

(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
2011年4月7日(07.04.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/039823 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005123
- (22) 国際出願日: 2009年10月2日(02.10.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 関合孝朗(SEKIAI, Takaaki) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 江口徹(EGUCHI, Toru) [JP/JP]; 〒3191221

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 楠見尚弘(KUSUMI, Naohiro) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 堀嘉成(HORI, Yoshinari) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 深井雅之(FUKAI, Masayuki) [JP/JP]; 〒3191293 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内 Ibaraki (JP). 清水悟(SHIMIZU, Satoru) [JP/JP]; 〒3191293 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: ポーレル特許業務法人(Polaire I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PLANT DIAGNOSTIC EQUIPMENT

(54) 発明の名称: プラント診断装置

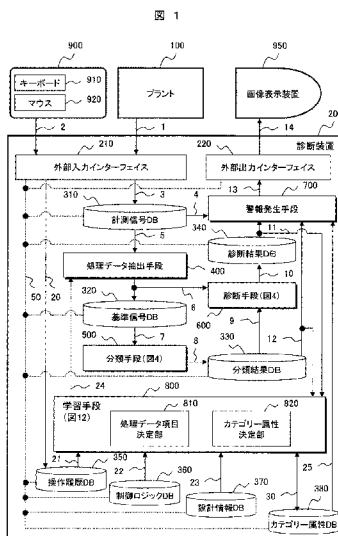


FIG. 1:
910 KEYBOARD
920 MOUSE
100 PLANT
100 PLANT
950 IMAGE DISPLAY DEVICE
200 DIAGNOSTIC EQUIPMENT
210 EXTERNAL INPUT INTERFACE
220 EXTERNAL OUTPUT INTERFACE
310 MEASUREMENT SIGNAL DB
320 REFERENCE SIGNAL DB
340 DIAGNOSIS RESULT DB
400 PROCESSED DATA EXTRACTION MEANS
600 DIAGNOSTIC MEANS (FIG. 4)
320 REFERENCE SIGNAL DB
500 CLASSIFYING MEANS (FIG. 4)
330 CLASSIFICATION RESULT DB
800 LEARNING MEANS (FIG. 12)
810 PROCESSED DATA ITEM DETERMINATION UNIT
820 CATEGORY ATTRIBUTE DETERMINATION UNIT
350 OPERATION HISTORY DB
360 CONTROL LOGIC DB
370 DESIGN INFORMATION DB
380 CATEGORY ATTRIBUTE DB

(57) Abstract: Provided is a diagnostic equipment for selecting data items to be used for diagnosis on the basis of the operation history information of an operator. The plant diagnostic equipment receives the measurement signal of a plant and the operation signal of the time when an operation is performed by the operator using an external input device and displays the state of the plant on an image display device as display information. The plant diagnostic equipment has a measurement signal database for storing the measurement signal of the plant, an operation history database for storing the operation signal of the time when the operation is performed by the operator using the external input device, and a learning means for extracting a data item to be used for the diagnosis of the plant from the display information displayed on the image display device by the operation performed by the operator using the external input device when an abnormality in the plant occurs.

(57) 要約: 本発明の目的は、オペレータの操作履歴情報に基づいて、診断に使用するデータ項目を選定する診断装置を提供することにある。このために、プラントの計測信号と、オペレータが外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号とを入力し、画像表示装置にプラントの状態を表示情報として表示するプラント診断装置において、プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、オペレータが外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号を記憶する操作履歴データベースと、プラントの異常発生時に、オペレータが前記外部入力装置を用いて行なった操作により画像表示装置に表示された表示情報の中から、プラントの診断に使用するデータ項目を抽出する学習手段とを有する。



(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ,

NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： プラント診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラントの異常を検出するプラント診断装置に関するものである。

背景技術

[0002] プラントの診断装置は、プラントに異常な過渡事象や事故等が生じた際に、プラントからの計測データを基に、その異常や事故の発生を検知する。

[0003] 特許文献1には、適応共鳴理論（Adaptive Resonance Theory：ART）を用いた診断装置が開示されている。ARTでは、多次元のデータを、その類似度に応じてカテゴリーに分類する機能を持つ。特許文献1の技術では、まず、ARTを用いて、正常時の計測データを複数のカテゴリーに分類する。次に、現在の計測データをARTでカテゴリーに分類し、このカテゴリーが正常時に生成された複数のカテゴリーとは異なる場合に、異常と診断する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-165375号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般に、プラントにはセンサーが多数取り付けられている。プラントの規模が大きくなると、センサーの数は数千にもなる場合がある。数千もの計測データをリアルタイムにカテゴリーに分類するには、膨大な計算コストがかかるため、通常はいくつかのデータを選んで診断に使用する。

[0006] しかし、プラントには固有の特性があるため、診断に使用するデータ項目を全て事前に選定することは難しい。また、診断に使用するデータ項目の選定によっては、異常発生後も選定した計測値が変化せずに警報が発生しない

可能性がある。

[0007] また、プラントの運転状態が正常であっても、過去に経験したことがない計測値がARTに入力されると新規カテゴリーが発生して警報が発生する可能性がある。正常状態で警報が発生することは望ましいことではない。

[0008] このように、異常であるにも関わらず警報がされない、あるいは正常であるにも関わらず警報が出てしまうといった問題を解決するには、「診断に使用するデータ項目を全て事前に選定」しておくことが有効ではあるが、実際問題としては有効なデータ項目あるいはその組み合わせを如何にして得るかという点で問題がある。

[0009] この点、プラントのオペレータは長年の経験を通じて多くの有効な知見を体得しているはずであるが、意識下にあるこれらの知見をどのようにして顕在化させ、「診断に使用するデータ項目」として抽出するかという点で問題が残る。

[0010] 以上のことから、本発明の目的は、診断に使用するデータ項目を事前に適切に選定し、さらには正常状態で警報が発生することを抑制することが可能なプラント診断装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の課題を解決するため、本発明の診断装置は以下の特徴を持つ。

[0012] 本発明においては、プラントの計測信号と、オペレータが外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号とを入力し、画像表示装置にプラントの状態を表示情報として表示するプラント診断装置において、プラント診断装置は、プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、オペレータが前記外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号を記憶する操作履歴データベースと、プラントの異常発生時に、オペレータが前記外部入力装置を用いて行なった操作により画像表示装置に表示された表示情報の中から、プラントの診断に使用するデータ項目を抽出する学習手段を有する。

[0013] また、プラント診断装置の学習手段は、プラントの異常発生時に、画像表示装置に表示された表示画面の表示時間から、当該画面に表示されている表

示情報の重み付けを行ないプラントの診断に使用するデータ項目を抽出する処理データ項目決定部を備えてもよい。

[0014] また、プラント診断装置は、抽出されたデータ項目を前記画像表示装置に表示し、プラント診断の監視項目に追加することの判別に供してもよい。

[0015] また、プラント診断装置はプラントの制御ロジックを保存する制御ロジックデータベースと、設計情報を保存する設計情報データベースを備えており、これらのデータベースの保存情報が画像表示装置に表示情報として表示されてもよい。

[0016] 本発明においては、プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、計測信号データベースからプラントの状態を診断するのに使用する診断信号を抽出する処理データ抽出手段と、処理データ抽出手段で抽出した診断信号を保存する基準信号データベースと、基準信号データベースに保存されているデータをカテゴリーに分類する分類手段と、分類手段で分類した結果を保存する分類結果データベースと、処理データ抽出手段で抽出した最新の診断信号が、分類結果データベースに保存されているカテゴリーに属さない場合に新しいカテゴリーを発生させて分類する診断手段と、診断手段での分類結果を保存する診断結果データベースと、診断結果データベースと分類結果データベースに保存されているカテゴリーの情報を用いて、ある一定期間内における新規カテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超えた時に警報を発生させる警報発生手段を備えたプラント診断装置において、マウス、キーボードから成る外部入力装置からの外部入力信号を保存する操作履歴データベースと、操作履歴データベースに保存されている操作履歴情報に基づいて、処理データ抽出手段で抽出するデータ項目を決定する処理データ項目決定部を有する学習手段を備えた。

[0017] 本発明においては、プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、計測信号データベースからプラントの状態を診断するのに使用する基準信号を抽出する処理データ抽出手段と、処理データ抽出手段で抽出した基準信号を保存する基準信号データベースと、基準信号データベースに保存され

ているデータをカテゴリーに分類する分類手段と、分類手段で分類した結果を保存する分類結果データベースと、処理データ抽出手段で抽出した最新の診断信号が、分類結果データベースに保存されているカテゴリーに属さない場合に新しいカテゴリーを発生させて分類する診断手段と、診断手段での分類結果を保存する診断結果データベースと、診断結果データベースと前記分類結果データベースに保存されているカテゴリーの属性を正常か異常かに定義し、カテゴリーの属性を保存するカテゴリー属性データベースと、診断結果データベース、分類結果データベース、カテゴリー属性データベースに保存されている情報を用いて、ある一定期間内における異常属性のカテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超えた時に警報を発生させる警報発生手段を備えたプラント診断装置において、マウス、キーボードから成る外部入力装置からの外部入力信号を保存する操作履歴データベースと、操作履歴データベースに保存されている操作履歴情報に基づいて、処理データ抽出手段で抽出するデータ項目を決定する処理データ項目決定部と、カテゴリーの属性を正常か異常に決定するカテゴリー属性決定部の少なくとも1つの決定部を有する学習手段を備えた。

[0018] また、プラント診断装置は、プラントを制御するための制御ロジック情報が保存されている制御ロジックデータベースと、プラントの設計情報が保存されている設計情報データベースを備え、学習手段では制御ロジックデータベースに保存されている制御ロジック情報と、設計情報データベースに保存されている設計情報も合わせて処理してもよい。

[0019] また、プラント診断装置は、診断装置内のデータベースに保存されている情報を表示する画像表示装置を有し、操作履歴データベースには、少なくとも操作を実施した時刻と、画像表示装置に表示されている画面の関係が保存されているのがよい。

[0020] またプラント診断装置は、処理データ項目決定部では、少なくとも画像表示装置に表示された画面に関係するデータ項目と画面が表示されていた期間に基づいて、データ項目の重要度を計算し、重要度が高いデータ項目を抽出

する機能を有し、処理データ抽出手段では、処理データ項目決定手段で抽出した重要度が高いデータ項目のデータを計測信号データベースから抽出するのがよい。

[0021] またプラント診断装置は、処理データ項目決定部では、少なくとも画像表示装置に表示された画面に関係するデータ項目と画面が表示されていた期間に基づいて、データ項目の重要度を計算し、重要度が高いデータ項目を抽出する機能を有し、処理データ項目決定手段で抽出した重要度が高いデータ項目のデータを画像表示装置上に表示し、外部入力装置からの操作でデータ項目を追加、削除してデータ項目を決定し、処理データ抽出手段では、外部入力装置からの操作で決定したデータ項目のデータを計測信号データベースから抽出してもよい。

[0022] またプラント診断装置は、カテゴリ属性決定部では、カテゴリ毎に画面が表示されていた期間の割合のデータを保持し、表示されていた期間の割合のデータの類似性に基づいて、カテゴリの属性を異常から正常に変更する機能を有し、警報発生手段では異常の属性を持つカテゴリの発生割合が一定値を超えた時に警報を発生させるのがよい。

[0023] またプラント診断装置において、カテゴリ属性決定部ではカテゴリ毎に画面が表示されていた期間の割合のデータを保持し、表示されていた期間の割合のデータの類似性に基づいて、カテゴリの属性を異常から正常に変更する機能と、画像表示装置上に表示されたカテゴリの属性を前記外部入力装置からの入力された外部入力信号に基づいて修正する機能を持つのがよい。

発明の効果

[0024] 診断に使用するデータ項目を事前に適切に設定でき、診断性能が向上する。また、不必要な警報の発生を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の診断装置を示すブロック図である。

[図2]診断装置の正常状態学習モードにおける基本動作を説明するフローチャ

ート図である。

[図3] 診断装置の診断モードにおける基本動作を説明するフローチャート図である。

[図4] 分類手段500、及び診断手段600の一実施例を説明するブロック図である。

[図5] 図4での分類結果の一例を説明する図である。

[図6] 計測信号データベース、基準信号データベース、分類結果データベースに保存されるデータの態様を説明する図である。

[図7] 本発明の適用されるプラントとして火力発電プラントを示す図である。

[図8] 図7のプラントから入手した計測信号が異常発生により変化したときの一例を横軸に時間経過をとって示す図である。

[図9] 異常時に警報が発生しない事例示す図である。

[図10] 異常時に警報が発生する事例示す図である。

[図11] 正常時に警報が発生する事例示す図である。

[図12] 学習手段800の動作を説明するフローチャート図である。

[図13] プラント100のオペレータが画像表示装置950に表示させる画面の例を示す図である。

[図14a] 操作履歴データベース350に保存されるデータの態様として時刻と画面表示タイミングを示す図である。

[図14b] 操作履歴データベース350に保存されるデータの態様として表示時間とデータ項目を示す図である。

[図15] 処理データ項目決定部810の動作結果を示す図である。

[図16] ステップS1220で画像表示装置950に表示されるデータ項目追加画面の例を示す図である。

[図17] データ項目が追加される前の分類手段500、及び診断手段600を説明する図である。

[図18] データ項目をARTモジュールを1つ追加したときの分類手段500、及び診断手段600を説明する図である。

[図19] 1つのARTモジュールに入力するデータ項目を2から4に変更したときの分類手段500、及び診断手段600を説明する図である。

[図20] カテゴリー属性データベース830に保存されるデータの態様とステップS1240で画像表示装置に表示されるカテゴリー属性修正画面の例を説明する図面である。

