

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7074489号

(P7074489)

(45)発行日 令和4年5月24日(2022.5.24)

(24)登録日 令和4年5月16日(2022.5.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

H 0 1 L 21/02

Z

請求項の数 17 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-20797(P2018-20797)	(73)特許権者	000207551
(22)出願日	平成30年2月8日(2018.2.8)		株式会社 S C R E E Nホールディングス
(65)公開番号	特開2019-140194(P2019-140194 A)		京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四 丁目天神北町 1 番地の 1
(43)公開日	令和1年8月22日(2019.8.22)	(74)代理人	100104695
審査請求日	令和2年12月18日(2020.12.18)		弁理士 島田 明宏
		(74)代理人	100121348
			弁理士 川原 健児
		(74)代理人	100114247
			奥田 邦廣
		(74)代理人	100148459
			弁理士 河本 悟
		(72)発明者	猶原 英司
			京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天 神北町 1 番地の 1 株式会社 S C R E E
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 データ処理方法、データ処理装置、および、データ処理プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、

前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、

前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを備え、

前記サンプリング周期制御ステップは、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するときに、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、データ処理方法。

【請求項 2】

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種類を相互に関連づけて記憶する要因関連テーブルを用いて、前記他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 1 に記載のデータ処理方法。

【請求項 3】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、
前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを備え、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種類に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種類に対応づけて自動復帰フラグをさらに記憶し、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テーブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする、データ処理方法。

10

【請求項 4】

前記サンプリング周期制御ステップは、前記基板処理装置においてアラームが発生したときには、前記アラームに関連づけられた時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のデータ処理方法。

20

【請求項 5】

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの値が予め定めた閾値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のデータ処理方法。

【請求項 6】

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データのばらつきが予め定めた許容値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のデータ処理方法。

30

【請求項 7】

前記サンプリングステップは、前記基板処理装置で得られた測定データから前記サンプリング周期制御ステップで制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、前記時系列データを求めることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のデータ処理方法。

【請求項 8】

前記基準データは、他の時系列データであることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のデータ処理方法。

40

【請求項 9】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリング部と、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算部と、
前記サンプリング部で用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御部とを備え、
前記サンプリング周期制御部は、初期状態では前記サンプリング部で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

50

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するときに、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、データ処理装置。

【請求項 10】

前記時系列データの種別を相互に関連づけて記憶する要因関連テーブルをさらに備え、前記サンプリング周期制御部は、前記要因関連テーブルを用いて、前記他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 9 に記載のデータ処理装置。

【請求項 11】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリング部と、前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算部と、
前記サンプリング部で用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御部と、
前記時系列データの種別に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブルとを備え、
前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種別に対応づけて自動復帰フラグをさらに記憶し、

前記サンプリング周期制御部は、前記サンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態では前記サンプリング部で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テーブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする、データ処理装置。

【請求項 12】

前記サンプリング周期制御部は、前記基板処理装置においてアラームが発生したときには、前記アラームに関連づけられた時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 13】

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データの値が予め定めた閾値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 14】

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データのばらつきが予め定めた許容値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 15】

前記サンプリング部は、前記基板処理装置で測定された測定データから前記サンプリング周期制御部で制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、前記時系列データを求めることを特徴とする、請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載のデータ処理装置。

【請求項 16】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、
前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御

10

20

30

40

50

するサンプリング周期制御ステップとを、
コンピュータにCPUがメモリを利用して実行させ、
前記サンプリング周期制御ステップは、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するときに、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする、データ処理プログラム。

10

【請求項17】

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、
前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを、
コンピュータにCPUがメモリを利用して実行させ、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種類に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種類に対応づけて自動復帰フラグをさらに記憶し、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テーブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする、データ処理プログラム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルデータ処理に関し、特に、基板処理装置で測定されたデータの処理方法、処理装置、および、処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

機器や装置の異常を検出する方法として、機器や装置の動作状態を示す物理量（例えば、長さ、角度、時間、速さ、力、圧力、電圧、電流、温度、流量など）をセンサなどを用いて測定し、測定結果を時系列順に並べて得られた時系列データを分析する方法が知られている。機器や装置が同じ条件で同じ動作を行う場合、異常がなければ、時系列データは同様に变化する。そこで、同様に变化する複数の時系列データを相互に比較して異常な時系列データを検出し、これを分析して異常の発生箇所や原因を特定することができる。

40

【0003】

半導体基板（以下、基板という）の製造工程では、複数の基板処理装置を用いて一連の処理が実行される。基板処理装置は、基板に対して一連の処理のうち特定の処理を行う複数の処理ユニットを含んでいる。各処理ユニットは、基板に対して予め定めた手順（レシピと呼ばれる）に従い処理を行う。このとき各処理ユニットにおける測定結果に基づき、時系列データが得られる。得られた時系列データを分析することにより、異常が発生した処理ユニットや異常の原因を特定することができる。

50

【 0 0 0 4 】

本願発明に関連して、特許文献 1 には、所定のサンプリング周期で計測器から測定データを収集するときに、基板処理装置の状態に応じてサンプリング周期を切り替えるデータ収集方法が記載されている。特許文献 2 には、複数の時系列データを複数のグループに分類し、各グループの異常度と各グループ内での時系列データの異常度を求め、グループまたは時系列データを異常度に基づきランキングした結果を表示するデータ処理装置が記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】 特開 2 0 0 8 - 4 2 0 0 5 号公報

特開 2 0 1 7 - 8 3 9 8 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に記載されたデータ収集方法には、サンプリング周期を切り替えるタイミングが適切でないために、基板処理装置で異常が発生する前に詳細なデータを取得できないという問題がある。

【 0 0 0 7 】

それ故に、本発明は、基板処理装置で異常が発生する前に詳細なデータを取得できるデータ処理方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の局面は、データ処理方法であって、

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、

前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、

前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを備え、

前記サンプリング周期制御ステップは、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するときに、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

本発明の第 2 の局面は、本発明の第 1 の局面において、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種別を相互に関連づけて記憶する要因関連テーブルを用いて、前記他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

本発明の第 3 の局面は、データ処理方法であって、

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、

前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、

前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを備え、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種別に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態では前記サンプリ

