気調和機 1 3 0 とデータのやりとりをしてもよい。

ここで、室内熱交換器入口空気温度センサ 7 0 は、室内ファン 6 6 が吸い込む空気の温度を検出する。また、室内熱交換器排出空気温度センサ 7 2 は、室内熱交換器 6 4 から排出される空気の温度を検出する。

【 0 0 2 2 】

また、室内熱交換器入口湿度センサ 7 4 は、室内ファン 6 6 が吸い込む空気の湿度を検出する。また、室内熱交換器冷媒液温度センサ 2 5、室内熱交換器冷媒ガス温度センサ 2 6 は、室内熱交換器 6 4 と、配管 a 7, a 8 との接続箇所に設けられ、その箇所を通流する冷媒の温度を検出する。また、室内輻射温度センサ 8 0 は、室内の各部の輻射温度を検出するものであり、例えば、人を検出するセンサとして使用される。上述した配管 a 5, a 6, a 7, a 9, b 7, b 9、室内ガス側接続部 d 7 および室内液側接続部 d 9 は、図 1 に示した空気調和機 1 3 0 の冷媒配管 1 0 に対応する。

【 0 0 2 3 】

また、冷媒漏洩センサ 8 2 は、室内への冷媒漏洩を検出する。また、二酸化炭素濃度検出センサ 8 4 は、室内の二酸化炭素濃度を検出する。これは、二酸化炭素濃度が高い場合に、換気装置（図示せず）を動作させる等の用途に適用される。また、リモコン 9 0 には、リモコン温度センサ 9 2 が装着されている。これは、室温を検出するために設けられている。

以上、空気調和機 1 3 0 の構成について詳述したが、室内機 6 0 の台数が異なる点を除いて、他の空気調和機 1 2 0（図 1 参照）も同様に構成されている。但し、室外機 3 0 および室内機 6 0 の構成は、図 2 に示したものの以外にも、様々な構成が考えられる。例えば、図 2 に示した室外機 3 0 は一台の圧縮機 3 2 を備えているが、室外機 3 0 は、複数の圧縮機 3 2 を備えることもある。

【 0 0 2 4 】

解析装置 3 0 0 の詳細構成

図 1 に戻り、解析装置 3 0 0 は、C P U（Central Processing Unit）、R A M（Random Access Memory）、R O M（Read Only Memory）、H D D（Hard Disk Drive）、通信 I / F（Interface）、スピーカ、ランプ、ディスプレイ等、一般的なコンピュータとしてのハードウェアを備えており、H D D には、O S（Operating System）、アプリケーションプログラム、各種データ等が格納されている。O S およびアプリケーションプログラムは、R A M に展開され、C P U によって実行される。

【 0 0 2 5 】

図 1 において、解析装置 3 0 0 の内部は、アプリケーションプログラム等によって実現される機能を、ブロックとして示している。すなわち、解析装置 3 0 0 は、データ通信部 3 0 2 と、運転データベース 3 0 4 と、学習部 3 0 6 と、分析部 3 0 8（推測値算出部、推測値算出手段、状態判定部、判定手段、補正処理部、予測処理部）と、報知部 3 1 0 と、を備えている。

【 0 0 2 6 】

データ通信部 3 0 2 は、一例として通信 I / F の処理により、ネットワーク 3 5 0 を介して、複数のビル内管理装置（1 1 0 等）との間で双方向にデータ通信する。すなわち、ビル内管理装置は、管理する空気調和機（1 2 0, 1 3 0 等）における各種センサの検出値や各種状態をデータ通信部 3 0 2 に送信する。

運転データベース 3 0 4 は、一例として H D D に構築され、データ通信部 3 0 2 を介して供給された検出値や状態を記憶する。

【 0 0 2 7 】

空気調和機 1 3 0 等の制御装置 2 0 から、ビル内管理装置 1 1 0 およびネットワーク 3 5 0 を介して解析装置 3 0 0 に供給されるパラメータを、「空気調和機パラメータ」と呼ぶ。また、空気調和機パラメータのうち、センサの経年劣化等によって、信頼度が変動す

10

20

30

40

50

るもの（例えば非正常な値になり得るもの）を「監視対象パラメータ」と呼ぶ。空気調和機パラメータのうち、主として室外機 30 に関するものは、例えば以下の通りである。なお、これらパラメータのうち、監視対象パラメータには、「*」印を付しておく。