[図21] カテゴリー属性を修正した結果の動作例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0026] 本発明の診断装置について、図面を参照して説明する。

実施例

[0027] 図1は、本発明のプラント診断装置を示すブロック図であり、プラント100をプラント診断装置200で診断する。

[0028] 診断装置200には、演算装置として処理データ抽出手段400、分類手段500、診断手段600、警報発生手段700、学習手段800を備えている。

[0029] また、診断装置200には、データベースとして計測信号データベース310、基準信号データベース320、分類結果データベース330、診断結果データベース340、操作履歴データベース350、制御ロジックデータベース360、設計情報データベース370、カテゴリー属性データベース380を備えている。

[0030] これらのデータベースは種々の目的のために用意されているが、特に「診断に使用するデータ項目を事前に適切に設定」するために、操作履歴データベース350が設けられている。つまり、本発明では異常発生時のオペレータの行動（画像表示装置950に向かって行なうキーボード910やマウス920を用いた各種操作）は、オペレータの長年の知見を反映したものではないかという前提に立っている。従って、このときの操作履歴を操作履歴データベース350に蓄え、解析することで診断に使用するデータ項目を得る。

[0031] また、診断装置200は、外部とのインターフェイスとして外部入力ライン

ターフェイス 210、外部出力インターフェイス 220 を備えている。

[0032] そして、診断装置 200 には、外部入力インターフェイス 210 を介して、プラント 100 から該プラントの各種状態量を計測した計測信号 1、及びキーボード 910、マウス 920 で構成される外部入力装置 900 の操作で作成される外部入力信号 2 を入力する。また、診断装置 200 から、外部出力インターフェイス 220 を介して、画像表示データ 14 を画像表示装置 950 に出力する。

[0033] 外部入力インターフェイス 210 を介して入力された計測信号 3 は、計測信号データベース 310 に保存される。

[0034] 処理データ抽出手段 400 では、計測信号データベース 310 に保存されている計測信号 5 から診断に使用する診断信号 6 を抽出し、基準信号データベース 320 に保存する。

[0035] 分類手段 500 は、基準信号 7 をカテゴリに分類する。分類結果 8 は、分類結果データベース 330 に保存する。分類手段 500 の処理内容は、図 4 を用いて後述する。

[0036] 診断手段 600 では、処理データ抽出手段 400 で抽出した最新の診断信号 6 が、分類結果データベース 330 に属する場合は、診断信号 6 をそのカテゴリに分類する。一方、処理データ抽出手段 400 で抽出した最新の診断信号 6 が、分類結果データベース 330 に保存されているカテゴリに属さない場合に新しいカテゴリを発生させて、診断信号 6 を分類する。診断手段 600 で作成した分類結果である診断結果 10 は、診断結果データベース 340 に保存する。診断手段 600 の処理内容は、図 4 を用いて後述する。

[0037] カテゴリ属性データベース 380 には、分類結果データベース 330、診断結果データベース 340 に保存されているカテゴリの属性が保存されている。カテゴリの属性は、正常と異常がある。分類結果データベース 330 に保存されているカテゴリの属性は正常である。また、診断結果データベース 340 に保存されているカテゴリの内、診断手段 600 で発生し

た新規カテゴリーの初期属性は異常である。これらのカテゴリーの属性は、学習手段 800 を用いて修正できる。学習手段 800 における、この修正方法については、図 12 を用いて後述する。

[0038] 警報発生手段 700 では、診断結果データベース 340 に保存されている診断結果 11 と、分類結果データベース 330 に保存されている分類結果 12、カテゴリー属性データベース 380 に保存されているカテゴリー属性情報 25、計測信号データベース 310 に保存されている最新の時刻の計測信号 4 を用いて、警報を発生させるかどうかを判定する。

[0039] 警報発生手段 700 は、以下の 3 種類の警報を発生する判定基準を持ち、これらを任意に組み合わせて警報を発生するかどうかを決定する。（例えば、条件 1 と条件 2 が両方とも成立した時に警報を発生させる、条件 1 と条件 2 のいずれかが成立した時に警報を発生させる、など）

条件 1：最新の時刻の計測信号 4 が、定められた範囲（閾値）を逸脱する。

条件 2：ある一定期間内における新規カテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超える。

条件 3：ある一定期間内における異常属性のカテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超える。

[0040] 警報発生手段 700 で警報を発生させる判定に決定した場合、警報発生手段 700 は警報信号 13 を外部出力インターフェイス 220 に送信する。警報信号 13 は、外部出力インターフェイス 220 にて画像表示情報 14 に変換され、画像表示装置 950 に表示される。

[0041] また、外部入力信号 20 は、操作履歴データベース 350 に保存する。

[0042] 学習手段 800 は、処理データ項目決定部 810、カテゴリー属性決定部 820 で構成される。尚、本実施例では、学習手段 800 に処理データ項目決定部 810、カテゴリー属性決定部 820 の 2 つが含まれているが、いずれか一方のみを含むようにしてもよい。

[0043] 処理データ項目決定部 810 では、少なくとも操作履歴データベース 350 に保存されている情報を用いて、処理データ抽出手段 400 で抽出するデ

ータ項目を決定する。この処理データ項目情報 24 は、処理データ抽出手段 400 に送信される。

[0044] また、カテゴリー属性決定部 820 では、少なくとも操作履歴データベース 350 に保存されている情報を用いて、カテゴリーの属性を正常か異常に決定する。カテゴリー属性情報 30 はカテゴリー属性データベース 380 に保存される。

[0045] 尚、処理データ項目決定部 810、及びカテゴリー属性決定部 820 は、必要に応じてプラント 100 の制御ロジックが保存されている制御ロジックデータベース 360、及びプラント 100 の設計情報が保存されている設計情報データベース 370、分類結果データベース 330、診断結果データベース 340 の情報を用いることもできる。

[0046] また、計測信号データベース 310、基準信号データベース 320、分類結果データベース 330、診断結果データベース 340、操作履歴データベース 350、制御ロジックデータベース 360、設計情報データベース 370 に保存されている診断装置情報 50 は、画像表示装置 950 に表示できる。また、これらの情報は、必要に応じて外部入力装置 900 を用いて修正することもできる。

[0047] 尚、本実施例では、処理データ抽出手段 400、分類手段 500、診断手段 600、警報発生手段 700、学習手段 800、計測信号データベース 310、基準信号データベース 320、分類結果データベース 330、診断結果データベース 340、操作履歴データベース 350、制御ロジックデータベース 360、設計情報データベース 370、カテゴリー属性データベース 380 が全て診断装置 200 の内部にあるが、これらの一部を診断装置 200 の外部に配置し、データのみを通信するようにしてもよい。

[0048] また、本実施例では診断対象とするプラントは 1 つであるが、診断装置 200 で複数のプラントを診断することもできる。

[0049] 図 2 と図 3 は、診断装置 200 の基本動作を説明するフローチャート図である。診断装置 200 では、基準信号データベース 320 に保存されている

情報を基に正常時のデータをカテゴリーに分類する正常状態学習モードと、プラント100の状態を診断する診断モードの2つの基本動作を持つ。正常状態学習モード、および診断モードは、計測信号のサンプリング周期、もしくは予めオペレータが設定した周期ごとに、それぞれ独立に動作させる。なお、図2は正常状態学習モード、図3は診断モードの動作を説明するフローチャート図である。

- [0050] このうち正常状態学習モードでは、図2に示すように、ステップS1000、S1010を組み合わせで実行する。まず、ステップS1000では、処理データ抽出手段400を動作させ、計測信号データベース310の計測信号5から、診断信号6を抽出する。診断信号6は基準信号データベース320に保存する。基準信号データベース320に保存されるデータは、オペレータがプラントの運転状態を正常と判定した期間のデータである。
- [0051] 次に、ステップS1010では、分類手段500を動作させ、基準信号データベース320に保存されている基準信号7を分類し、分類結果8を分類結果データベース330に保存する。
- [0052] 診断モードでは、図3に示すように、ステップS1100、S1110、S1120、S1130を組み合わせで実行する。
- [0053] まず、ステップS1000では、プラント100からの計測信号1を、外部入力インターフェイス210を介して診断装置200に取り込み、計測信号3を計測信号データベース310に保存する。次に処理データ抽出手段400を動作させ、計測信号データベース310から計測信号5を抽出し、時刻が最新の診断信号6を診断手段600に送信する。
- [0054] ステップS1010では、診断手段600を動作させ、診断結果10を診断結果データベース340に送信する。
- [0055] ステップS1020では、警報発生手段700を動作させ、警報発生の可否を判定する。ステップS1020で警報発生可とした場合はステップS1030に進み、警報発生否の場合はステップS1000に戻る。
- [0056] ステップS1030では、警報発生手段700が出力した警報信号13を

、外部出力インターフェイス 220 で画像表示情報 14 に変換し、画像表示装置 950 に出力する。これにより、プラントオペレータに警報を通知する。

[0057] 図 4 は、分類手段 500、及び診断手段 600 の一実施例を説明するブロック図である。ここでは、分類手段 500、及び診断手段 600 に適応共鳴理論 (Adaptive Resonance Theory: ART) を適用した時について述べるが、他のクラスタリング手法 (ベクトル量子化等) を用いることもできる。

[0058] 分類手段 500 と診断手段 600 は、図 4 に示すデータ前処理装置 610 と ART モジュール 620 で構成されるフローチャートをそれぞれ実行する。データ前処理装置 610 では、運転データを ART モジュール 620 の入力データに変換する。以下にそのステップについて説明する。

[0059] まず、計測項目毎に最大値及び最小値を計算する。計算した最大値及び最小値を用いてデータを正規化する。

[0060] 正規化の方法についてプラントのプロセス量 x_i を例に説明する。 x_i のデータ数が N 個で n 番目の計測値を $x_i(n)$ とする。また、 N 個のデータの中の最大値及び最小値をそれぞれ Max_i 、 Min_i とすると、正規化したデータ $Nx_i(n)$ は (1) 式で求められる。

$$Nx_i(n) = \alpha + (1 - \alpha) \times (x_i(n) - Min_i) / (Max_i - Min_i) \quad \dots (1)$$

ここで、 α ($0 \leq \alpha < 0.5$) の定数であり、(1) 式によりデータは $[\alpha, 1 - \alpha]$ の範囲に正規化される。次に、正規化したデータの補数を計算し、入力データに加える。

[0061] 正規化データ $Nx_i(n)$ の補数 $CNx_i(n)$ を (2) 式で計算する。

$$CNx_i(n) = 1 - Nx_i(n) \quad \dots (2)$$

次に、データ $Nx_i(n)$ 及び $CNx_i(n)$ からなるデータを入力データとして ART モジュール 620 に入力する。以上が、データ前処理装置 610 における運転データの ART モジュール 620 への入力データ変換処理

である。

[0062] ARTモジュール620では、入力データを複数のカテゴリーに分類する。ARTモジュール620は、F0レイヤー621、F1レイヤー622、F2レイヤー623、メモリー624、及び選択サブシステム625を備え、これらは相互に結合している。F1レイヤー622とF2レイヤー623は重み係数を介して結合しており、重み係数は入力データが分類されるカテゴリーのプロトタイプ（原型）を表している。

[0063] 次に、ARTモジュール620のアルゴリズムについて説明する。ARTモジュール620に入力データが入力された場合のアルゴリズムの概要は、次の処理1ないし処理5のようになる。

[0064] 処理1：F0レイヤー621により入力ベクトルを正規化し、また、ノイズを除去する。

[0065] 処理2：F1レイヤー622に入力された入力データと重み係数との比較により、ふさわしいカテゴリーの候補を選択する。

[0066] 処理3：選択サブシステム625で選択したカテゴリーの妥当性がパラメータ ρ との比により評価される。妥当と判断されれば、入力データはそのカテゴリーに分類され、処理4に進む。妥当と判断されなければ、そのカテゴリーはリセットされ、他のカテゴリーからふさわしいカテゴリーの候補を選択する（処理2の処理を繰り返す）。パラメータ ρ の値を大きくするとカテゴリーの分類が細くなり、 ρ を小さくすると分類が粗くなる。このパラメータ ρ を、ビジランス（vigilance）パラメータと呼ぶ。

[0067] 処理4：処理2で、全ての既存のカテゴリーがリセットされると、新規カテゴリーと判断され、新規カテゴリーのプロトタイプを表す新しい重み係数を生成する。

[0068] 処理5：入力データがカテゴリーJに分類されると、カテゴリーJに対応する重み係数 W_J （new）は過去の重み係数 W_J （old）と入力データ p （または、入力データから派生したデータ）から（3）式で更新する。

$$W_J \text{ (new)} = K_w \cdot p + (1 - K_w) \cdot W_J \text{ (old)} \quad \cdots (3)$$