10

20

30

40

50

ングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種類に対応づけて自動復帰フラグをさらに記憶し、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テーブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の第4の局面は、本発明の第1～3のいずれかの局面において、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記基板処理装置においてアラームが発生したときには、前記アラームに関連づけられた時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明の第5の局面は、本発明の第1～3のいずれかの局面において、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの値が予め定めた閾値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

20

【 0 0 1 1 】

本発明の第6の局面は、本発明の第1～3のいずれかの局面において、
前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データのばらつきが予め定めた許容値を超えたときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の第7の局面は、本発明の第1～3のいずれかの局面において、
前記サンプリングステップは、前記基板処理装置で得られた測定データから前記サンプリング周期制御ステップで制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、前記時系列データを求めることを特徴とする。

30

【 0 0 1 7 】

本発明の第8の局面は、本発明の第1～3のいずれかの局面において、
前記基準データは、他の時系列データであることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本発明の第9の局面は、データ処理装置であって、
基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリング部と、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算部と、
前記サンプリング部で用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御部とを備え、
前記サンプリング周期制御部は、初期状態では前記サンプリング部で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、
前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するときに、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

40

本発明の第10の局面は、本発明の第9の局面において、

前記時系列データの種別を相互に関連づけて記憶する要因関連テーブルをさらに備え、
前記サンプリング周期制御部は、前記要因関連テーブルを用いて、前記他の時系列データ

50

を求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

本発明の第 1 1 の局面は、データ処理装置であって、

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリング部と、
前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求
める評価値計算部と、

前記サンプリング部で用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサ
ンプリング周期制御部と、

前記時系列データの種類に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定
義テーブルとを備え、

前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種類に対応づけて自動復帰フ
ラグをさらに記憶し、

前記サンプリング周期制御部は、前記サンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態
では前記サンプリング部で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前
記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプ
リング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前
記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テー
ブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系
列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 2 の局面は、本発明の第 9 ~ 1 1 のいずれかの局面において、

前記サンプリング周期制御部は、前記基板処理装置においてアラームが発生したときには
、前記アラームに関連づけられた時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異
常周期に制御することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 1 3 の局面は、本発明の第 9 ~ 1 1 のいずれかの局面において、

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データの値が予め定めた閾値を超えたときに
は、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを
特徴とする。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 1 4 の局面は、本発明の第 9 ~ 1 1 のいずれかの局面において、

前記サンプリング周期制御部は、前記時系列データのばらつきが予め定めた許容値を超え
たときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御す
ることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 1 5 の局面は、本発明の第 9 ~ 1 1 のいずれかの局面において、

前記サンプリング部は、前記基板処理装置で測定された測定データから前記サンプリング
周期制御部で制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、前記時系
列データを求めることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 1 6 の局面は、データ処理プログラムであって、

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステ
ップと、

前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求
める評価値計算ステップと、

前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御
するサンプリング周期制御ステップとを、

コンピュータに C P U がメモリを利用して実行させ、

前記サンプリング周期制御ステップは、初期状態では前記サンプリングステップで用いら
れるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常で

10

20

30

40

50

あるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御するとき、前記時系列データに関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御することを特徴とする。

本発明の第 17 の局面は、データ処理プログラムであって、

基板処理装置における物理量の測定結果に基づき時系列データを求めるサンプリングステップと、

前記時系列データと基準データとを比較することにより、前記時系列データの評価値を求める評価値計算ステップと、

前記サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を前記時系列データごとに制御するサンプリング周期制御ステップとを、

コンピュータに CPU がメモリを利用して実行させ、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データの種類に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブルを用いて、初期状態では前記サンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、前記時系列データの評価値が異常であるときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期よりも短い異常周期に制御し、

前記サンプリング周期定義テーブルは、前記時系列データの種類に対応づけて自動復帰フラグをさらに記憶し、

前記サンプリング周期制御ステップは、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、前記サンプリング周期定義テーブルに記憶された前記時系列データに対応した自動復帰フラグが有効のときには、前記時系列データを求めるときのサンプリング周期を前記正常周期に制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【0028】

上記第 1、第 9 または第 16 の局面によれば、時系列データと基準データを比較して得られる評価値が異常であるときに、時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くすることにより、時系列データごとにサンプリング周期を好適なタイミングで切り替えて、

基板処理装置で異常が発生する前に詳細なデータを取得することができる。

また、ある時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くするときに、関連する他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くすることにより、相互に関連する複数の時系列データについて詳細なデータを一緒に取得することができる。

上記第 2 または第 10 の局面によれば、要因関連テーブルを用いることにより、他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を容易に制御することができる。

上記第 3、第 11 または第 17 の局面によれば、時系列データと基準データを比較して得られる評価値が異常であるときに、時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くすることにより、時系列データごとにサンプリング周期を好適なタイミングで切り替えて、

基板処理装置で異常が発生する前に詳細なデータを取得することができる。

また、サンプリング周期定義テーブルを用いることにより、時系列データを求めるときのサンプリング周期を容易に制御することができる。

また、自動復帰フラグを記憶したサンプリング周期定義テーブルを用いることにより、時系列データの特性に応じて、時系列データを求めるときのサンプリング周期を自動的に正常周期に制御することができる。

【0029】

上記第 4 または第 12 の局面によれば、基板処理装置においてアラームが発生したときに、発生したアラームに関連づけられた時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くして詳細なデータを取得することができる。

【0030】

上記第5または第13の局面によれば、基板処理装置の故障の予兆として時系列データの値が閾値を超えたときに、時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くして詳細なデータを取得することができる。

【0031】

上記第6または第14の局面によれば、時系列データのばらつきが許容値を超えたときに、時系列データを求めるときのサンプリング周期を短くして詳細なデータを取得することができる。

【0036】

上記第7または第15の局面によれば、基板処理装置で得られた測定データからデータを抽出することにより、所望の時系列データを求めることができる。

【0037】

上記第8の局面によれば、基準データとして他の時系列データを用いることにより、時系列データについて好適な評価値を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の実施形態に係るデータ処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す基板処理装置の概略構成を示す図である。