- ・ 室外機 30 の機種名
- ・ 圧縮機 32 の台数および稼働台数
- ・ 圧縮機 32 および室外ファン 48 の回転速度
- ・ 運転モード（冷房，暖房，除湿、換気等）
- ・ * 温度センサ 41，42，43，51，53，55 の検出結果
- ・ * 圧力センサ 45，46 の検出結果
- ・ 電力測定部 58 の測定結果

10

【0028】

また、空気調和機パラメータのうち、主として室内機 60 に関するものは、例えば以下の通りである。これらについても、監視対象パラメータには、「*」印を付しておく。

- ・ 室内機 60 の機種名
- ・ リモコン 90 で設定された設定温度
- ・ 室内機 60 の台数および各室内機 60 の運転 / 停止状態
- ・ 室内ファン 66 の回転速度
- ・ * 温度センサ 25，26，70，72，80，92 の検出結果
- ・ * 湿度センサ 74 の検出結果
- ・ * 冷媒漏洩センサ 82 の検出結果
- ・ * 二酸化炭素濃度検出センサ 84 の検出結果

20

【0029】

上述した監視対象パラメータの数を M とし、監視対象パラメータを $P_1, P_2, \dots, P_M$ と表す。また、監視対象パラメータ以外の空気調和機パラメータと、他の計測可能なパラメータとの合計数を N とし、これらのパラメータを $Q_1, Q_2, \dots, Q_N$ と表す。ここで、「他の計測可能なパラメータ」には、空調管理システム S_1 にて計測していないパラメータ、例えば、気象観測装置（図示せず）から取得した気温、湿度、大気圧等の気象データも含む。また、「他の計測可能なパラメータ」には、空気調和機 130 の様々な状態、例えば吸込・吹出温度や運転状態、その他空気調和機 130 の周囲の状態も含む。監視対象パラメータ $P_1 \sim P_M$ およびパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ の実測値を所定の学習期間に渡って計測してゆくと、これらパラメータが相互に有する相関性を把握することができる。ここで、「所定の学習期間」は、例えば「1日」、「1週間」、「1月」のように固定期間であってもよいし、例えば、ある量のデータが蓄積されるまでの変動し得る期間であってもよい。多くの場合、ある監視対象パラメータ P_k （但し、 $1 \leq k \leq N$ ）の推測値（近似値）を P_{gk} としたとき、推測値 P_{gk} は、下式（1）に示す多項式で表現できる。

30

【0030】

$$P_{gk} = A_{k1} \cdot P_1 + A_{k2} \cdot P_2 + \dots + A_{k(k-1)} \cdot P_{(k-1)} \\ + A_{k(k+1)} \cdot P_{(k+1)} + \dots + A_{kM} \cdot P_M \\ + B_{k1} \cdot Q_1 + B_{k2} \cdot Q_2 + \dots + B_{kN} \cdot Q_N \quad \dots \text{式 (1)}$$

40

式（1）において、 $A_{k1} \sim A_{k(k-1)}$ ， $A_{k(k+1)} \sim A_{kM}$ ， $B_{k1} \sim B_{kN}$ は係数である。

運転データベース 304 は、上述した学習期間において、監視対象パラメータ $P_1 \sim P_M$ および他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ の実測値を蓄積してゆく。

【0031】

また、学習部 306 は、一例として CPU の処理により、蓄積した空気調和機パラメータの実測値に基づいて、ある監視対象パラメータ P_k の推測値 P_{gk} を、他の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$ ， $P_{(k+1)} \sim P_M$ および他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ に基づいて算出する関係式を取得する。この関係式が、例えば上述した式（1）の多項式で表現される場合、学習部 306 は、式（1）内の係数 $A_{k1} \sim A_{k(k-1)}$ ， $A_{k(k+1)} \sim A_{kM}$ ， $B_{k1} \sim B_{kN}$ を、各々の k （但し、 $1 \leq k \leq N$ ）について算出する。

50

【 0 0 3 2 】

より具体的には、学習部 3 0 6 は、最小二乗法によって、蓄積した監視対象パラメータ P_k の複数の実測値と、対応する推測値 P_{gk} との二乗誤差の総和が最小になるように、各係数 $A_{k1} \sim A_{k(k-1)}$, $A_{k(k+1)} \sim A_{kM}$, $B_{k1} \sim B_{kN}$ を算出する。ところで、監視対象パラメータ P_k が「温度」であった場合、本実施形態では、他の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$ の中には、「湿度」や「圧力」等、物理的次元が異なるパラメータも含まれている。また、他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ の中には、空気調和機 1 3 0 の運転 / 停止状態、空気調和機 1 3 0 のアクチュエータ（圧縮機、送風機、膨張弁開度）の状態等、センサの出力ではないものも含まれる。これにより、様々な物理量を測定するセンサの出力や、センサの出力ではない空気調和機 1 3 0 の運転状態を用いて、対象とする監視対象パラメータ P_k の状態を正確に把握することができる。