ここで、 K_w は学習率パラメータであり、入力ベクトルを新しい重み係数に反映させる度合いを決定する。

[0069] ARTモジュール620のデータ分類アルゴリズムの特徴は処理4の処理にある。処理4により、記憶しているパターンと異なる入力データが入力された場合、記憶しているパターンは変更せず新しいパターンを記憶することができる。このため、過去に学習したパターンを記憶しながら、新たなパターンを記憶することが可能となる。

[0070] このように、入力データとして予め与えた運転データを与えると、ARTモジュール620は与えられたパターンを学習する。したがって、学習済みのARTモジュール620に新たな入力データが入力されると、上記アルゴリズムにより、過去のどのパターンに近いかを判定できる。また、過去に経験したことのないパターンであれば、新しいカテゴリーに分類される。

[0071] 図5は、分類結果の一例を説明する図である。図5では、計測データの2項目を表示したものであり、2次元のグラフで表記した。計測データは、ARTモジュール620によって、複数のカテゴリー630（図5中の円）に分割される。

[0072] 図6は、計測信号データベース310、基準信号データベース320、分類結果データベース330に保存されるデータの態様を説明する図である。この図6は、図1の画像表示装置950に表示するときの、表示画面と考えてよい。従って、図6の例えば計測信号データベース310において、縦横の画面上のスクロール301によって、より広範囲のデータをスクロール表示することができる。また、基準信号データベース320において、基準のタブ302を選択することで、この基準に分類された項目のみを纏めて表示することができる。尚、診断結果データベース340と分類結果データベース330に保存されるデータの態様は同じである。また、これらのデータベースのデータは、図6、さらには後述する図13、図14、図15、図16、図20に示すような各種の形態に加工されて表示情報に変換され、画像表示装置に表示される。

- [0073] 図6上段は、計測信号データベース310に保存されるデータの態様を説明する図面である。図6上段に示すように、計測信号データベース310には、プラント100で計測した複数のデータ項目（項目A、B、C他）の値が、サンプリング周期（縦軸の時刻）毎に保存される。
- [0074] 図6中段は、基準信号データベース320に保存されるデータの態様を説明する図面である。図1の処理データ抽出手段400では、プラント100の診断に使用するデータ群を、図6上段の計測信号データベース310から抽出する。例えば、図6中段では、基準信号のデータ群が3つ（「基準1」「基準2」「基準3」）あり、基準のタブ302として「基準1」を選択した時のデータ群は項目A、項目C、項目Dで構成されていることを意味する。
- [0075] このように、計測信号データベース310には、全データ項目の計測値が1つのデータ群として時系列的に保存されているのに対して、基準信号データベース320には基準に従って選択され、限られたデータ項目の計測値が、複数のデータ群として時系列的に保存される。
- [0076] 図6下段は、分類結果データベース330に保存されるデータの態様を説明する図面である。分類結果データベース330には、時刻と、その時刻におけるデータが分類されたカテゴリー番号の関係（図6下段左）、及びカテゴリー番号と重み係数の関係（図6下段右）が保存される。分類結果データベース330には、基準信号データベース320に保存されているデータ群毎の分類結果が保存される。
- [0077] 図7は、本発明の適用されるプラントとして火力発電プラントを示している。図7に示すように、火力発電プラント100は、ガスタービン発電機110、制御装置120、データ送信装置130からなる。ガスタービン発電機110は、発電機111、圧縮機112、燃焼器113、タービン114で構成される。圧縮機112で生成した圧縮空気を燃焼器113に送り、燃料と混合して燃焼器113で燃焼する。燃焼により発生した高圧ガスにより、タービン114が回転し、発電機111で発電する。

- [0078] 制御装置 120 では、電力需要に応じてガスタービン発電機 110 の出力を制御する。また、制御装置 110 は、ガスタービン発電機 110 に設置されたセンサー（図示せず）で計測した運転データ 102 を入力している。運転データ 102 は、吸気温度、燃料投入量、タービン排ガス温度、タービン回転数、発電機発電量、タービン軸振動などの状態量で、サンプリング周期毎に計測している。また、大気温度などの気象情報も計測している。制御装置 120 では、これらの運転データ 102 を用いて、ガスタービン発電機 110 を制御するための制御信号 101 を算出する。信号データ送信装置 130 は、制御装置 120 で計測した運転データ 102、及び制御装置 120 で算出した制御信号 101 で構成される計測信号 1 を、診断装置 200 に送信する。
- [0079] 図 8 に、図 7 のプラントから入手した計測信号が異常発生により変化したときの一例を横軸に時間経過をとって示している。図 8 に示すように、診断装置 200 内の診断手段 600 には、例えば項目 A として発電機出力、及び項目 B として大気温度の計測信号が入力される。この例では、当初項目 A と B はほぼ一定値で安定しているが、その後時刻 t_1 で項目 A が減少し、次いで項目 B が増加したのち減少し、最終的に両項目ともに増加するような変動をしたものとする。
- [0080] 係る計測信号の変化のときに、図 2 の正常状態学習モードにおいて、基準データを分類手段 500 に入力してカテゴリーに分類した結果、図 8 の時刻 t_1 に至る前の状態では項目 A と B のカテゴリー分類は、1 番から 4 番のカテゴリーに分類された（基準時カテゴリー）とする。
- [0081] その後、現在の計測データを診断手段 600 で逐次カテゴリーに分類すると、図 8 の異常発生より前の時間帯では、計測信号 4 はカテゴリー番号 1 ～ 4 のいずれかに属し、異常発生後は、正常時にはないカテゴリー（新規カテゴリー 5, 6, 7）に属する。
- [0082] 図 8 において、ある一定期間で発生する新規カテゴリー数の移動平均で計算する新規カテゴリーの発生割合は、異常発生後から上昇する。警報発生手

段 700 では、新規カテゴリーの発生割合が予め設定された閾値を超えると警報を発生する。

[0083] 図 8 の例のように、異常発生に伴って診断に使用したデータ項目の計測値が変化して警報を発生できれば、警報で異常発生をオペレータに伝えることが可能となる。また、異常発生前のカテゴリーは全て基準時のカテゴリーに分類されているため、本例では正常状態で警報は発生しない。

[0084] 一般に、プラントにはセンサーが多数取り付けられており、計測データの項目数は数千にもなる場合がある。数千ものデータ項目をリアルタイムにカテゴリーに分類するには、膨大な計算コストがかかるため、通常はいくつかのデータ項目を選んで診断に使用する。

[0085] しかし、プラントには固有の特性があるため、診断に使用するデータ項目を全て事前に選定することは難しい。また、診断に使用するデータ項目の選定によっては、異常発生後も選定した計測値が変化せずに警報が発生しない可能性がある。

[0086] また、プラントの運転状態が正常であっても、過去に経験したことがない計測値が A R T に入力されると新規カテゴリーが発生して警報が発生する可能性がある。正常状態で警報が発生することは望ましいことではない。

[0087] 以上のことから、通常発生しうるいくつかの事象について説明をすると、図 9 に示した異常時に警報が発生しない事例、図 10 に示した異常時に警報が発生する事例、図 11 に示した正常時に警報が発生する事例が想定される。

[0088] 本発明の診断装置 200 には、異常時に警報が発生しないこと、及び正常時に警報が発生することを防ぐため、学習手段 800 が搭載されている。学習手段 800 の動作については、後で図 12 を用いて説明する。

[0089] 図 9 は、項目 A、及び項目 B のデータを診断した時の結果であり、図 10 は図 9 と同じ時刻で入力した項目 C、及び項目 D のデータを診断した時の結果である。また、図 9、図 10 共に、正常時の基準カテゴリーの番号は 1 とする。

- [0090] 図9では、異常発生後も項目A、及び項目B共に計測値が変わらない。そのため、診断手段600で計測値を分類しても、異常発生の前後で分類されるカテゴリーは同じとなる。この場合、警報発生手段700では警報を発生しない。
- [0091] 図10は、図9と同じ時間帯における項目C、及び項目Dの計測値を診断した結果である。項目C、及び項目Dの計測値は、異常発生後に大きく変化しており、新規カテゴリー（カテゴリー番号2～4）が生成され、警報も生成される。
- [0092] このように、異常発生時に警報を発生させるためには、診断に使用するデータ項目を適切に選定する必要がある。項目A及び項目Bには異常の影響が現れないが、項目C及び項目Dには顕著に現れるといった関係を利用して、何を診断に使用するかを選定する必要がある。本発明の学習手段800内の処理データ項目決定部810には、計測信号データベース310に保存されているデータ項目から、診断に使用するデータ項目を選定する機能を持つ。
- [0093] 図11は、正常時に警報が発生する事例を説明する図面である。図11では、正常時の基準カテゴリーの番号は1とし、プラント状態は正常とする。図11に示すように、項目Eのデータが微小に変化し診断手段600で計測値を分類した結果、新規カテゴリー（カテゴリー番号2）が生成された。その結果、正常状態であっても警報が発生する。
- [0094] プラントの異常をオペレータに通知するための警報が、正常時に発生することは望ましくない。従って、2番のカテゴリーが発生しても警報が発生しないようにする必要がある。本発明のカテゴリー属性決定部820では、カテゴリーの属性を異常と正常に区別する機能を持つ。
- [0095] 以下では、処理データ項目決定部810、及びカテゴリー属性決定部820で構成される学習手段800の動作内容を述べる。
- [0096] 図12は、学習手段800の動作を説明するフローチャート図である。図12に示すように、本フローチャートはステップS1200、S1210、S1220、S1230、S1240、S1250を組み合わせる。

。ただし、説明の前提として、図１の操作履歴データベース３５０には、プラント１００のオペレータが外部入力装置９００を用いて操作した結果（例えば、画像表示装置９５０に表示された画面の情報、制御パラメータの調整など）が保存されている。

[0097] なお、図１２のフローチャートをいつどういうタイミングで起動し、使用するかであるが、これは現実には異常が発生してまだ事態が収集していない段階で行なうのではなく、その後に安定した状態であのときの異常が何であったのかを見直すときに実行するのが良い。

[0098] まず、ステップＳ１２００では、学習手段８００は操作履歴データベース３５０から、操作履歴情報２１を取得する。

[0099] ステップＳ１２１０では学習手段８００を構成する図１の処理データ項目決定部８１０、カテゴリー属性決定部８２０を動作させる。処理データ項目決定部８１０では、処理データ抽出手段４００で抽出するデータ項目を決定する。また、カテゴリー属性決定部８２０では、カテゴリーの属性を決定する。

[0100] ステップＳ１２２０では、処理データ項目決定部８１０で決定したデータ項目を画像表示装置９５０に表示する。プラント１００のオペレータは、表示されたデータ項目を確認し、データ項目を追加するかどうか決定する。データ項目を追加する場合はステップＳ１２３０に進み、処理データ抽出手段４００で抽出するデータ項目を追加する。データ項目を追加しない場合はステップＳ１２４０に進む。

[0101] ステップＳ１２４０では、カテゴリー属性決定部８２０で決定したカテゴリー属性を画像表示装置９５０に表示する。プラント１００のオペレータは、表示されたカテゴリー属性を確認し、カテゴリー属性データベース３８０に保存されているカテゴリー属性を変更するかどうか決定する。カテゴリー属性を変更する場合はステップＳ１２４０に進み、カテゴリー属性を変更する。カテゴリー属性を変更しない場合は、終了となる。

[0102] 尚、本実施例ではステップＳ１２２０、Ｓ１２４０でオペレータにデータ

項目追加の可否、及びカテゴリー属性変更の可否を問い合わせるようにしているが、これを省き、自動的にデータ項目の追加、及びカテゴリー属性の変更が実行されるようにしてもよい。また、ステップS 1 2 2 0、S 1 2 3 0か、ステップS 1 2 4 0、S 1 2 5 0のいずれかを本フローチャートから除外し、処理データ項目決定部8 1 0かカテゴリー属性決定部8 2 0のいずれか1つだけ動作させるようにしてもよい。

[0103] 以下、プラント1 0 0のオペレータが画像表示装置9 5 0に表示させる画面の例を図1 3、操作履歴データベース3 5 0に保存されるデータの態様を図1 4、処理データ項目決定部8 1 0の動作を図1 5、ステップS 1 2 2 0で画像表示装置9 5 0に表示されるデータ項目追加画面の例を図1 6、ステップS 1 2 3 0でデータ項目が追加された時の分類手段5 0 0、及び診断手段6 0 0の変化を図1 7から図1 9、カテゴリー属性データベース8 3 0に保存されるデータの態様とステップS 1 2 4 0で画像表示装置に表示されるカテゴリー属性修正画面の例を図2 0、カテゴリー属性を修正した結果の動作例を図2 1で説明する。