【図3】図1に示すデータ処理装置における時系列データをグラフ化して示す図である。

【図4】図1に示すデータ処理装置として機能するコンピュータの構成例を示すブロック図である。

【図5A】図1に示すデータ処理装置のサンプリング周期定義テーブルを示す図である。

【図5B】図1に示すデータ処理装置の他のサンプリング周期定義テーブルを示す図である。

【図5C】図1に示すデータ処理装置の他のサンプリング周期定義テーブルを示す図である。

【図5D】図1に示すデータ処理装置の他のサンプリング周期定義テーブルを示す図である。

【図6】図1に示すデータ処理装置の要因関連テーブルを示す図である。

【図7】図1に示すデータ処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図8】図1に示すデータ処理装置によるスコアエラーに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。

【図9A】図1に示すデータ処理装置において正常周期を用いた求めた時系列データをグラフ化して示す図である。

【図9B】図1に示すデータ処理装置において異常周期を用いて求めた時系列データをグラフ化して示す図である。

【図10】図1に示すデータ処理装置によるアラームに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。

【図11】図1に示すデータ処理装置による時系列データの値に基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。

【図12】図1に示すデータ処理装置による時系列データのばらつきに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。

【図13A】図1に示すデータ処理装置の実装形態の第1例を示す図である。

【図13B】図1に示すデータ処理装置の実装形態の第2例を示す図である。

【図13C】図1に示すデータ処理装置の実装形態の第3例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係るデータ処理方法、データ処理装置、および、データ処理プログラムについて説明する。本実施形態に係るデータ処理方法は、典型的にはコンピュータを用いて実行される。本実施形態に係るデータ処理プログラムは、コンピュータを用いてデータ処理方法を実施するためのプログラムである。本実施形態に係

10

20

30

40

50

るデータ処理装置は、典型的にはコンピュータを用いて構成される。データ処理プログラムを実行するコンピュータは、データ処理装置として機能する。

【0040】

図1は、本発明の実施形態に係るデータ処理装置の構成を示すブロック図である。図1に示すデータ処理装置10は、サンプリング部11、データ記憶部12、スコア計算部13、結果表示部14、指示入力部15、複数のサンプリング周期定義テーブル16、要因関連テーブル17、および、サンプリング周期制御部18を備えている。データ処理装置10は、基板処理装置20に接続して用いられる。

【0041】

基板処理装置20は複数の処理ユニット25を含み、各処理ユニット25では処理ユニット25の動作状態を示す複数の物理量（例えば、長さ、角度、時間、速さ、力、圧力、電圧、電流、温度、流量など）が測定される。基板処理装置20は、各処理ユニット25で得られた測定データをデータ処理装置10に対して出力する。

10

【0042】

サンプリング部11は、基板処理装置20における物理量の測定結果に基づき時系列データ7を求める。より詳細には、サンプリング部11は、基板処理装置20で得られた測定データからある時間間隔（以下、サンプリング周期という）でデータを抽出することにより、時系列データ7を求める。サンプリング周期制御部18は、サンプリング部11で用いられるサンプリング周期を時系列データ7ごとに制御する。データ記憶部12は、サンプリング部11で求めた時系列データ7と、時系列データ7の期待値データである基準データ8とを記憶する。基準データ8には、例えば、多数の時系列データの中で期待値データとして最適と判断された他の時系列データが使用される。

20

【0043】

スコア計算部13は、データ記憶部12に記憶された時系列データ7について評価値（以下、スコアという）を求める。スコア計算部13は、データ記憶部12から時系列データ7と対応する基準データ8を読み出し、両者を比較することによりスコアを求める。スコア計算部13は、時系列データ7の評価値を求める評価値計算部として機能する。結果表示部14は、時系列データ7のスコアに基づく画面を表示する。

【0044】

基板処理装置20は、データ処理装置10に対して、基板処理装置20でアラームが発生したか否かを示すアラーム信号を出力する。指示入力部15には、利用者（基板処理装置20のオペレータ）からの指示が入力される。サンプリング周期定義テーブル16は、時系列データの種類に対応づけて、少なくとも正常周期と異常周期を記憶する。要因関連テーブル17は、処理ユニット25ごとに、時系列データの種類を相互に関連づけて記憶する。サンプリング周期定義テーブル16と要因関連テーブル17の詳細は後述する。

30

【0045】

サンプリング周期制御部18には、データ記憶部12に記憶された時系列データ7、スコア計算部13で求めたスコア、基板処理装置20から出力されたアラーム信号、および、指示入力部15を用いて入力された利用者からの指示が入力される。サンプリング周期制御部18は、これらの入力に基づき、サンプリング周期定義テーブル16と要因関連テーブル17を用いて、サンプリング部11で用いられるサンプリング周期を時系列データ7ごとに制御する。サンプリング周期制御部18は、初期状態ではサンプリング部11で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し、時系列データ7のスコアが異常であるときには、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を正常周期よりも短い異常周期に制御する。

40

【0046】

図2は、基板処理装置20の概略構成を示す図である。基板処理装置20は、インデクサ部21と処理部22を備えている。インデクサ部21は、複数のカセット保持部23とインデクサロボット24を含んでいる。処理部22は、複数の処理ユニット25と基板搬送ロボット26を含んでいる。カセット保持部23には、複数の基板を収容するカセット（

50

図示せず)が載置される。インデクサロボット24は、カセットから基板を取り出す動作と、カセットに基板を入れる動作とを行う。処理ユニット25は、基板に対して処理を行うための空間(以下、チャンバーという)を有する。チャンバーは、処理ユニット25と1対1に対応する。チャンバーの内部では、例えば、処理液を用いて基板を洗浄するなどの処理が行われる。基板搬送ロボット26は、処理ユニット25に基板を搬入する動作と、処理ユニット25から基板を搬出する動作とを行う。処理ユニット25の個数は、例えば24個である。この場合、例えば、4個の処理ユニット25を積層したタワー構造体が、基板搬送ロボット26の周囲の6箇所に設けられる。

【0047】

インデクサロボット24は、カセット保持部23に載置されたカセットから処理対象の基板を取り出し、取り出した基板を基板受け渡し部27を介して基板搬送ロボット26に渡す。基板搬送ロボット26は、インデクサロボット24から受け取った基板を対象の処理ユニット25に搬入する。基板に対する処理が終了すると、基板搬送ロボット26は、対象の処理ユニット25から基板を取り出し、取り出した基板を基板受け渡し部27を介してインデクサロボット24に渡す。インデクサロボット24は、基板搬送ロボット26から受け取った基板を対象のカセットに入れる。インデクサ部21と処理部22の制御は、基板処理装置20の制御部(図示せず)によって行われる。