10

【 0 0 3 3 】

但し、学習部 3 0 6 は、ある監視対象パラメータ P_k の推測値 P_{gk} を、求める際に、他の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$ および他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ を全て加味する必要はなく、相関度が高いと予想される一部のパラメータのみによって関係式を決定してもよい。例えば、図 2 において、室内熱交換器入口空気温度センサ 7 0 の出力信号、室内熱交換器排出空気温度センサ 7 2 の出力信号、室内熱交換器冷媒液温度センサ 2 5 の出力信号、室内熱交換器冷媒ガス温度センサ 2 6 の出力信号、室内機 6 0 の運転 / 停止状態、および室内ファン 6 6 の回転速度、という 6 つのパラメータは、相互に相関性が高い。従って、室内機 6 0 の運転 / 停止状態および室内ファン 6 6 の回転速度を除いた 4 つの監視対象パラメータのうち一つの推測値は、室内機 6 0 の運転 / 停止状態および室内ファン 6 6 の回転速度を加えた残りの 5 つのパラメータに基づいて求めるように関係式を決定し、これら以外のパラメータは無視するようにしてもよい。

20

また、冷媒漏洩センサ 8 2 の出力信号に対して、室内熱交換器入口空気温度センサ 7 0 の出力信号、室内熱交換器排出空気温度センサ 7 2 の出力信号、気象データ（気温、湿度）、室内機 6 0 の運転 / 停止状態、および室内ファン 6 6 の回転速度は、相互に相関性が高い。従って、これらに基づいて関係式を決定し、センサ劣化を推測してもよい。

【 0 0 3 4 】

また、分析部 3 0 8 は、一例として CPU の処理により、「推測値算出処理」、「範囲判定処理」、「補正処理」および「予測処理」を実行する。以下、これら処理の内容を説明する。

30

まず、「推測値算出処理」とは、学習部 3 0 6 によって取得した関係式に基づいて、現時点の推測値 P_{gk} を算出する処理である。例えば、この関係式が上述した式（ 1 ）で表現される場合、分析部 3 0 8 は、各係数 $A_{k1} \sim A_{k(k-1)}$, $A_{k(k+1)} \sim A_{kM}$, $B_{k1} \sim B_{kN}$ と、現時点の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$ と、現時点の他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ と、を式（ 1 ）に代入することによって、推測値 P_{gk} を算出する。換言すれば、推測値 P_{gk} に係る一のセンサを「対象センサ」とし、対象センサ以外のセンサを「参照センサ」とすると、推測値算出処理とは、参照センサの出力信号（ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$, $Q_1 \sim Q_N$ ）に基づいて、対象センサの出力信号の推測値 P_{gk} を算出する処理になる。

40

【 0 0 3 5 】

また、「範囲判定処理」とは、現時点の推測値 P_{gk} を基準として、監視対象パラメータ P_k の現時点の実測値が「正常範囲」、「補正可能範囲」または「異常範囲」のうち何れに属しているかを判定する処理である。

ここで、「正常範囲」とは、監視対象パラメータ P_k の実測値がそのまま信頼できる範囲、すなわち、実測値に含まれる誤差が所定の公差内であると推測できる範囲である。また、「補正可能範囲」とは、正常範囲から外れた範囲であって、監視対象パラメータ P_k の実測値に対して、補正処理を行った後に適用できる範囲である。換言すれば、補正可能範囲とは、補正後の実測値に含まれる誤差が所定の公差内であると推測できる範囲である。

50

【 0 0 3 6 】

また、「異常範囲」とは、補正可能範囲から外れた範囲である。実測値が補正可能範囲に達したセンサ等は、必ずしも直ちに交換しなくてもよい場合が多いが、できるだけ早い時期に交換することが好ましい。一方、実測値が異常範囲に達したセンサ等は、速やかに交換することが好ましい。なお、具体的な正常範囲および補正可能範囲は、監視対象パラメータ P_k を計測するセンサの特性や性能等に応じて決定するとよい。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、範囲判定処理の具体例を示す動作説明図である。