[0104] 図1 3は、プラント1 0 0のオペレータが画像表示装置9 5 0に表示させる画面の例であり、同図上段は、図1の計測信号データベース3 1 0に保存されている情報を用いて画像表示装置9 5 0に表示情報として表示させた時の画面の例である。計測信号データベース3 1 0には、図6上段で述べたように時刻とデータ項目の計測値の関係が保存されている。この情報が、本例では図1 3上段項目AとBのように横軸を時間軸としたトレンドグラフとして表示されている。この画面から、各計測信号の経時変化が視覚確認できる。

[0105] 図1 3中段は、図1の制御ロジックデータベース3 6 0に保存されている情報を画像表示装置9 5 0に表示情報として表示させた時の画面の例である。制御ロジックデータベース3 6 0には、図7の制御装置1 2 0において、運転データ1 0 2から制御信号1 0 1を計算するためのロジック図が保存されている。図1 3中段にはプラント制御に広く使われている比例・積分制御

のロジック図の例を示してある。この画面では、運転データ 1 として項目 C をとり、設定値との誤差を比例積分演算して制御信号 1（項目 D）とする運転データと制御信号の関係が視覚確認できる。

[0106] 図 1 3 下段は、図 1 の設計情報データベース 3 7 0 に保存されている情報を画像表示装置 9 5 0 に表示情報として表示させた時の画面の例である。設計情報データベース 3 7 0 には、図 7 のガスタービン発電機 1 1 0 の設計情報が保存されており、例えば流体の経路とセンサーの配置位置（T：温度センサー、P：圧力センサー）の関係を示す系統図が保存されている。

[0107] プラント 1 0 0 のオペレータは、正常時には図 1 3 に示した情報を図 1 の画像表示装置 9 5 0 に表示させ、プラント 1 0 0 の運転状態を常時監視している。

[0108] しかるに異常発生時には、オペレータは、異常の原因を特定し、更には異常を収束して安定化させるべく、異常に関係すると思われるトレンドグラフ、制御ロジック図、系統図等を、キーボード 9 1 0、マウス 9 2 0 を用いて適宜選択し、表示させながら対応を図ったはずである。

[0109] 従って、このときのオペレータによる画像表示装置 9 5 0 の操作は、オペレータの意識下の知見に基づいたものになっていたはずである。目の前に展開されている異常状態なら、オペレータがその経験上気になる他のプロセス量などとの関係がどうなっているかを逐次追いかけて確認していったはずである。こういったものの中には、未だ明確に認識されていない「診断に使用するデータ項目」が含まれている可能性が高いと思われる。

[0110] 本発明の処理データ項目決定部 8 1 0 では、オペレータが画像表示装置 9 5 0 に表示させた情報を基に、異常に関係するデータ項目を決定する。また、操作履歴データベース 3 5 0 には、正常時、及び異常時にオペレータが画像表示装置 9 5 0 に表示させた画面の情報が保存されている。カテゴリ属性決定部では、この情報を基に、カテゴリの属性が正常か異常かを判定する。

[0111] 図 1 4 は、操作履歴データベース 3 5 0 に保存されるデータの態様を説明

する図面である。同図（a）に示すように、図1の操作履歴データベース350には時刻と画面が表示されたタイミング（表示ON）と、消去されたタイミング（表示OFF）の情報が関連づけられて保存されている。例えば、画面1は7月1日の10:00から同日の11:30までの間、表示が行なわれていた。画面2は同日の10:13から10:45までの間表示が行なわれていた。

[0112] また、同図（b）に示すように、画面毎に表示時間と、表示された画面に
関係するデータ項目の情報が保存されている。表示時間は、図14（a）に
示すように、表示OFFの時刻から表示ONの時刻を減算することで求める
ことができる。画面1では関係するデータ項目としてAとBが、1時間30
分表示されていた。また画面2では関係するデータ項目としてCとDが、3
2分間表示されていた。

[0113] なお、関連するデータ項目は、図13に示す図面上に表示されるデータ項
目である。例えば、図13の画面950に表示された関係するデータ項目は
、上段画面のトレンドグラフでは項目AとB、図13中段の制御ロジックに
関係するデータ項目は項目CとD、図13下段の系統図に
関係するデータ項目は項目E、F、G、H、I、Jである。

[0114] 尚、本実施例では、画面が表示されたタイミングと消去されたタイミ
ングを操作履歴データベース350に保存するようにしたが、マウスをクリック
した回数、設定値の値を確認した回数など、外部入力装置900を用いた操
作に関する情報を全て保存してもよい。

[0115] また、プラント100を複数人のオペレータで操作する場合、オペレー
タ毎にIDを付与し、操作履歴データベース350にはオペレータ毎の操作内
容を保存するようにしても良い。

[0116] 図15は、処理データ項目決定部810の動作結果を説明する図面である
。処理データ項目決定部では、操作履歴データベース350に保存されてい
る情報を用いて、ある一定期間のデータ項目の重要度を計算する。

[0117] データ項目の重要度は、例えば次の（4）式で計算する。

$$S = \alpha \times T \quad \dots (4)$$

ここで、 S はデータ項目の重要度、 α は重み係数、 T はデータ項目に関する画面の表示時間である。また、次の(5)式を用いてデータ項目の重要度を計算してもよい。

$$S = \alpha \times T + \beta \times C \quad \dots (5)$$

ここで、 β は重み係数、 C はデータ項目に関する画面でマウスがクリックされた回数である。

[0118] かかる演算の結果、図15では項目AとBの重要度をそれぞれ54、43とし、項目CとDの重要度を32とした。データ項目決定部810では、「重要度の高いデータ項目が異常発生を検知するのに有効なデータ項目である」と判断し、重要度の高い順に一定数（例えば10個）のデータ項目を抽出する。

[0119] 図16は、ステップS1220で画像表示装置950に表示されるデータ項目追加画面の例を説明する図面である。図16上段では、処理データ項目決定部810で抽出したデータ項目を重要度の高い順に表示し、オペレータに診断に使用するデータに追加するかどうか確認する。

[0120] 具体的には画面950のゾーンZ1に2009年7月1日0時0分のポンプ異常に関連した報告である旨を表示し、ゾーン2に趣旨説明「上記異常と同類の異常を検知するため、下記データ項目を追加することをお勧めします。」を行なう。ゾーン3には、データ項目がその名称と共に表示され、かつ処理データ項目決定部810で計算したデータ項目の重要度を併せて表記する。オペレータは、これらの表示なりデータを見ながら、追加する場合は、チェックボックス1223のチェックマークを確認して「追加する」ボタン1221をクリックし、追加しない場合は「キャンセル」ボタン1222をクリックする。

[0121] また、図16上段の画面上において、処理データ項目決定部810で抽出したデータ項目を削除すること、及びデータ項目を追加することもできる。データ項目を削除したい時は、チェックボックス1223からチェックマー

クをはずす。また、データ項目を追加する場合はボタン１２２４をクリックして、計測信号データベース３１０に保存されている任意のデータ項目を追加できる。

[0122] 図１６下段は処理データ項目決定部８１０を用いずに、診断に使用するデータ項目を全て手動で設定する際の画面である。プラント１００から計測するデータ項目の数は、プラントの規模によって異なるが、大規模なプラントとなると数千ものデータ項目がある。これらのデータ項目の中から、診断に使用するデータ項目を１つ１つ選定するには、多大な時間を要する。本発明の処理データ項目決定部８１０を用いることで、診断に使用するデータ項目を選定する時間を短縮できる。

[0123] 図１７から図１９は、図１２のステップＳ１２３０でデータ項目が追加された時の分類手段５００、及び診断手段６００の変化を説明する図面である。図１７はデータ項目が追加される前の分類手段５００、及び診断手段６００を説明する図である。入力データ数は２である。本実施例では、ステップＳ１２３０でデータ項目が２つ追加され、入力データ数が４になった時の分類手段５００、及び診断手段６００の変化を説明する。

[0124] 図１８では、ＡＲＴモジュールを１つ追加し、このＡＲＴモジュールに追加された２つの入力データを入力してカテゴリを作成する。図１９では、１つのＡＲＴモジュールに入力するデータ項目を２から４に変更する。

[0125] このように、本発明ではＡＲＴモジュールを追加して診断に使用するデータ項目を追加する方式、及び１つのＡＲＴモジュールに入力するデータ項目を増やして診断に使用するデータ項目を追加する方式のいずれかを用いる。

[0126] 図２０は、カテゴリ属性データベース８３０に保存されるデータの態様とステップＳ１２４０で画像表示装置に表示されるカテゴリ属性修正画面の例を説明する図面である。

[0127] 図２０上段に示すように、カテゴリ属性データベース８３０には、カテゴリ番号（１から６）、カテゴリ属性（正常、異常）、画面表示時間割合（％）の関係がデータ項目Ａ、Ｂ、Ｃとともに保存されている。

[0128] 前述の通り、診断手段600を動作させた時に発生した新規カテゴリーの初期属性が異常である。カテゴリー属性決定部820は、画面表示時間割合の情報を基に、カテゴリー属性が異常のカテゴリーを正常のカテゴリーに変更する機能を持つ。カテゴリー属性決定部820では、以下の(6)式を用いて、正常カテゴリーと異常カテゴリーの類似度を計算する。この類似度が閾値以下の場合、カテゴリーの属性を異常から正常に修正する。

$$S I = (T A 1 - T A 2)^2 + (T B 1 - T B 2)^2 + (T C 1 - T C 2)^2 \\ \dots (6)$$

ここで、S Iは類似度、T A 1は正常カテゴリーが発生している時における画面1の表示時間、T A 2は異常カテゴリーが発生している時における画面1の表示時間、T B 1は正常カテゴリーが発生している時における画面2の表示時間、T B 2は異常カテゴリーが発生している時における画面2の表示時間、T C 1は正常カテゴリーが発生している時における画面3の表示時間、T C 2は異常カテゴリーが発生している時における画面3の表示時間である。

[0129] 図11で述べたように、属性が異常のカテゴリーが発生している場合でも、プラントの運転状態が正常である場合がある。この場合、オペレータは警報が発生しても異常とは判断せず、従って画像表示装置950に表示されている画面はカテゴリー属性が正常の時と同じである。そこで、カテゴリーの属性を異常から正常に修正することで、不要な警報が発生し続けることを抑制できる。

[0130] 図20下段の表示は、ステップS1240で画像表示装置に表示されるカテゴリー属性修正画面の例を説明する図面である。画面上にはこの画面での要望事項「下記カテゴリーを正常カテゴリーに追加します。よろしいですか？」が表示され、図11のときの計測信号と共にこのときのカテゴリー番号が表示される。図の例では、カテゴリー番号2に分類された3点の情報をカテゴリー1に修正することの是非を確認している。オペレータは、修正する場合は、「はい」ボタン1241をクリックし、修正しない場合は「いいえ

」ボタン１２４３をクリックする。

[0131] 図２１は、カテゴリー属性を修正した結果の動作例を説明する図面である。時刻 t_1 では、新規カテゴリー（カテゴリー番号２）が発生し、警報が発生した。その後、カテゴリー属性決定部８２０を動作させ、カテゴリー番号２の属性を正常に変化させた。その結果、時刻 t_2 では警報が発生しない。時刻 t_3 では、属性を正常に分類しなおしたカテゴリー２以上のカテゴリー３に相当する事象が発生した。このため、時刻 t_3 において警報が発令された。

[0132] また、警報発生手段７００では、カテゴリー情報に基づいて警報を発生させる機能に加え、計測値が閾値を超えると警報を発生させる機能を持つ。計測値が閾値を超えると警報を発生させる機能とカテゴリー情報に基づいて警報を発生させる機能を連携させ、時刻 t_2 で警報が発生しないようにすることもできる。

以上述べたように、本発明の学習手段８００は、オペレータの操作履歴情報に基づいて、診断に使用するデータ項目の選定、及び警報発生の条件決定を自動的に実施する。これにより、診断精度の向上、及び不要な警報を除外することが可能となる。

産業上の利用可能性

[0133] 正常時の誤報をなくし、異常時に確実に警報することができるので、プラントの診断装置としての信頼度を高くできることから各種プラントに広く適用することができる。

符号の説明

[0134] １００ プラント
２００ 診断装置
２１０ 外部入力インターフェイス
２２０ 外部出力インターフェイス
３１０ 計測信号データベース
３２０ 基準信号データベース

- 330 分類結果データベース
- 340 診断結果データベース
- 350 操作履歴データベース
- 360 制御ロジックデータベース
- 370 設計情報データベース
- 380 カテゴリー属性データベース
- 400 処理データ抽出手段
- 500 分類手段
- 600 診断手段
- 700 警報発生手段
- 800 学習手段
- 810 処理データ項目決定部
- 820 カテゴリー属性決定部
- 900 外部入力装置
- 910 キーボード
- 920 マウス
- 950 画像表示装置