【0048】

以下、処理ユニット25が1枚の基板に対して行う処理を「単位処理」という。単位処理の実行中に、処理ユニット25では、センサなどを用いて複数の物理量が測定される。サンプリング部11は、処理ユニット25で測定された測定データに基づき、時系列データ7を求める。基板処理装置20が1回の単位処理を行うと、複数の時系列データ7が得られる。時系列データ7をグラフ化して示すと、例えば図3に実線で示すようになる。対応する基準データ8をグラフ化して示すと、例えば図3に破線で示すようになる。図3に示す例では、時系列データ7は、基準データ8と比べて立ち上がり時に遅れている。

【0049】

図4は、データ処理装置10として機能するコンピュータの構成例を示すブロック図である。図4に示すコンピュータ30は、CPU31、メインメモリ32、記憶部33、入力部34、表示部35、通信部36、および、記録媒体読み取り部37を備えている。メインメモリ32には、例えば、DRAMが使用される。記憶部33には、例えば、ハードディスクが使用される。入力部34には、例えば、キーボード38やマウス39が含まれる。表示部35には、例えば、液晶ディスプレイが使用される。通信部36は、有線通信または無線通信のインターフェイス回路である。基板処理装置20との間の通信は、通信部36を用いて行われる。記録媒体読み取り部37は、プログラムなどを記録した記録媒体40のインターフェイス回路である。記録媒体40には、例えば、CD-ROMなどの非一過性の記録媒体が使用される。なお、以上に述べたコンピュータ30の構成は一例に過ぎず、任意のコンピュータを用いてデータ処理装置10を構成することができる。

【0050】

以下、コンピュータ30がデータ処理装置10として機能する場合について説明する。この場合、記憶部33は、データ処理プログラム41と基準データ8を記憶する。データ処理プログラム41と基準データ8は、例えば、サーバや他のコンピュータから通信部36を用いて受信したものでよく、記録媒体40から記録媒体読み取り部37を用いて読み出したものでよい。データ処理プログラム41を実行するときには、データ処理プログラム41と基準データ8はメインメモリ32に複写転送される。CPU31は、メインメモリ32を作業用メモリとして利用して、メインメモリ32に記憶されたデータ処理プログラム41を実行することにより、基板処理装置20から出力された測定データに基づき時系列データ7を求める処理、時系列データ7のスコアを求める処理、スコアに基づき時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を制御する処理などを行う。このときコンピュータ30は、データ処理装置10として機能する。

【0051】

10

20

30

40

50

データ処理装置 10 は、図 5 A ~ 図 5 D に示す 4 個のサンプリング周期定義テーブル 16 a ~ 16 d と、図 6 に示す要因関連テーブル 17 とを備えている。データ処理装置 10 と基板処理装置 20 が動作を開始する前に、サンプリング周期定義テーブル 16 a ~ 16 d と要因関連テーブル 17 には、図面に記載したデータが予め記憶されている。

【0052】

図 7 は、データ処理装置 10 の動作を示すフローチャートである。データ処理装置 10 は、CPU 31 がメインメモリ 32 を利用してデータ処理プログラム 41 を実行することにより、図 7 に示す処理を行う。

【0053】

図 7 に示すように、サンプリング周期制御部 18 は、まず、サンプリング部 11 で用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S101）。ステップ S101 において、サンプリング周期制御部 18 は、すべての時系列データ 7 について、時系列データ 7 を求めるときのサンプリング周期をサンプリング周期定義テーブル 16 a ~ 16 d に記憶された正常周期に設定する。

【0054】

データ処理装置 10 がステップ S101 を実行した後、基板処理装置 20 は基板に対する処理を開始する。基板処理装置 20 が 1 回の単位処理を行うと、複数の測定データが得られる。複数の測定データは、基板処理装置 20 からデータ処理装置 10 に対して出力される。データ処理装置 10 は、基板処理装置 20 から複数の測定データが出力されるたびに、ステップ S102 ~ S110 を実行する。

【0055】

サンプリング部 11 には、単位処理を行ったときに得られた複数の測定データが入力される（ステップ S102）。次に、サンプリング部 11 は、ステップ S102 で入力された複数の測定データに基づき、複数の時系列データ 7 を求める（ステップ S103）。ステップ S103 において、サンプリング部 11 は、基板処理装置 20 から出力された複数の測定データから時系列データ 7 ごとに制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、時系列データ 7 を求める。

【0056】

次に、データ記憶部 12 は、ステップ S103 で求めた複数の時系列データ 7 を記憶する（ステップ S104）。次に、スコア計算部 13 は、データ記憶部 12 に記憶された複数の時系列データ 7 のスコアを求める（ステップ S105）。ステップ S105 において、スコア計算部 13 は、各時系列データ 7 と対応する基準データ 8 とを比較することによりスコアを求める。次に、結果表示部 14 は、ステップ S105 で求めたスコアに基づく画面を表示する（ステップ S106）。結果表示部 14 が表示する画面は、時系列データ 7 のスコアに基づく限り任意でよい。

【0057】

次に、サンプリング周期制御部 18 は、スコアエラーに基づくサンプリング周期制御を行う（ステップ S110）。図 8 は、スコアエラーに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。ステップ S110 において、サンプリング周期制御部 18 は、スコアの状態が変化した時系列データ 7（スコアが正常から異常に、または、その逆に変化した時系列データ）について、図 8 に示す処理を行う。以下、ステップ S110 で処理される時系列データを S Q 1 という。

【0058】

図 5 A に示すサンプリング周期定義テーブル 16 a は、時系列データの種類に対応づけて、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶している。正常周期は、正常時のサンプリング周期を msec（ミリ秒）単位で示す。異常周期は、異常時のサンプリング周期を msec 単位で示す。異常周期は、正常周期よりも短い。異常周期は、例えば、正常周期の 1 / 3 以下に設定される。自動復帰フラグは、TRUE または FALSE の値を取る。値 TRUE は自動復帰が有効であることを示し、値 FALSE は自動復帰が無効であることを示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