図 3 の横軸は空気調和機の運用を開始した後の経過時間であり、縦軸は監視対象パラメータ P_k の実測値と、推測値 P_{gk} との比である。この比を劣化度 α ($= P_k / P_{gk}$) と呼ぶ。図示の例では、 $\alpha = 1.0$ のレベルを含む所定範囲が正常範囲になり、正常範囲の外側の所定範囲が補正可能範囲になり、補正可能範囲の外側が異常範囲になっている。但し、正常範囲および補正可能範囲は、必ずしも劣化度 α によって一律に決定されるわけではないが、図示の例では一律に決定されることとする。

【 0 0 3 8 】

また、上述したように、空気調和機の運用を開始した後、所定の学習期間が経過するまで（図 3 に示すタイミング t_1 まで）は、推測値 P_{gk} は決定されない。但し、図 3 においては、参考のために、学習期間内の劣化度 α ($= P_k / P_{gk}$) も示している。図示の例においては、学習期間の終了後の暫くの間、劣化度 α は「 1.0 」の付近に留まっている。しかし、時間の経過とともに、劣化度 α は「 1.0 」から離れてゆき、やがて正常範囲から外れ補正可能範囲に遷移している。

【 0 0 3 9 】

図 1 に戻り、分析部 308 が実行する「補正処理」とは、監視対象パラメータ P_k の実測値が上述した「補正可能範囲」に属する場合に、実測値を補正する処理である。補正処理の具体的な内容は、監視対象パラメータ P_k の種類に応じて決定するとよい。例えば、監視対象パラメータ P_k が「温度」である場合には、実測値に対して補正値を加減算することによってパラメータ値を決定するとよい。また、監視対象パラメータ P_k が「湿度」である場合には、実測値に対して補正値を乗除算することによってパラメータ値を決定するとよい。

【 0 0 4 0 】

また、分析部 308 が実行する「予測処理」は、監視対象パラメータ P_k の実測値が上述した「正常範囲」または「補正可能範囲」に属する場合に実行される。すなわち、予測処理とは、過去の所定期間に渡る監視対象パラメータ P_k の実測値および推測値 P_{gk} の傾向を分析し、実測値が「補正可能範囲」および「異常範囲」に入る時期を予測する処理である。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、予測処理の具体例を示す動作説明図である。

図 4 の縦軸、横軸の意味は図 3 のものと同様であり、タイミング t_2 以前の劣化度 α の値も図 3 のものと同様である。但し、図 4 においてタイミング t_2 は現在のタイミングであり、タイミング t_2 以降の劣化度 α は不明である。また、タイミング t_2 は、実測値が正常範囲から補正可能範囲に達したタイミングでもある。図示の例においては、劣化度 α の過去の所定サンプルの変化に基づいて、劣化度 α の将来の変動特性 f を予測している。具体的な予測手法としては、最小二乗法、直線近似法等を用いることができる。変動特性 f によれば、将来のタイミング t_3 に劣化度 α が異常範囲に達すると予測される。このタイミング t_3 を、異常発生予測時期と呼ぶ。また、実測値が正常範囲に含まれる場合、実測値が補正可能範囲に達すると予想されるタイミングを補正発生予測時期と呼ぶ。従って、異常発生予測時期 t_3 以前に対応するセンサを交換する等のメンテナンスを行うことが望ましいことが解る。

【 0 0 4 2 】

図 1 に戻り、報知部 310 は、一例として通信 I/F による他の通信装置への情報送信

、スピーカからのアラームの出力、ディスプレイにおける表示等により、監視対象パラメータ P_k に関する各種の報知を行う。特に、報知部 310 は、ユーザまたはサービスマンの携帯情報端末に対して、監視対象パラメータ P_k の実測値、補正後の実測値、予測されるメンテナンスタイミング（例えば図 4 に示すタイミング t_3 ）、異常範囲に達した監視対象パラメータ P_k の警告等を送信する。

【0043】

実施形態の動作

次に、図 5 を参照し、本実施形態の動作を説明する。なお、図 5 は、解析装置 300 において実行される解析ルーチンのフローチャートである。

図 5 において処理がステップ S2 に進むと、データ通信部 302 によってデータ通信が行われる。すなわち、データ通信部 302 は、複数のビル内管理装置（110 等）から、空気調和機（120, 130 等）における各種センサの検出値や各種状態を受信する。次に、処理がステップ S4 に進むと、運転データベース 304 によってデータ蓄積処理が実行される。すなわち、運転データベース 304 は、供給された検出値や状態等の空気調和機パラメータの実測値を記憶する。