請求の範囲

- [請求項1] プラントの計測信号と、オペレータが外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号とを入力し、画像表示装置にプラントの状態を表示情報として表示するプラント診断装置において、
プラント診断装置は、前記プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、
オペレータが前記外部入力装置を用いて操作を行なったときの操作信号を記憶する操作履歴データベースと、
前記プラントの異常発生時に、オペレータが前記外部入力装置を用いて行なった操作により前記画像表示装置に表示された表示情報の中から、プラントの診断に使用するデータ項目を抽出する学習手段と、
を有することを特徴とするプラント診断装置。
- [請求項2] 第1項記載のプラント診断装置において、
前記学習手段は、前記プラントの異常発生時に、前記画像表示装置に表示された表示画面の表示時間から、当該画面に表示されている表示情報の重み付けを行ないプラントの診断に使用するデータ項目を抽出する処理データ項目決定部を備えることを特徴とするプラント診断装置。
- [請求項3] 第1項あるいは第2項記載のプラント診断装置において、
前記抽出されたデータ項目を前記画像表示装置に表示し、プラント診断の監視項目に追加することの判別に供することを特徴とするプラント診断装置。
- [請求項4] 第1項乃至第3項のいずれかに記載のプラント診断装置において、
プラント診断装置は、前記プラントの制御ロジックを保存する制御ロジックデータベースと、設計情報を保存する設計情報データベースを備えており、これらのデータベースの保存情報が前記画像表示装置に表示情報として表示されることを特徴とするプラント診断装置。
- [請求項5] プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、

該計測信号データベースからプラントの状態を診断するのに使用する診断信号を抽出する処理データ抽出手段と、該処理データ抽出手段で抽出した診断信号を保存する基準信号データベースと、該基準信号データベースに保存されているデータをカテゴリーに分類する分類手段と、該分類手段で分類した結果を保存する分類結果データベースと、前記処理データ抽出手段で抽出した最新の診断信号が、前記分類結果データベースに保存されているカテゴリーに属さない場合に新しいカテゴリーを発生させて分類する診断手段と、該診断手段での分類結果を保存する診断結果データベースと、該診断結果データベースと前記分類結果データベースに保存されているカテゴリーの情報を用いて、ある一定期間内における新規カテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超えた時に警報を発生させる警報発生手段を備えたプラント診断装置において、

マウス、キーボードから成る外部入力装置からの外部入力信号を保存する操作履歴データベースと、該操作履歴データベースに保存されている操作履歴情報に基づいて、前記処理データ抽出手段で抽出するデータ項目を決定する処理データ項目決定部を有する学習手段を備えたことを特徴とするプラント診断装置。

[請求項6]

プラントの計測信号を保存する計測信号データベースと、該計測信号データベースからプラントの状態を診断するのに使用する基準信号を抽出する処理データ抽出手段と、該処理データ抽出手段で抽出した基準信号を保存する基準信号データベースと、該基準信号データベースに保存されているデータをカテゴリーに分類する分類手段と、該分類手段で分類した結果を保存する分類結果データベースと、前記処理データ抽出手段で抽出した最新の診断信号が、前記分類結果データベースに保存されているカテゴリーに属さない場合に新しいカテゴリーを発生させて分類する診断手段と、該診断手段での分類結果を保存する診断結果データベースと、該診断結果データベースと前記分類結果デ

ータベースに保存されているカテゴリーの属性を正常か異常かに定義し、前記カテゴリーの属性を保存するカテゴリー属性データベースと、前記診断結果データベース、前記分類結果データベース、前記カテゴリー属性データベースに保存されている情報を用いて、ある一定期間内における異常属性のカテゴリーの生成頻度が、一定値（閾値）を超えた時に警報を発生させる警報発生手段を備えたプラント診断装置において、

マウス、キーボードから成る外部入力装置からの外部入力信号を保存する操作履歴データベースと、該操作履歴データベースに保存されている操作履歴情報に基づいて、前記処理データ抽出手段で抽出するデータ項目を決定する処理データ項目決定部と、カテゴリーの属性を正常か異常に決定するカテゴリー属性決定部の少なくとも1つの決定部を有する学習手段を備えたことを特徴とするプラント診断装置。

[請求項7] 請求項5あるいは請求項6に記載されたプラント診断装置において、前記プラントを制御するための制御ロジック情報が保存されている制御ロジックデータベースと、前記プラントの設計情報が保存されている設計情報データベースを備え、前記学習手段では前記制御ロジックデータベースに保存されている制御ロジック情報と、前記設計情報データベースに保存されている設計情報も合わせて処理することを特徴とするプラント診断装置。

[請求項8] 請求項5あるいは請求項6に記載されたプラント診断装置において、前記診断装置内のデータベースに保存されている情報を表示する画像表示装置を有し、前記操作履歴データベースには、少なくとも操作を実施した時刻と、前記画像表示装置に表示されている画面の関係が保存されていることを特徴としたプラント診断装置。

[請求項9] 請求項7に記載されたプラント診断装置において、前記処理データ項目決定部では、少なくとも前記画像表示装置に表示された画面に関するデータ項目と画面が表示されていた期間に基づ

いて、データ項目の重要度を計算し、重要度が高いデータ項目を抽出する機能を有し、前記処理データ抽出手段では、処理データ項目決定手段で抽出した重要度が高いデータ項目のデータを計測信号データベースから抽出することを特徴としたプラント診断装置。

[請求項10]

請求項7に記載されたプラント診断装置において、

前記処理データ項目決定部では、少なくとも前記画像表示装置に表示された画面に関するデータ項目と画面が表示されていた期間に基づいて、データ項目の重要度を計算し、重要度が高いデータ項目を抽出する機能を有し、前記処理データ項目決定手段で抽出した重要度が高いデータ項目のデータを画像表示装置上に表示し、前記外部入力装置からの操作でデータ項目を追加、削除してデータ項目を決定し、前記処理データ抽出手段では、前記外部入力装置からの操作で決定したデータ項目のデータを計測信号データベースから抽出することを特徴としたプラント診断装置。

[請求項11]

請求項7に記載されたプラント診断装置において、

前記カテゴリ属性決定部では、カテゴリ毎に画面が表示されていた期間の割合のデータを保持し、表示されていた期間の割合のデータの類似性に基づいて、カテゴリの属性を異常から正常に変更する機能を有し、前記警報発生手段では異常の属性を持つカテゴリの発生割合が一定値を超えた時に警報を発生させることを特徴としたプラント診断装置。

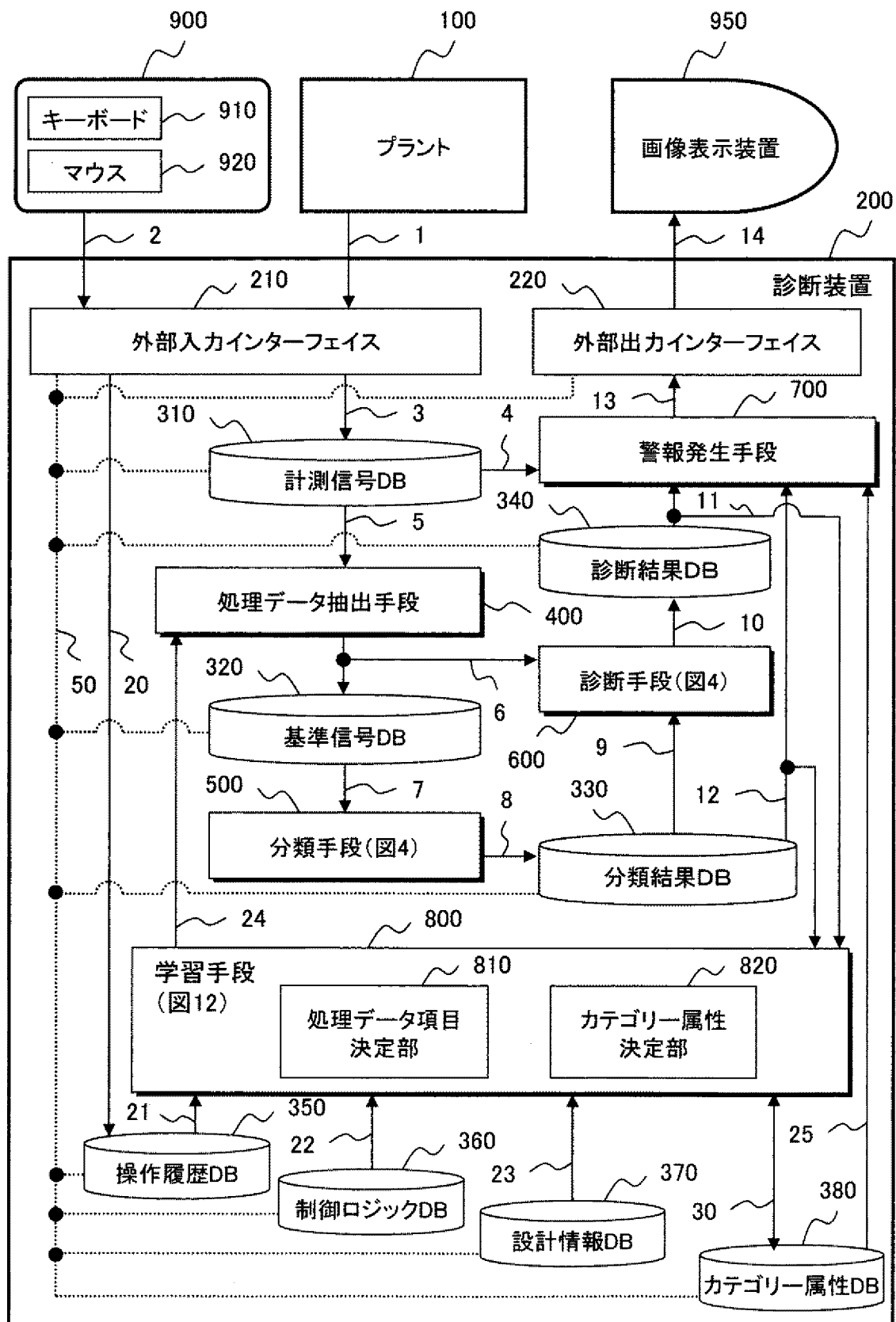
[請求項12]

請求項7に記載されたプラント診断装置において、

前記カテゴリ属性決定部ではカテゴリ毎に画面が表示されていた期間の割合のデータを保持し、表示されていた期間の割合のデータの類似性に基づいて、カテゴリの属性を異常から正常に変更する機能と、画像表示装置上に表示されたカテゴリの属性を前記外部入力装置からの入力された外部入力信号に基づいて修正する機能を持つことを特徴としたプラント診断装置。

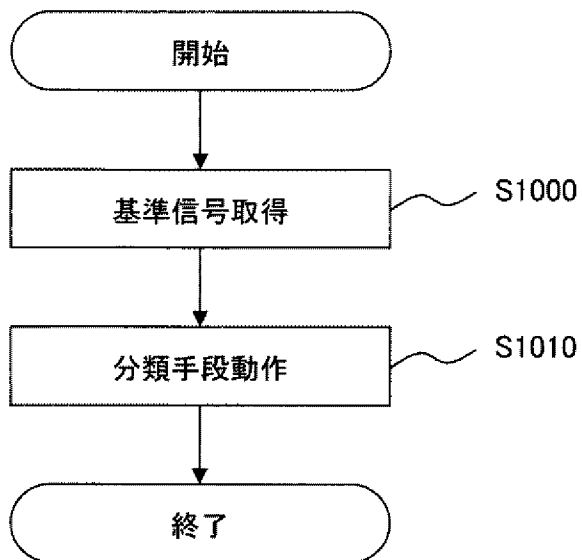
[図1]

図 1



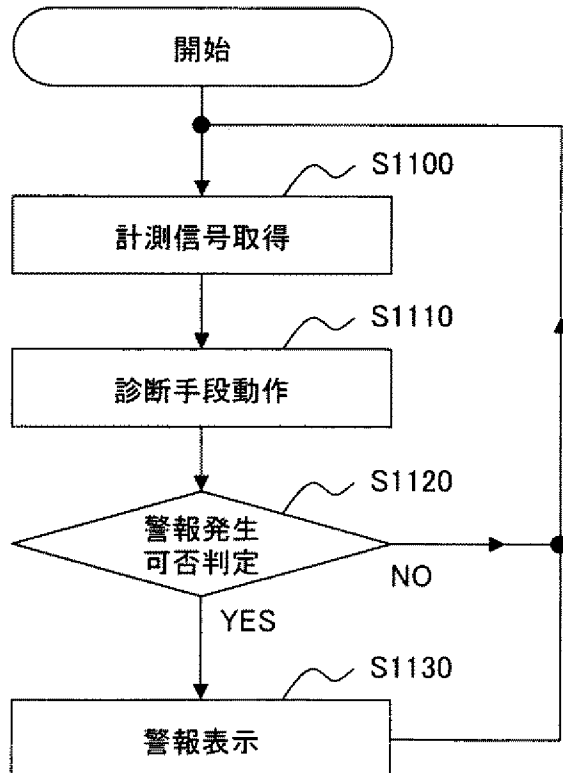
[図2]