図 8 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、まず、時系列データ S Q 1 のスコアが異常か否か（スコアエラーが発生したか否か）を判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 1 2 へ進み、N o の場合にはステップ S 1 1 5 へ進む（ステップ S 1 1 1 ）。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 1 1 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期が正常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 1 3 へ進む（ステップ S 1 1 2 ）。この場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する（ステップ S 1 1 3 ）。ステップ S 1 1 3 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 a から時系列データ S Q 1 の種類に対応した異常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期を読み出した異常周期に設定する。

10

【 0 0 6 1 】

次に、サンプリング周期制御部 1 8 は、必要に応じて他のサンプリング周期を異常周期に制御する（ステップ S 1 1 4 ）。図 6 に示す要因関連テーブル 1 7 は、処理ユニット 2 5 ごとに、時系列データ 7 の種類を相互に関連づけて記憶している。時系列データ S Q 1 に対応した処理ユニット 2 5 が P U であり、要因関連テーブル 1 7 の処理ユニット P U の欄に時系列データ S Q 1 の種類が記憶されている場合には、サンプリング周期制御部 1 8 は、ステップ S 1 1 4 において、当該欄に記憶された他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する。

20

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 1 1 で N o の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期が異常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 1 6 へ進む（ステップ S 1 1 5 ）。この場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、自動復帰を行うか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 1 8 へ進み、N o の場合にはステップ S 1 1 7 へ進む（ステップ S 1 1 6 ）。ステップ S 1 1 6 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 a から時系列データ S Q 1 の種類に対応した自動復帰フラグを読み出し、自動復帰フラグが T R U E の場合にはステップ S 1 1 8 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 1 1 7 へ進む。

30

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 1 6 で N o の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、復帰指示が入力されたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 1 8 へ進む（ステップ S 1 1 7 ）。時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期が異常周期に制御された場合、利用者は、スコアエラーの状態を確認したり、スコアエラーの状態を回復するための操作を行った後、指示入力部 1 5 を用いて復帰指示を入力する。利用者が入力した復帰指示は、サンプリング周期制御部 1 8 の内部に保持される。ステップ S 1 1 7 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、復帰指示が既に入力されていた場合にはステップ S 1 1 8 へ進む。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 1 6 または S 1 1 7 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 1 8 ）。ステップ S 1 1 8 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 a から時系列データ S Q 1 の種類に対応した正常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 1 を求めるときのサンプリング周期を読み出した正常周期に設定する。

40

【 0 0 6 5 】

次に、サンプリング周期制御部 1 8 は、必要に応じて他のサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 1 9 ）。時系列データ S Q 1 に対応した処理ユニット 2 5 が P U であり、要因関連テーブル 1 7 の処理ユニット P U の欄に時系列データ S Q 1 の種類が記憶されている場合には、サンプリング周期制御部 1 8 は、ステップ S 1 1 9 において、当

50

該欄に記憶された他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する。サンプリング周期制御部 18 は、ステップ S 114 または S 119 を行った後、もしくは、ステップ S 112、S 115 または S 117 で No と判断した後に、ステップ S 110 を終了する。

【0066】

例えば、ある時系列データを求めるときの正常周期が 300 msec、異常周期が 100 msec であるとする。図 9A は、正常周期を用いて求めた時系列データをグラフ化して示す図である。利用者は、図 9A に示すグラフを見ても、時系列データの小さな変化を認識することができない。データ処理装置 10 では、時系列データのスコアが異常である場合、サンプリング周期制御部 18 は時系列データを求めるときのサンプリング周期を異常周期 (100 msec) に制御する。図 9B は、異常周期を用いて求めた時系列データをグラフ化して示す図である。利用者は、図 9B に示すグラフを見たときに、時系列データの小さな変化を容易に認識することができる。

10

【0067】

サンプリング周期制御部 18 は、図 8 に示すサンプリング周期制御に加えて、図 10 ~ 図 12 に示すサンプリング周期制御を行う。図 10 ~ 図 12 に示すサンプリング周期制御は、図 7 に示す処理を行っている間に所定の条件が成立したときに行われる。

【0068】

図 10 は、アラームに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。上述したように、データ処理装置 10 には、基板処理装置 20 でアラームが発生したか否か示すアラーム信号が入力される。サンプリング周期制御部 18 は、発生状況が変化したアラーム (「あり」から「なし」に、または、その逆に変化したアラーム) について、図 10 に示す処理を行う。以下、ステップ S 120 で処理されるアラームを AL、アラーム AL に関連づけられた時系列データを SQ2 という。

20

【0069】

図 5B に示すサンプリング周期定義テーブル 16b は、アラームの種類に対応づけて、時系列データの種類、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶している。サンプリング周期定義テーブル 16b は、時系列データの種類に対応づけて、アラームの種類、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶しているとも言える。

【0070】

図 10 において、サンプリング周期制御部 18 は、まず、アラーム AL が発生したか否か (アラームが発生したか解消したか) を判断し、Yes の場合にはステップ S 122 へ進み、No の場合にはステップ S 125 へ進む (ステップ S 121)。

30

【0071】

ステップ S 121 で Yes の場合、サンプリング周期制御部 18 は、アラーム AL に対応づけられた時系列データ SQ2 を求めるときのサンプリング周期が正常周期か否かを判断し、Yes の場合にはステップ S 123 へ進む (ステップ S 122)。この場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ SQ2 を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する (ステップ S 123)。ステップ S 123 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16b からアラーム AL および時系列データ SQ2 の種類に対応した異常周期を読み出し、次回以降に時系列データ SQ2 を求めるときのサンプリング周期を読み出した異常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 18 は、図 8 に示すステップ S 114 と同様に、要因関連テーブル 17 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を異常周期に制御する (ステップ S 124)。

40

【0072】

ステップ S 121 で No の場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ SQ2 を求めるときのサンプリング周期が異常周期か否かを判断し、Yes の場合にはステップ S 126 へ進む (ステップ S 125)。この場合、サンプリング周期制御部 18 は、自動復帰を行うか否かを判断し、Yes の場合にはステップ S 128 へ進み、No の場合にはステップ S 127 へ進む (ステップ S 126)。ステップ S 126 において、サンプリング