【0044】

次に、処理がステップ S6 に進むと、解析装置 300 は、学習期間（例えば図 3 および図 4 に示すタイミング t_1 までの期間）が終了したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S2 に戻り、ステップ S2 ~ S6 の処理が繰り返される。これにより、運転データベース 304 は、空気調和機パラメータの実測値を蓄積してゆく。学習期間が終了すると、ステップ S6 において「Yes」と判定され処理はステップ S8 に進む。

【0045】

ステップ S8 においては、学習部 306 は、ある監視対象パラメータ P_k の推測値 P_{gk} を、他の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$ および他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ に基づいて算出する関係式を取得する。すなわち、監視対象パラメータ P_k の推測値 P_{gk} に対する機械学習を行う。上述したように、関係式が式 (1) に示した多項式で表現される場合、学習部 306 は、係数 $A_{k1} \sim A_{k(k-1)}$, $A_{k(k+1)} \sim A_{kM}$, $B_{k1} \sim B_{kN}$ を、各々の k （但し、 $1 \leq k \leq N$ ）について算出する。

【0046】

次に、ステップ S10, S12 においては、上述したステップ S2, S4 と同様のデータ通信処理およびデータ蓄積処理が実行される。次に、処理がステップ S14 に進むと、変数 k に「0」が代入される。次に、処理がステップ S16 に進むと、変数 k が「1」だけインクリメントされる。次に、処理がステップ S16 に進むと、変数 k が、監視対象パラメータ $P_1 \sim P_M$ のパラメータ数 M を超えているか否かが判定される。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S20（推測値算出部、推測値算出過程、推測値算出手段）に進み、分析部 308 によって、推測値算出処理が実行される。すなわち、現時点の監視対象パラメータ $P_1 \sim P_{(k-1)}$, $P_{(k+1)} \sim P_M$ 、現時点の他のパラメータ $Q_1 \sim Q_N$ 等に基づいて、分析部 308 は、 k 番目の監視対象パラメータ P_k について推測値 P_{gk} を算出する。

【0047】

次に、処理がステップ S22（状態判定部、状態判定過程、判定手段）に進むと、解析装置 300 は、監視対象パラメータ P_k の実測値と、推測値 P_{gk} とに基づいて、該実測値が正常範囲、補正可能範囲、または異常範囲のうち何れに属するかを判定する。

ステップ S22 において、監視対象パラメータ P_k の実測値が「正常範囲」に属すると判定されると、処理はステップ S30（予測処理部）に進み、分析部 308 によって予測処理が実行される。すなわち、分析部 308 は、過去の所定期間に渡る監視対象パラメータ P_k の実測値および推測値 P_{gk} の傾向を分析し、実測値が「異常範囲」に入る時期を予測する。

【0048】

次に、処理がステップ S 3 2 に進むと、報知部 3 1 0 によって、通常出力処理が実行される。すなわち、報知部 3 1 0 は、監視対象パラメータ P_k の実測値と、補正発生予測時期と、異常発生予測時期と、を報知部 3 1 0 が備えるディスプレイ等に表示する。さらに、報知部 3 1 0 は、報知部 3 1 0 が備える通信 I / F を介して、ユーザまたはサービスマンの携帯情報端末等に対して、監視対象パラメータ P_k の実測値と、補正発生予測時期と、異常発生予測時期と、を送信する。

【 0 0 4 9 】

また、ステップ S 2 2 において、監視対象パラメータ P_k の実測値が「補正可能範囲」に属すると判定されると、処理はステップ S 2 4（補正処理部）に進む。ステップ S 2 4 においては、分析部 3 0 8 によって補正処理が実行される。すなわち、分析部 3 0 8 は、監視対象パラメータ P_k の実測値に対して、監視対象パラメータ P_k の種類（または対応するセンサの種類）に応じた補正を行う。この補正後の実測値が、監視対象パラメータ P_k のパラメータ値として扱われる。

10

【 0 0 5 0 】

次に、処理がステップ S 2 6（予測処理部）に進むと、分析部 3 0 8 によって予測処理が実行される。その内容は、上述したステップ S 3 0 のものと同様である。次に、処理がステップ S 2 8 に進むと、報知部 3 1 0 によって、注意喚起出力処理が実行される。すなわち、報知部 3 1 0 は、監視対象パラメータ P_k のパラメータ値（補正後の実測値）と、対応するセンサの寿命が近づいている旨を示す注意喚起情報と、異常発生予測時期と、を報知部 3 1 0 が備えるディスプレイ等に表示する。さらに、報知部 3 1 0 は、報知部 3 1 0 が備える通信 I / F を介して、ユーザまたはサービスマンの携帯情報端末等に対して、監視対象パラメータ P_k の実測値と、注意喚起情報と、異常発生予測時期と、を送信する。