図 2



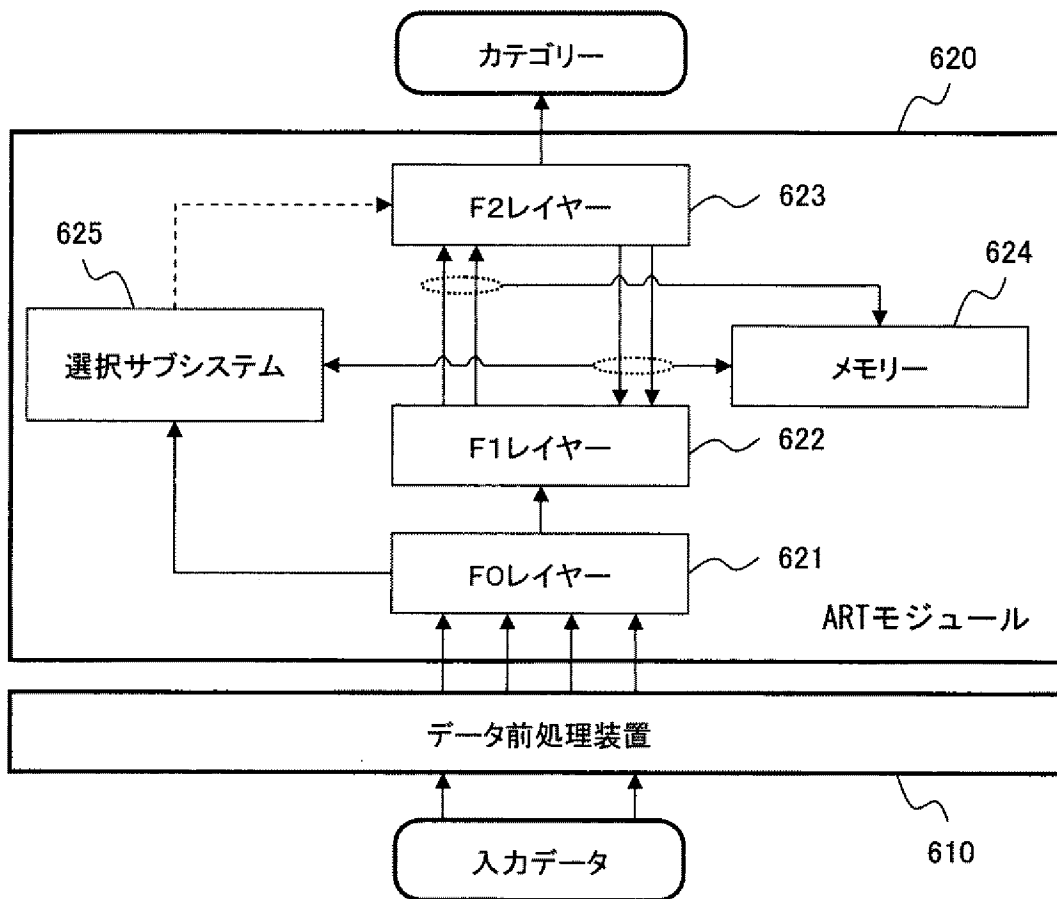
[図3]

図 3



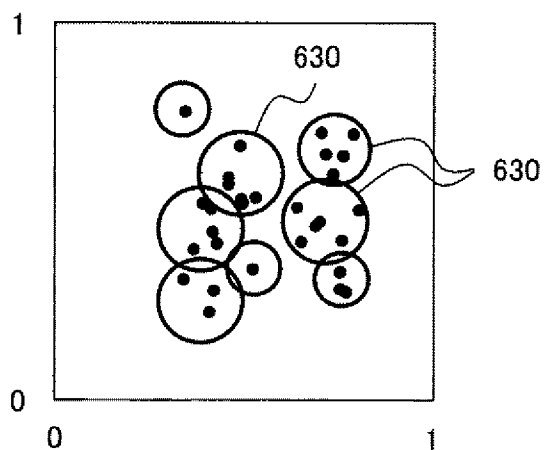
[図4]

図 4



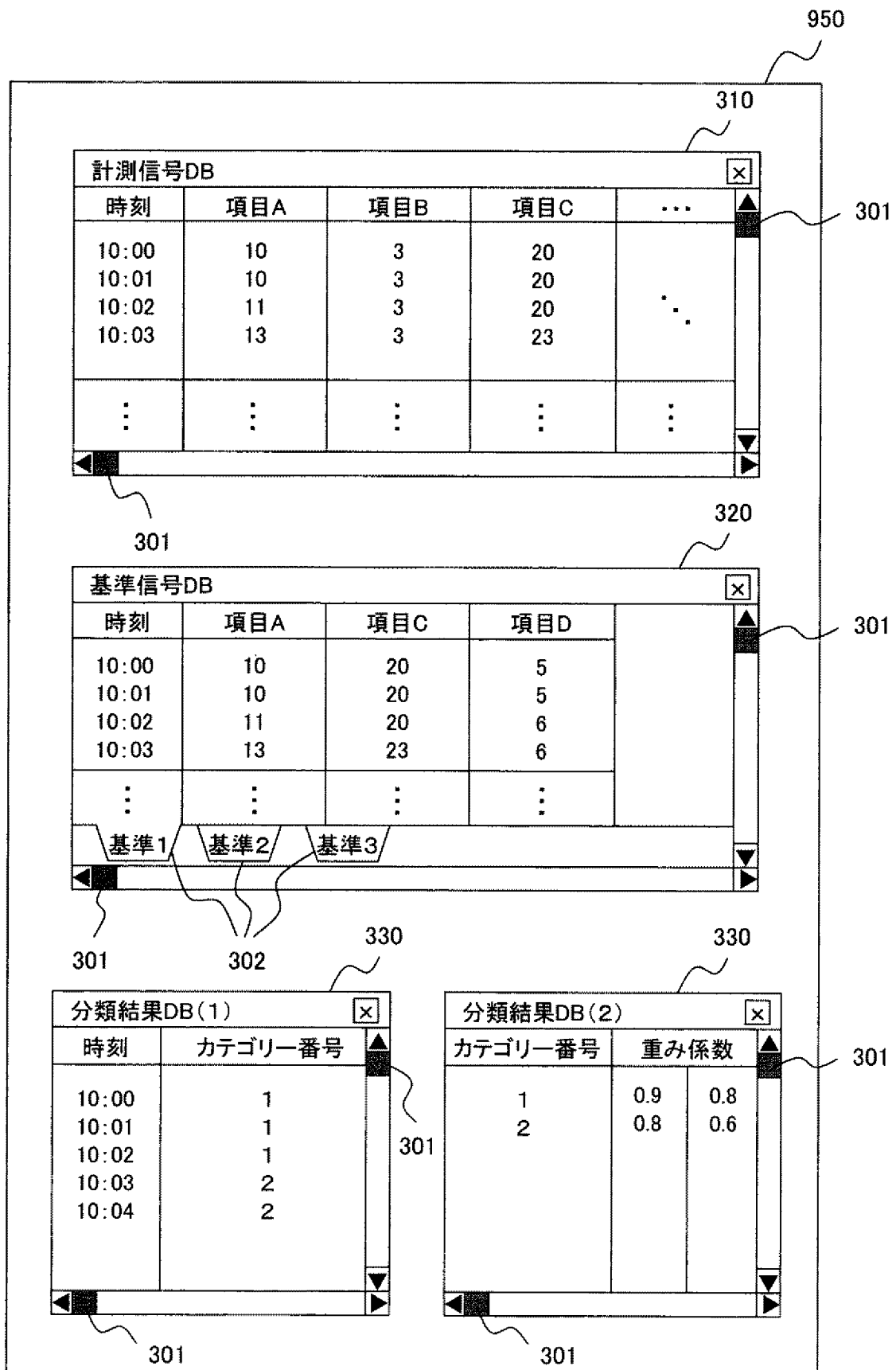
[図5]

図 5



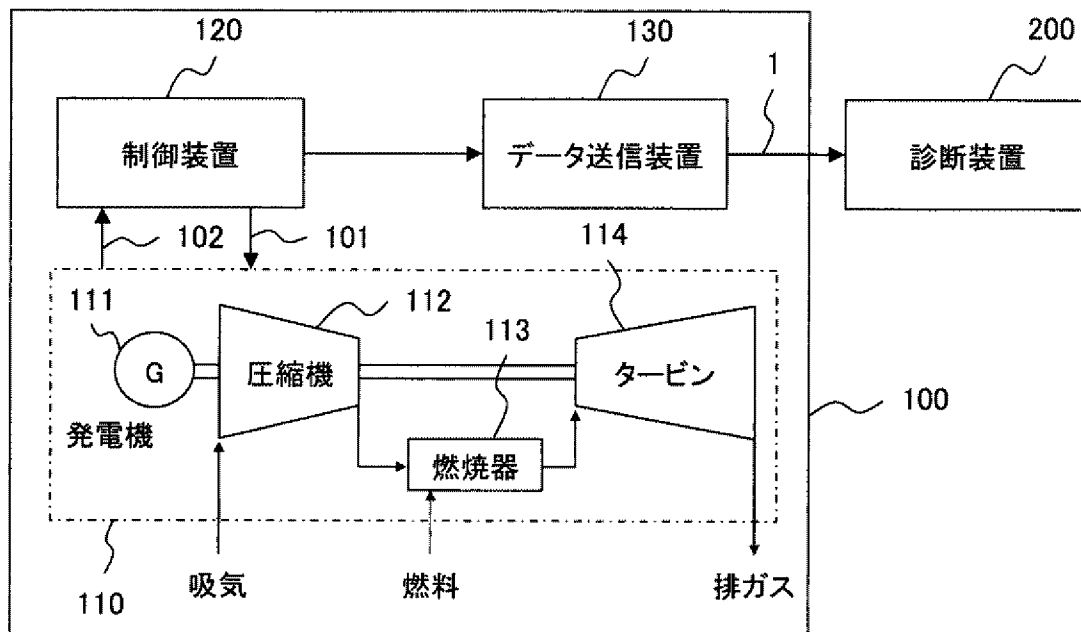
[図6]

図 6



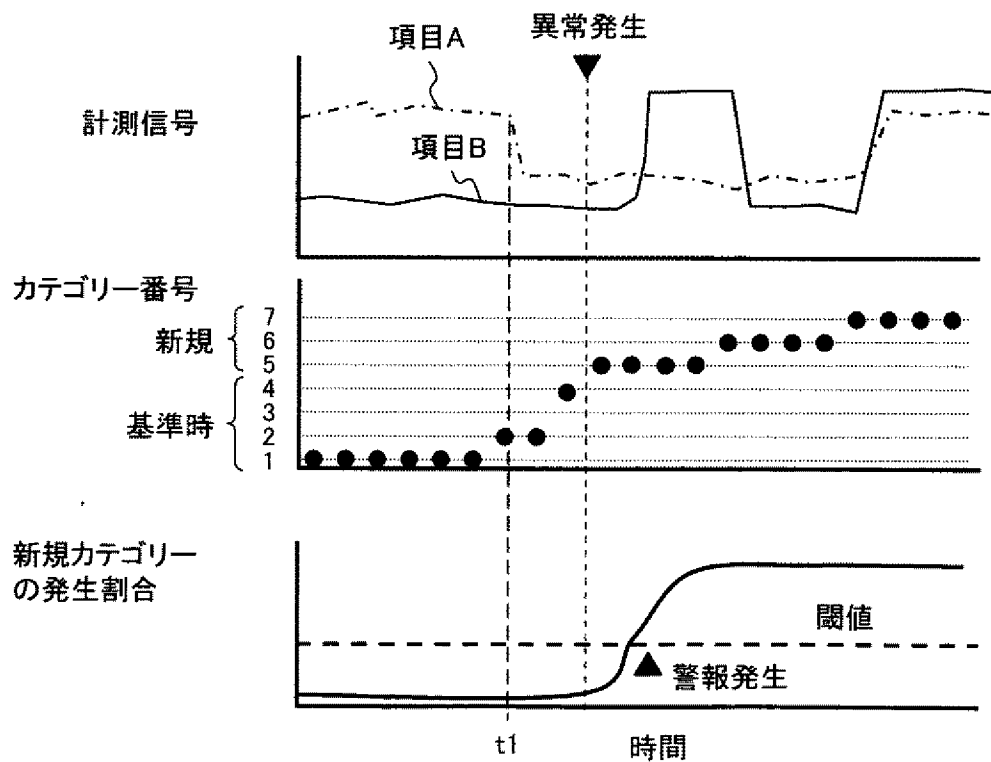
[図7]

図 7



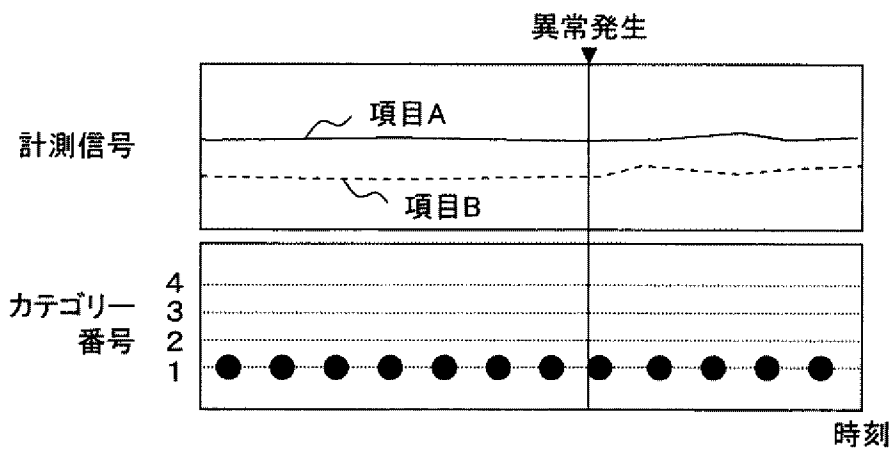
[図8]