50

周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 b からアラーム A L および時系列データ S Q 2 の種類に対応した自動復帰フラグを読み出し、自動復帰フラグが T R U E の場合にはステップ S 1 2 8 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 1 2 7 へ進む。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 2 6 で N o の場合、サンプリング周期制御部 18 は、復帰指示が入力されたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 2 8 へ進む（ステップ S 1 2 7）。アラーム A L が発生した場合、利用者は、アラーム A L の原因を調査したり、アラーム A L を解除するための操作を行ったりした後、指示入力部 15 を用いて復帰指示を入力する。ステップ S 1 2 7 において、サンプリング周期制御部 18 は、復帰指示が既に入力されていた場合にはステップ S 1 2 8 へ進む。

10

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 2 6 または S 1 2 7 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ S Q 2 を求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 2 8）。ステップ S 1 2 8 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 b からアラーム A L および時系列データ S Q 2 の種類に対応した正常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 2 を求めるときのサンプリング周期を読み出した正常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 18 は、図 8 に示すステップ S 1 1 9 と同様に、要因関連テーブル 17 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 2 9）。サンプリング周期制御部 18 は、ステップ S 1 2 4 または S 1 2 9 を行った後、もしくは、ステップ S 1 2 2、S 1 2 5 または S 1 2 7 で N o と判断した後に、ステップ S 1 2 0 を終了する。

20

【 0 0 7 5 】

図 11 は、時系列データの値に基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。図 5 C に示すサンプリング周期定義テーブル 16 c は、部品の種類に対応づけて、時系列データの種類、上限値、上限比率、下限値、下限比率、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶している。サンプリング周期定義テーブル 16 c は、時系列データの種類に対応づけて、部品の種類、上限値、上限比率、下限値、下限比率、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶しているとも言える。サンプリング周期制御部 18 は、値と閾値との大小関係が変化した時系列データ 7（値が「閾値を超えていない」から「閾値を超えている」に、または、その逆に変化した時系列データ）について、図 11 に示す処理を行う。以下、ステップ S 1 3 0 で処理される時系列データを S Q 3 という。

30

【 0 0 7 6 】

上限値は、時系列データの上限値を示す。上限比率は、時系列データの上限値に対する時系列データの上側閾値の割合を百分率で示す。下限値は、時系列データの下限値を示す。下限比率は、時系列データの下限値に対する、時系列データの下側閾値と時系列データの下限値との差の比率を百分率で示す。例えば、図 5 C に示すサンプリング周期定義テーブル 16 c の部品「温度センサ」の欄には、上限値 60、上限比率 90%、下限値 15、および、下限比率 20% が記憶されている。この場合、時系列データの上側閾値は $60 \times 90 / 100 = 54$ であり、下側閾値は $15 \times (100 + 20) / 100 = 18$ である。

40

【 0 0 7 7 】

図 11 において、サンプリング周期制御部 18 は、まず、時系列データ S Q 3 の値が閾値を超えたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 3 2 へ進み、N o の場合にはステップ S 1 3 5 へ進む（ステップ S 1 3 1）。ステップ S 1 3 1 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 c から時系列データ S Q 3 の種類に対応した上限値、上限比率、下限値、および、下限比率を読み出し、時系列データ S Q 3 の値が（上限値 \times 上限比率）を超えている場合、または、時系列データ S Q 3 の値が { 下限値 \times (1 + 下限比率) } 未満の場合にはステップ S 1 3 2 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 1 3 5 へ進む。

50

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 3 1 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期が正常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 3 3 へ進む（ステップ S 1 3 2）。この場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する（ステップ S 1 3 3）。ステップ S 1 3 3 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 c から時系列データ S Q 3 の種類に対応した異常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期を読み出した異常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 1 8 は、図 8 に示すステップ S 1 1 4 と同様に、要因関連テーブル 1 7 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を異常周期に制御する（ステップ S 1 3 4）。

10

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 3 1 で N o の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期が異常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 3 6 へ進む（ステップ S 1 3 5）。この場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、自動復帰を行うか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 3 8 へ進み、N o の場合にはステップ S 1 3 7 へ進む（ステップ S 1 3 6）。ステップ S 1 3 6 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 c から時系列データ S Q 3 の種類に対応した自動復帰フラグを読み出し、自動復帰フラグが T R U E の場合にはステップ S 1 3 8 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 1 3 7 へ進む。

20

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 3 6 で N o の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、復帰指示が入力されたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 1 3 8 へ進む（ステップ S 1 3 7）。時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期が異常周期に制御された場合、利用者は、時系列データ S Q 3 に対応する部品を交換したり、調整したりした後、指示入力部 1 5 を用いて復帰指示を入力する。ステップ S 1 3 7 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、復帰指示が既に入力されていた場合にはステップ S 1 3 8 へ進む。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 3 6 または S 1 3 7 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 1 8 は、時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 3 8）。ステップ S 1 3 8 において、サンプリング周期制御部 1 8 は、サンプリング周期定義テーブル 1 6 c から時系列データ S Q 3 の種類に対応した正常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 3 を求めるときのサンプリング周期を読み出した正常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 1 8 は、図 8 に示すステップ S 1 1 9 と同様に、要因関連テーブル 1 7 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を正常周期に制御する（ステップ S 1 3 9）。サンプリング周期制御部 1 8 は、ステップ S 1 3 4 または S 1 3 9 を行った後、もしくは、ステップ S 1 3 2、S 1 3 5 または S 1 3 7 で N o と判断した後に、ステップ S 1 3 0 を終了する。

30

【 0 0 8 2 】

図 5 C に示すサンプリング周期定義テーブル 1 6 c の部品「P L C バッテリー」の欄には、下限値 3 0 0 m V、下限比率 5 0 %、正常周期 5 0 0 0 m s e c、および、異常周期 5 0 0 m s e c が記憶されている。なお、P L C は、プログラマブルコントローラ（Programmable Controller）の略語である。時系列データを求めるときのサンプリング周期は、ステップ S 1 0 1 において、5 0 0 0 m s e c に制御される。時系列データの下側閾値は、 $300 \times (100 + 50) / 100 = 450$ である。したがって、P L C バッテリー値が 4 5 0 m V 未満になると、時系列データを求めるときのサンプリング周期は 5 0 0 m s e c に設定される。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、時系列データのばらつきに基づくサンプリング周期制御の詳細を示すフローチャートである。図 5 D に示すサンプリング周期定義テーブル 1 6 d は、時系列データの種