20

【 0 0 5 1 】

また、ステップ S 2 2 において、実測値が「異常範囲」に属すると判定されると、処理はステップ S 3 4 に進み、報知部 3 1 0 によって、警告出力処理が実行される。すなわち、報知部 3 1 0 は、「対応するセンサが異常である」こと、「速やかに当該センサを交換すべき」ことの警告メッセージをディスプレイ等に表示し、スピーカからアラーム音を出力する。さらに、報知部 3 1 0 は、報知部 3 1 0 が備える通信 I / F を介して、ユーザまたはサービスマンの携帯情報端末等に対して、上述した警告メッセージを送信する。

30

【 0 0 5 2 】

ステップ S 2 0 ~ S 3 4 の処理が終了すると、処理はステップ S 1 6 に戻る。ステップ S 1 6 において、変数 k が「1」だけインクリメントされ、変数 k がパラメータ数 M 以下であれば、新たな変数 k の値に対応する監視対象パラメータ P_k について、ステップ S 2 2 ~ S 3 4 の処理が繰り返される。そして、全ての監視対象パラメータ $P_1 \sim P_M$ についてステップ S 2 2 ~ S 3 4 の処理が実行され、次にステップ S 1 6 が実行されると、変数 k はパラメータ数 M よりも大きくなる。従って、ステップ S 1 8 において「Yes」と判定され、処理はステップ S 1 0 に戻る。その後は、ステップ S 1 0 ~ S 3 4 の処理が繰り返される。

【 0 0 5 3 】

40

実施形態の効果

以上のように本実施形態のセンサ状態判定装置（3 0 0）は、空気調和機（1 3 0）の状態または空気調和機（1 3 0）の周囲の状態を示す状態情報の入力を受け付ける受付部（3 0 2）と、空気調和機（1 3 0）に備わるセンサの出力と、所定の期間（学習期間）、受付部（3 0 2）によって受け付けられた状態情報と、に基づいて、センサの出力の推測値（ P_{gk} ）を算出し、算出した推測値（ P_{gk} ）と、センサの出力の実測値（ P_k ）と、に基づいて、センサの劣化度（ α ）を判定する判定部（3 0 8, S 2 2）と、を有する。

これにより、様々な状態情報を用いて、対象とするセンサの劣化度（ α ）を適切に判定できる。

【 0 0 5 4 】

50

また、センサ状態判定装置(300)は、判定部(308, S22)における判定結果に基づいて、実測値(P_k)を補正する補正処理部(308, S24)をさらに備える。これにより、対象センサの実測値(P_k)の精度を高めることができる。

また、センサ状態判定装置(300)は、判定部(308, S22)における判定結果に基づいて、実測値が所定の異常範囲に含まれるか否かを判定する異常判定部(308, S22)をさらに備え、実測値が異常範囲に含まれる場合に、センサの交換を促す警告情報を報知する報知部(310)をさらに備える。

これにより、ユーザやサービスマン等に対して、対象センサの交換を促すことができる。

【0055】

10

また、センサ状態判定装置(300)は、実測値が異常範囲に含まれない場合に、実測値が異常範囲に達すると予測される異常発生予測時期(t_3)を算出する予測処理部(308, S26, S30)をさらに備え、報知部(310)は、異常発生予測時期(t_3)を報知する。

これにより、ユーザやサービスマン等は、対象センサの交換スケジュールを立案しやすくなり、対象センサの異常が発生する前に、適切なメンテナンスを行うことが可能になる。

【0056】

20

また、空気調和機(130)の状態情報は、センサが測定する物理量とは物理的次元が異なる他のセンサが測定する物理量の情報、空気調和機(130)の運転/停止状態、または、空気調和機(130)が備えるアクチュエータの状態を含む。

これにより、参照する状態情報の数を増やすことができ、推測値(P_{gk})の精度を向上させることができる。

【0057】

変形例

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。上述した実施形態は本発明を理解しやすく説明するために例示したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、上記実施形態の構成に他の構成を追加してもよく、構成の一部について他の構成に置換をすることも可能である。また、図中に示した制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上で必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。上記実施形態に対して可能な変形は、例えば以下のようなものである。