図 8



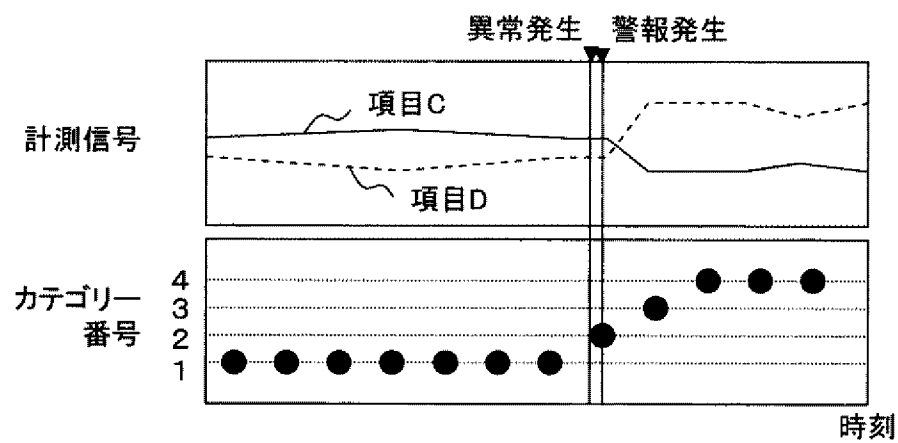
[図9]

図 9



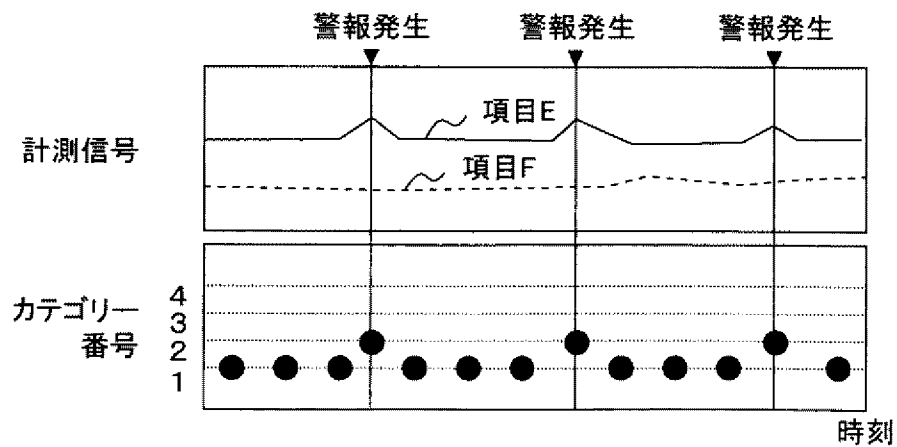
[図10]

図 10



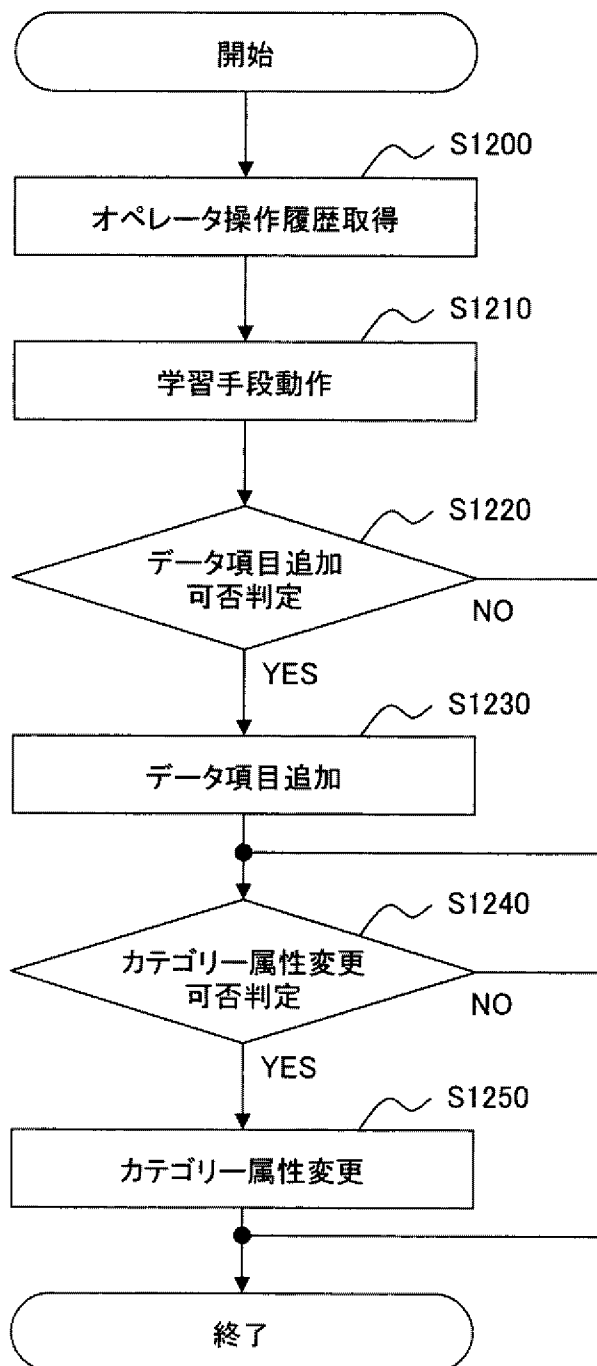
[図11]

図 11



[図12]

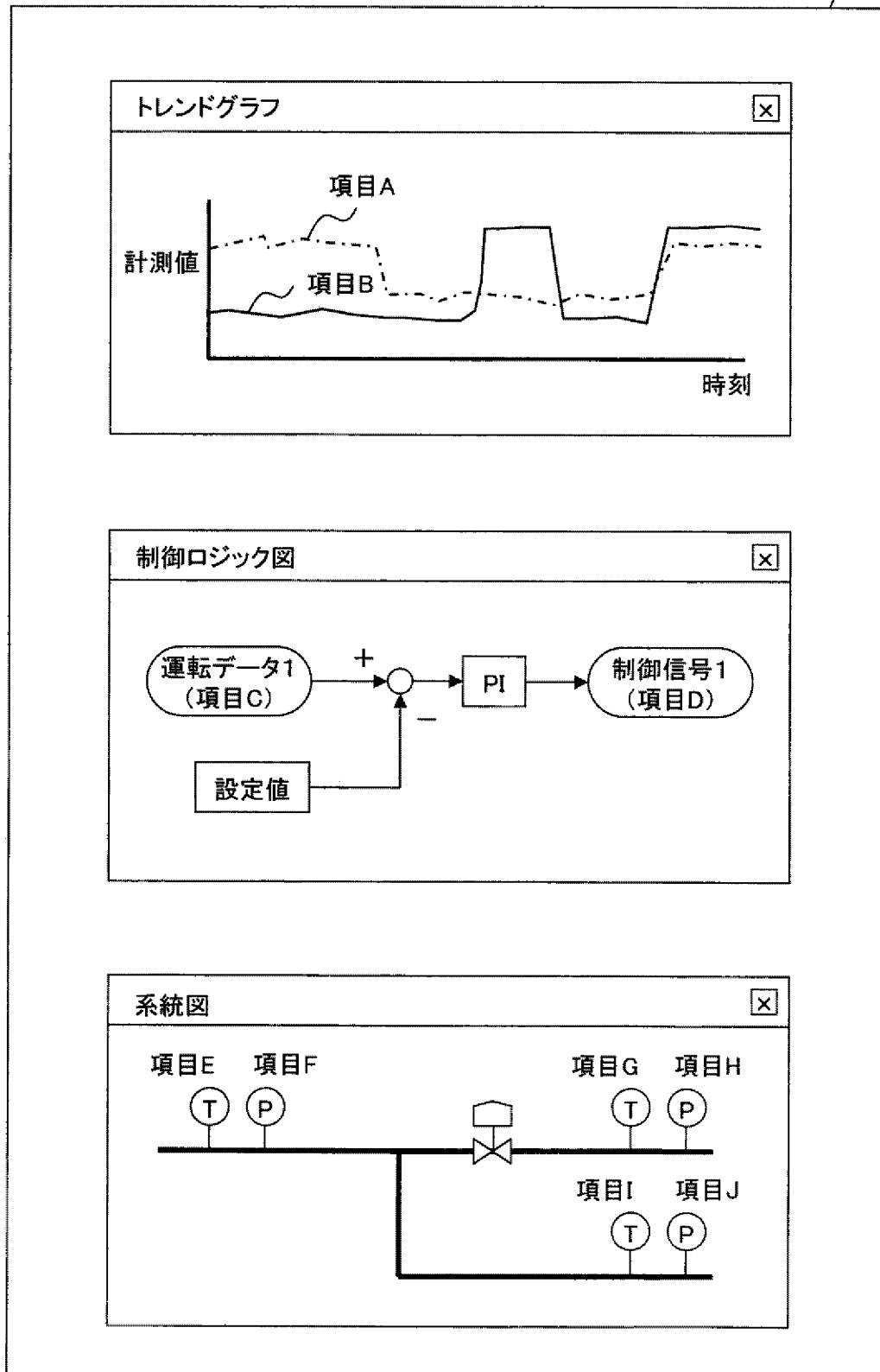
図 12



[図13]

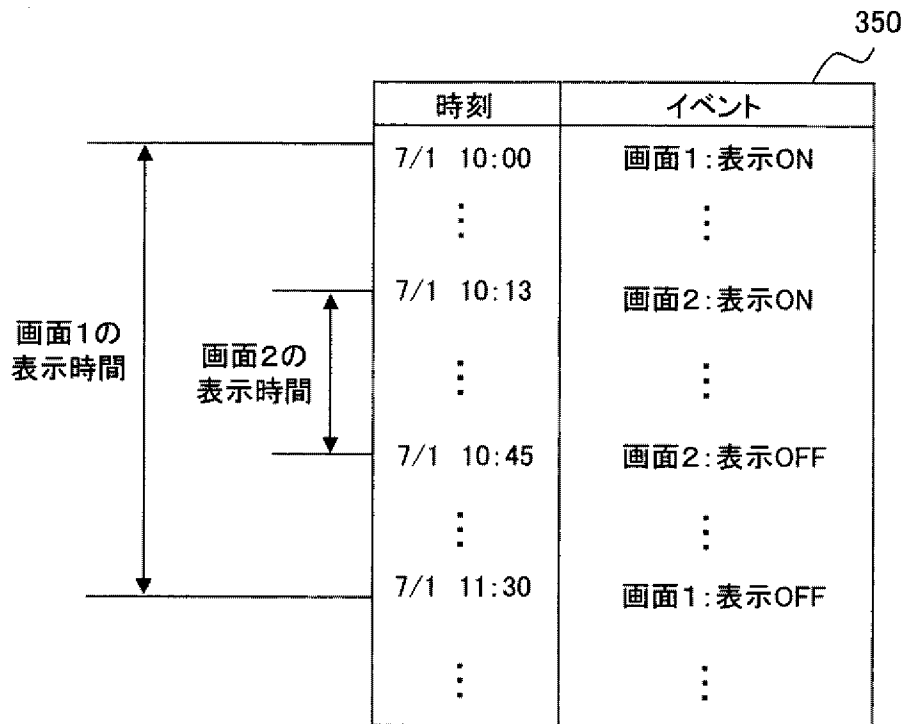
図 13

950



[図14a]

図 14(a)



[図14b]

図 14(b)