50

類に対応して、標準偏差、正常周期、異常周期、および、自動復帰フラグを記憶している。標準偏差は、時系列データのばらつきの許容値を示す。サンプリング周期制御部 18 は、ばらつきと許容値との大小関係が変化した時系列データ 7 (ばらつきが「許容値を超えていない」から「許容値を超えている」に、または、その逆に変化した時系列データ) について、図 12 に示す処理を行う。以下、ステップ S 140 で処理される時系列データを S Q 4 という。

【0084】

図 12 において、サンプリング周期制御部 18 は、まず、時系列データ S Q 4 のばらつきが許容値を超えたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 142 へ進み、N o の場合にはステップ S 145 へ進む (ステップ S 141)。ステップ S 141 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 d から時系列データ S Q 4 の種類に対応した標準偏差を読み出し、時系列データ S Q 4 のばらつきが標準偏差を超えている場合にはステップ S 142 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 145 へ進む。

10

【0085】

ステップ S 141 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期が正常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 143 へ進む (ステップ S 142)。この場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する (ステップ S 143)。ステップ S 143 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 d から時系列データ S Q 4 の種類に対応した異常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期を読み出した異常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 18 は、図 8 に示すステップ S 114 と同様に、要因関連テーブル 17 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を異常周期に制御する (ステップ S 144)。

20

【0086】

ステップ S 141 で N o の場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期が異常周期か否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 146 へ進む (ステップ S 145)。この場合、サンプリング周期制御部 18 は、自動復帰を行うか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 148 へ進み、N o の場合にはステップ S 147 へ進む (ステップ S 146)。ステップ S 146 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 d から時系列データ S Q 4 の種類に対応した自動復帰フラグを読み出し、自動復帰フラグが T R U E の場合にはステップ S 148 へ進み、それ以外の場合にはステップ S 147 へ進む。

30

【0087】

ステップ S 146 で N o の場合、サンプリング周期制御部 18 は、復帰指示が入力されたか否かを判断し、Y e s の場合にはステップ S 148 へ進む (ステップ S 147)。時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期が異常周期に制御された場合、利用者は、時系列データ 7 のばらつきを許容値以内にするための操作を行った後、指示入力部 15 を用いて復帰指示を入力する。ステップ S 147 において、サンプリング周期制御部 18 は、復帰指示が既に入力されていた場合にはステップ S 148 へ進む。

40

【0088】

ステップ S 146 または S 147 で Y e s の場合、サンプリング周期制御部 18 は、時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する (ステップ S 148)。ステップ S 148 において、サンプリング周期制御部 18 は、サンプリング周期定義テーブル 16 d から時系列データ S Q 4 の種類に対応した正常周期を読み出し、次回以降に時系列データ S Q 4 を求めるときのサンプリング周期を読み出した正常周期に設定する。次に、サンプリング周期制御部 18 は、図 8 に示すステップ S 119 と同様に、要因関連テーブル 17 を参照して、必要に応じて他のサンプリング周期を正常周期に制御する (ステップ S 149)。サンプリング周期制御部 18 は、ステップ S 144 または S 149 を行った後、もしくは、ステップ S 142、S 145 またはステップ S 147 で N o と

50

判断した後に、ステップ S 1 4 0 を終了する。

【 0 0 8 9 】

以上に示すフローチャートにおいて、サンプリング部 1 1 が行うステップ S 1 0 2 および S 1 0 3 は、サンプリングステップに該当する。スコア計算部 1 3 が行うステップ S 1 0 5 は、評価値計算ステップに該当する。サンプリング周期制御部 1 8 が行うステップ S 1 0 1、S 1 1 0、S 1 2 0、S 1 3 0 および S 1 4 0 は、サンプリング周期制御ステップに該当する。

【 0 0 9 0 】

図 1 3 A ~ 図 1 3 C は、それぞれ、データ処理装置 1 0 の実装形態の第 1 ~ 第 3 例を示す図である。第 1 ~ 第 3 例では、基板処理装置 2 0 の外部にコンピュータ 3 0 が設けられ、コンピュータ 3 0 が C P U 3 1 を用いてデータ処理プログラム 4 1 を実行することにより、データ処理装置 1 0 の全部または一部が実現される。

10

【 0 0 9 1 】

図 1 3 A に示す第 1 例は、図 1 に記載したものと同一である。第 1 例では、基板処理装置 2 0 の外部に設けられたコンピュータ 3 0 が、データ処理装置 1 0 として機能する。基板処理装置 2 0 では、アナログ信号のサンプリング（アナログ信号の標本化と量子化）が固定のサンプリング周期で行われる。サンプリング部 1 1 で用いられるサンプリング周期にかかわらず、基板処理装置 2 0 からコンピュータ 3 0 には同じ量の測定データが出力される。コンピュータ 3 0 によって実現されるサンプリング部 1 1 は、基板処理装置 2 0 から出力された測定データからサンプリング周期制御部 1 8 で制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、時系列データ 7 を求める。

20

【 0 0 9 2 】

図 1 3 B に示す第 2 例では、データ処理装置 1 0 のうちサンプリング部 1 1 は基板処理装置 2 0 に含まれ、他の部分はコンピュータ 3 0 によって実現される。基板処理装置 2 0 では、アナログ信号のサンプリングが固定のサンプリング周期で行われる。サンプリング周期制御部 1 8 は、基板処理装置 2 0 に含まれるサンプリング部 1 1 に対して、時系列データ 7 を求めるときのサンプリング周期を示す制御信号 C S 1 を出力する。サンプリング部 1 1 は、基板処理装置 2 0 で測定された測定データから制御信号 C S 1 が示すサンプリング周期でデータを抽出することにより、時系列データ 7 を求める。サンプリング部 1 1 で求めた時系列データ 7 は、コンピュータ 3 0 に対して出力される。基板処理装置 2 0 からコンピュータ 3 0 には、サンプリング部 1 1 で用いられるサンプリング周期に応じた量の時系列データ 7 が出力される。