30

【0058】

(1) 上記実施形態においては、劣化度 α として、監視対象パラメータ P_k の実測値と推測値 P_{gk} との比を採用した例を説明した。しかし、劣化度 α は、これに限定されるものではなく、監視対象パラメータ P_k の実測値と推測値 P_{gk} との差を劣化度 α として採用してもよい。また、これ以外にも、監視対象パラメータ P_k に係るセンサの劣化状態に関する値や、監視対象パラメータ P_k の実測値と推測値 P_{gk} との関係に基づいて算出される様々な値を劣化度 α として採用してもよい。

40

【0059】

(2) 上記実施形態における解析装置300のハードウェアは一般的なコンピュータによって実現できるため、図5に示したフローチャートに係るプログラム等を記憶媒体に格納し、または伝送路を介して頒布してもよい。

【0060】

(3) 図5に示した処理は、上記実施形態ではプログラムを用いたソフトウェア的な処理として説明したが、その一部または全部をASIC(Application Specific Integrated Circuit; 特定用途向けIC)、あるいはFPGA(field-programmable gate array)等を用いたハードウェア的な処理に置き換えてもよい。

【0061】

50

(4) 上記各実施形態においては、ビル内管理装置 110 とは別体の装置として解析装置 300 を構成したが、解析装置 300 は、ビル内管理装置 110 に含ませてもよい。すなわち、解析装置 300 は、特定のビルディング 100 に設置されている空気調和機のための解析を行うものであってもよい。また、上述した解析装置 300 の機能の一部を、ビル内管理装置 110 に分担させてもよい。例えば、図 5 に示した処理のうち、ステップ S2 ~ S20 はビル内管理装置 110 が実行し、ステップ S22 ~ S34 は解析装置 300 が実行するようにしてもよい。

【0062】

(5) また、上記実施形態における解析装置 300 は、空気調和機のみならず、チラー、冷凍機、給湯器等の冷凍サイクル機器に適用することができ、さらに工業機械、電気自動車、鉄道車両、船舶、航空機等、種々の機器に適用することができる。これにより、これらの機器においては、その用途に応じて、各種センサの状態を適切に把握できる。

【符号の説明】

【0063】

120, 130 空気調和機 (機器)

300 解析装置 (センサ状態判定装置、コンピュータ)

302 データ通信部 (受付部、)

308 判定部 (補正処理部、異常判定部、判定手段、予測処理部)

S2, S10 ステップ (受付部、受付過程、受付手段)

S22 ステップ (判定部、判定過程、判定手段)

S24 ステップ (補正処理部)

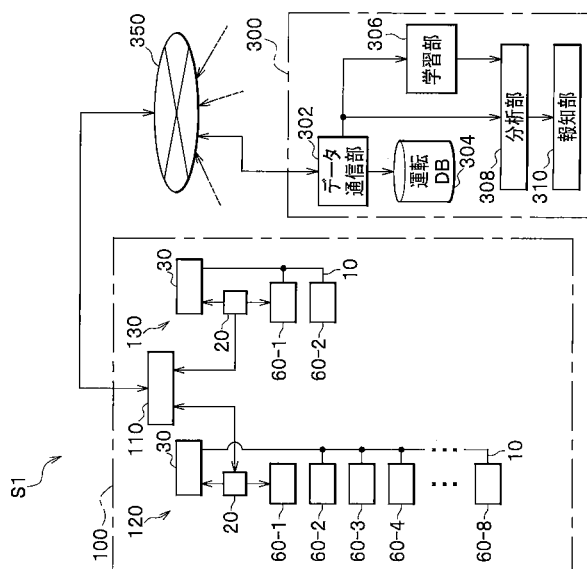
S26, S30 ステップ (予測処理部)