画面	表示時間	関係するデータ項目
1	1:30	A、B
2	0:32	C、D

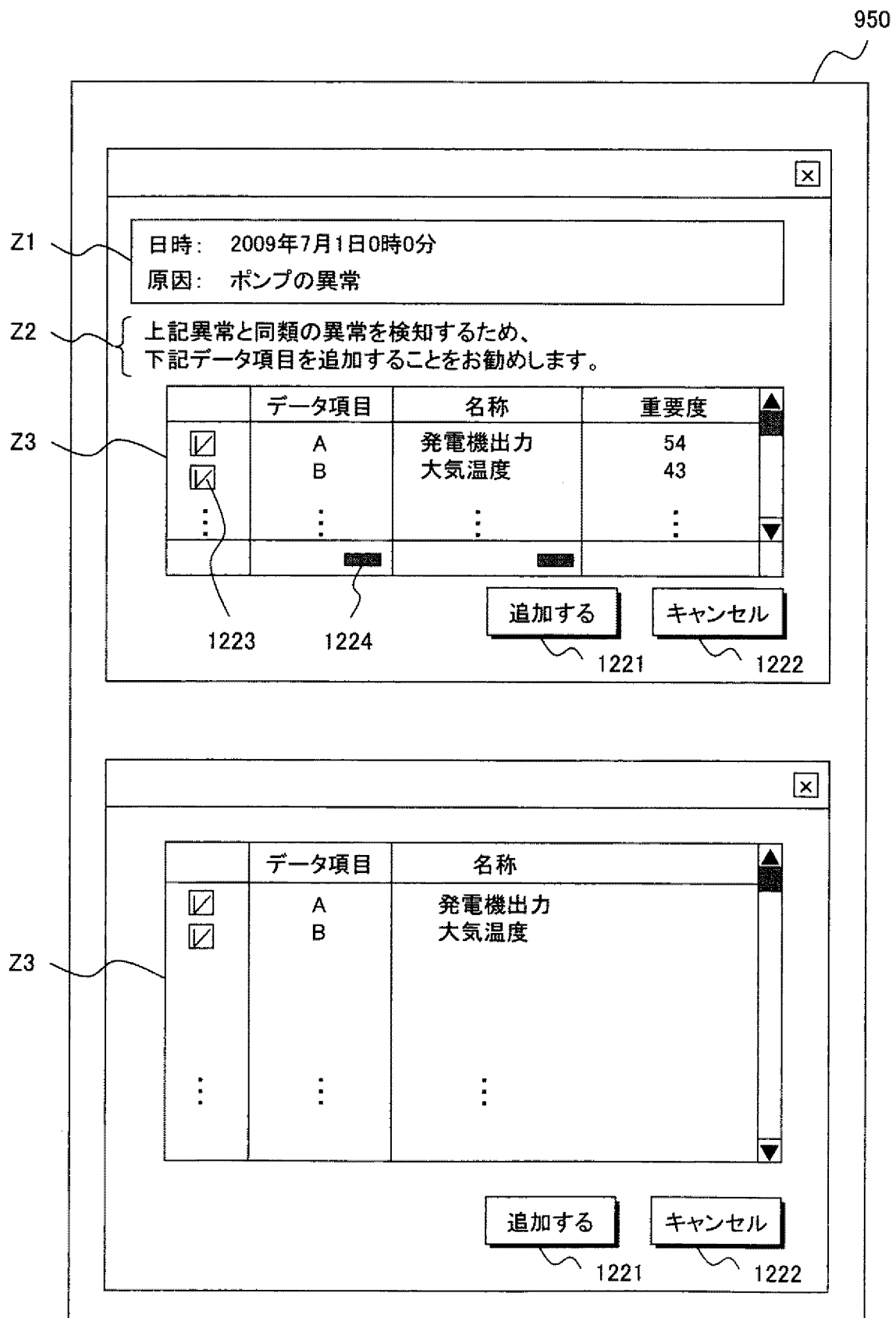
[図15]

図 15

データ項目	重要度
A	54
B	43
C	32
D	32

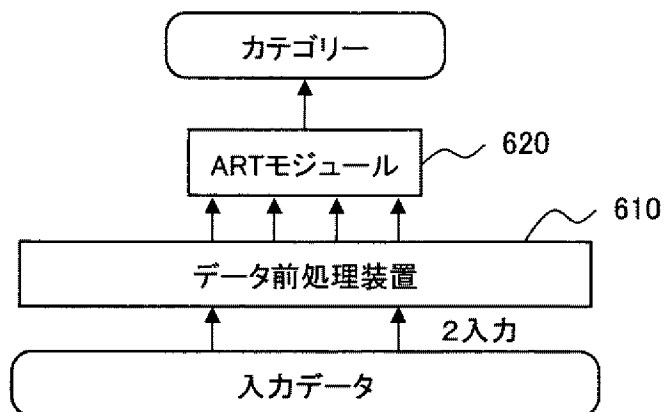
[図16]

図 16



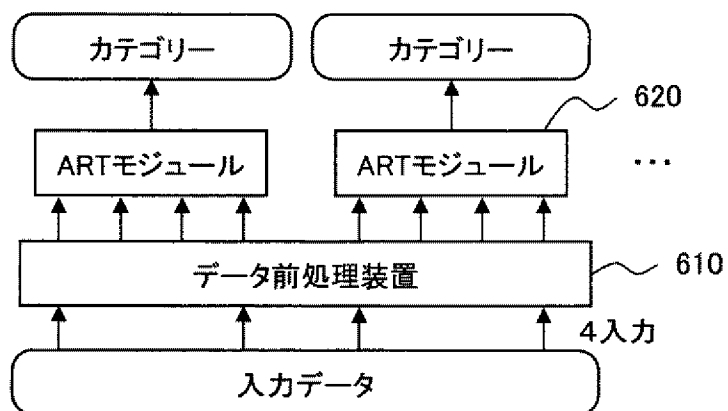
[図17]

図 17



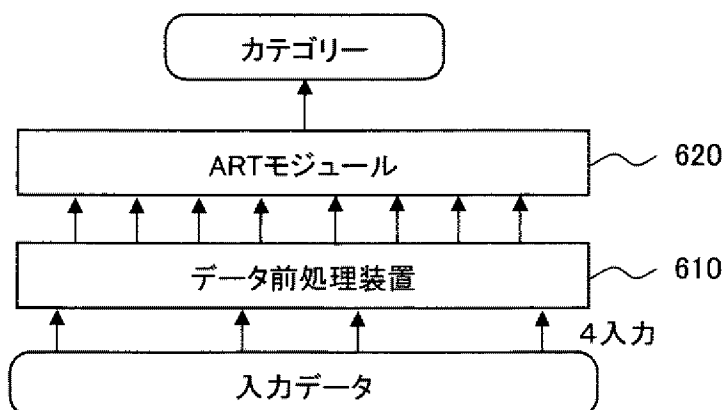
[図18]

図 18



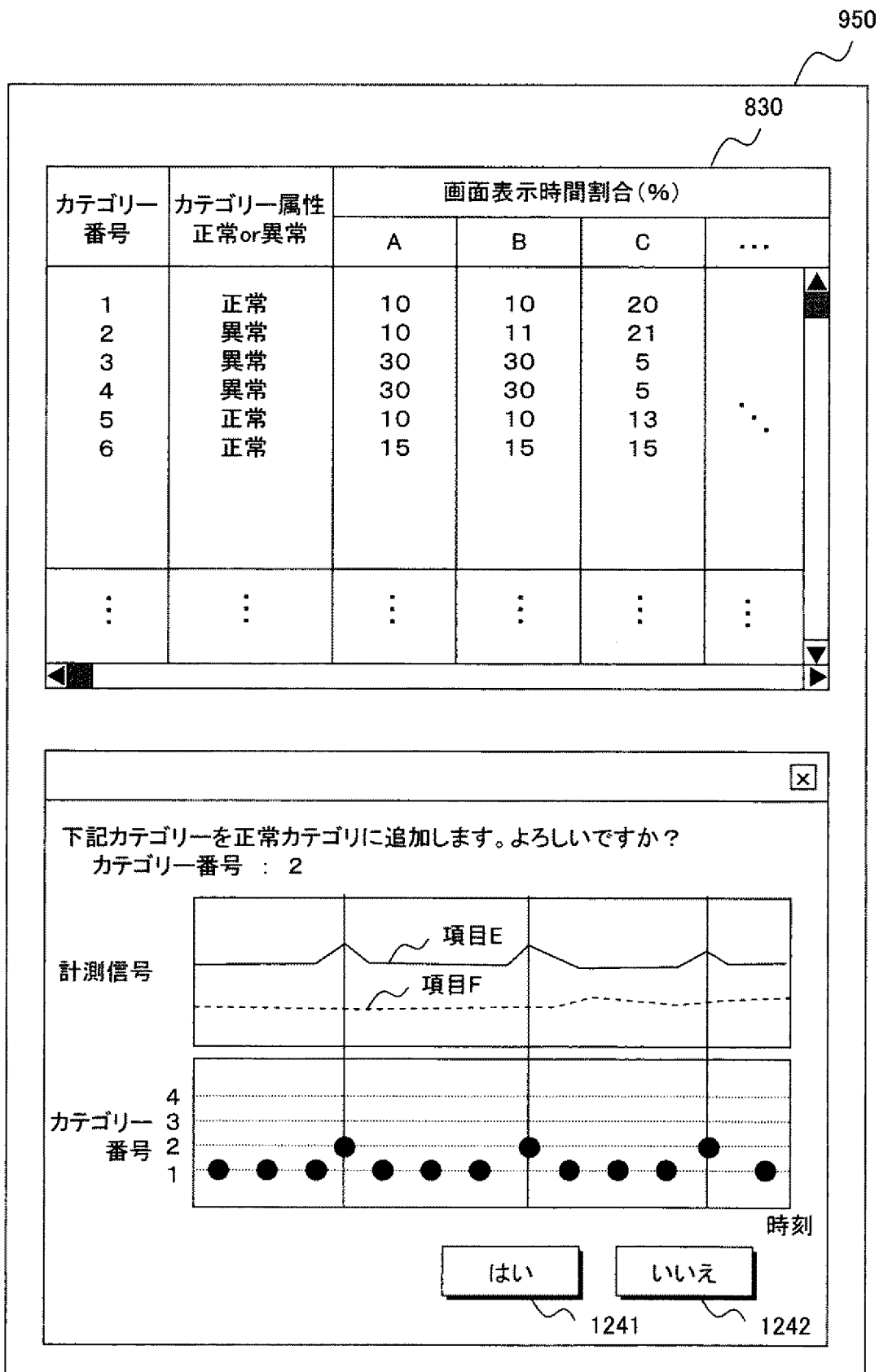
[図19]

図 19



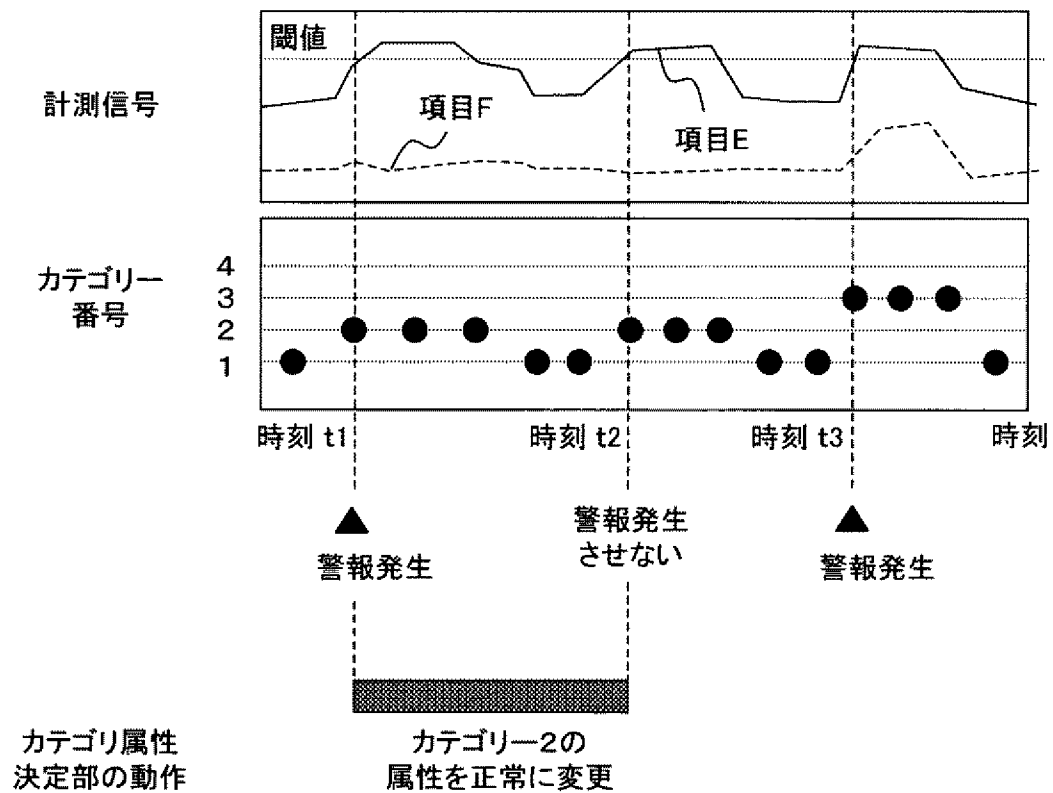
[図20]

図 20



[図21]

図 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B23/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B23/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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.
A	JP 2007-123007 A (Hitachi, Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2009-42997 A (Hitachi, Ltd.), 26 February 2009 (26.02.2009), entire text; all drawings & US 2009-43716 A1 & CN 101364269 A	1-12
A	JP 2005-258649 A (Hitachi, Ltd.), 22 September 2005 (22.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-12



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

04 November, 2009 (04.11.09)

Date of mailing of the international search report

17 November, 2009 (17.11.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005123

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-206583 A (Nisshin Flour Milling Co., Ltd.), 22 July 2004 (22.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05B23/02 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05B23/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
A	JP 2007-123007 A (株式会社日立製作所) 2007. 05. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2009-42997 A (株式会社日立製作所) 2009. 02. 26, 全文, 全図 & US 2009-43716 A1 & CN 101364269 A	1-12
A	JP 2005-258649 A (株式会社日立製作所) 2005. 09. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 1 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柿崎 拓

3 U

9 2 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-206583 A (日清製粉株式会社) 2004. 07. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12