310 報知部

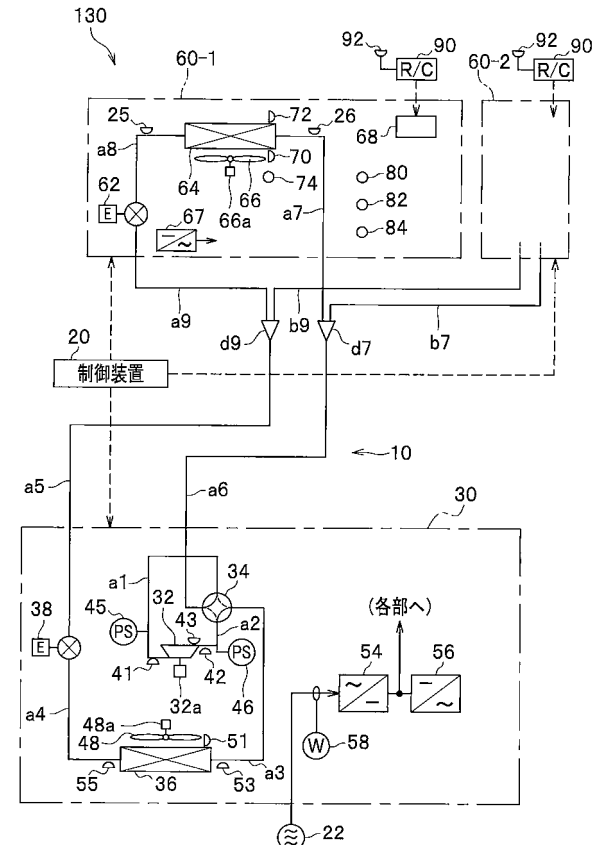
P_{gk} 推測値

t3 異常発生予測時期

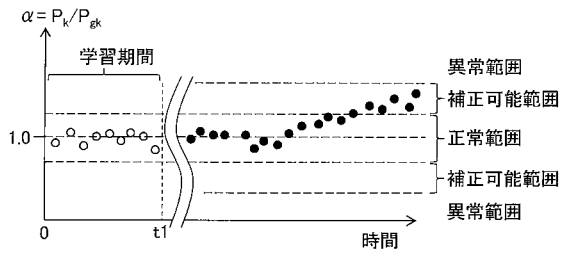
【図 1】



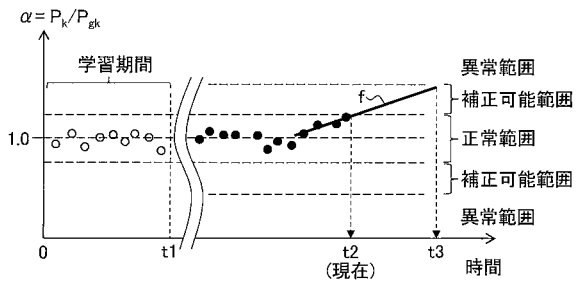
【図 2】



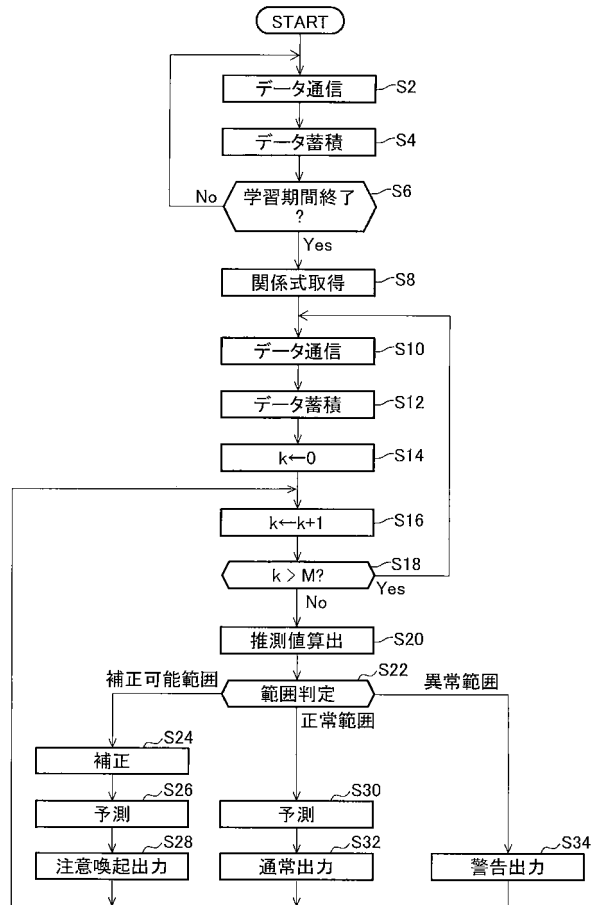
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F 2 4 F 140/20 (2018.01) F I F 2 4 F 140:20 テーマコード(参考)

F ターム(参考) 3L260 AA09 AB03 BA38 BA55 BA57 BA61 BA64 CA03 CA12 CA13
CA16 CA17 CB03 CB04 CB09 CB13 CB14 CB15 CB16 CB18
CB19 CB24 CB62 CB85 DA10 EA01 EA07 EA21 EA22 EA26
FB09 FC32 FC33 GA02 GA17 GA26 HA01 JA01 JA15 JA17
JA18 JA21