30

【 0 0 9 3 】

図 1 3 C に示す第 3 例では、データ処理装置 1 0 のうちサンプリング部 1 1 は基板処理装置 2 0 に含まれ、他の部分はコンピュータ 3 0 によって実現される。サンプリング周期制御部 1 8 は、基板処理装置 2 0 に含まれるサンプリング部 1 1 に対して、時系列データ 7 を求めるときのサンプリング周期を示す制御信号 C S 1 を出力する。サンプリング部 1 1 は、基板処理装置 2 0 の内部でアナログ信号のサンプリング（アナログ信号の標本化と量子化）を制御信号 C S 1 が示すサンプリング周期で行うことにより、時系列データ 7 を求める。サンプリング部 1 1 で求めた時系列データ 7 は、コンピュータ 3 0 に対して出力される。基板処理装置 2 0 からコンピュータ 3 0 には、サンプリング部 1 1 で用いられるサンプリング周期に応じた量の時系列データ 7 が出力される。

40

【 0 0 9 4 】

第 1 ~ 第 3 例のいずれでも、サンプリング部 1 1 は基板処理装置 2 0 における物理量の測定結果に基づき、時系列データ 7 を求める。データ処理装置 1 0 は、第 1 ~ 第 3 例のいずれの形態に実装されていてもよい。

【 0 0 9 5 】

本実施形態に係るデータ処理方法は、基板処理装置 2 0 における物理量の測定結果に基づき時系列データ 7 を求めるサンプリングステップ（S 1 0 2、S 1 0 3）と、時系列データ 7 と基準データ 8 とを比較することにより、時系列データ 7 の評価値（スコア）を求め

50

る評価値計算ステップ（S105）と、サンプリングステップで用いられるサンプリング周期を時系列データ7ごとに制御するサンプリング周期制御ステップ（S101、S110、S120、S130、S140）とを備えている。サンプリング周期制御ステップは、初期状態ではサンプリングステップで用いられるすべてのサンプリング周期を正常周期に制御し（S101）、時系列データ7の評価値が異常であるときには、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を正常周期よりも短い異常周期に制御する（S113）。このように時系列データ7と基準データ8を比較して得られる評価値が異常であるときに、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を短くすることにより、時系列データ7ごとにサンプリング周期を好適なタイミングで切り替えて、基板処理装置20で異常が発生する前に詳細なデータを取得することができる。

10

【0096】

サンプリング周期制御ステップは、基板処理装置20においてアラームが発生したときには、アラームに関連づけられた時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する（S123）。したがって、基板処理装置20においてアラームが発生したときに、発生したアラームに関連づけられた時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を短くして詳細なデータを取得することができる。サンプリング周期制御ステップは、時系列データ7の値が予め定めた閾値を超えたときや、時系列データ7のばらつきが予め定めた許容値を超えたときにも、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する（S133、S143）。したがって、基板処理装置20の故障の予兆として時系列データ7の値が閾値を超えたときや、時系列データ7のばらつきが許容値を超えたときに、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を短くして詳細なデータを取得することができる。

20

【0097】

サンプリング周期制御ステップは、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御するときに、時系列データ7に関連づけられた他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する（S114、S124、S134、S144）。したがって、相互に関連する複数の時系列データ7について詳細なデータを一緒に取得することができる。サンプリング周期制御ステップは、時系列データ7の種類を相互に関連づけて記憶する要因関連テーブル17を用いて、他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御する。したがって、他の時系列データを求めるときのサンプリング周期を容易に制御することができる。

30

【0098】

サンプリング周期制御ステップは、時系列データ7の種類に対応づけて正常周期と異常周期を記憶するサンプリング周期定義テーブル16を用いて、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を制御する。したがって、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を容易に制御することができる。サンプリング周期定義テーブル16は、時系列データ7の種類に対応づけて自動復帰フラグを記憶し、サンプリング周期制御ステップは、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を異常周期に制御したときの原因が解消され、かつ、サンプリング周期定義テーブル16に記憶された時系列データ7に対応した自動復帰フラグが有効のときには、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を正常周期に制御する（S118、S128、S138、S148）。したがって、時系列データ7の特性に応じて、時系列データ7を求めるときのサンプリング周期を自動的に正常周期に制御することができる。

40

【0099】

サンプリングステップは、基板処理装置20で測定された測定データから、サンプリング周期制御ステップで制御されたサンプリング周期でデータを抽出することにより、時系列データ7を求めてもよい。また、基準データ8として他の時系列データを用いることにより、時系列データ7について好適な評価値を求めることができる。

【0100】

本実施形態に係るデータ処理装置10およびデータ処理プログラム41は、上記のデータ

50

処理方法と同様の特徴を有し、同様の効果を奏する。本実施形態に係るデータ処理方法、データ処理装置 10、および、データ処理プログラム 41 によれば、時系列データごとにサンプリング周期を好適なタイミングで切り替えて、基板処理装置 20 で異常が発生する前に詳細なデータを取得することができる。

【0101】

なお、以上に述べたデータ処理方法では、サンプリング周期制御ステップにおいて、ステップ S101 および S110 に加えて、ステップ S120、S130 および S140 を行うこととした。しかし、サンプリング周期制御ステップにおいて、ステップ S120、S130 および S140 を必ずしもすべて行う必要はない。変形例に係るデータ処理方法では、サンプリング周期制御ステップにおいて、ステップ S120、S130 および S140 を全く行わなくてもよく、あるいは、ステップ S120、S130 および S140の中から任意に選択したものだけを行ってもよい。変形例に係るデータ処理装置およびデータ処理プログラムについても、これと同様である。

10

【符号の説明】

【0102】

- 7 ... 時系列データ
- 8 ... 基準データ
- 10 ... データ処理装置
- 11 ... サンプリング部
- 12 ... データ記憶部
- 13 ... スコア計算部
- 14 ... 結果表示部
- 15 ... 指示入力部
- 16 ... サンプリング周期定義テーブル
- 17 ... 要因関連テーブル
- 18 ... サンプリング周期制御部
- 20 ... 基板処理装置
- 25 ... 処理ユニット
- 30 ... コンピュータ
- 31 ... CPU
- 32 ... メインメモリ
- 40 ... 記録媒体
- 41 ... データ処理プログラム

20

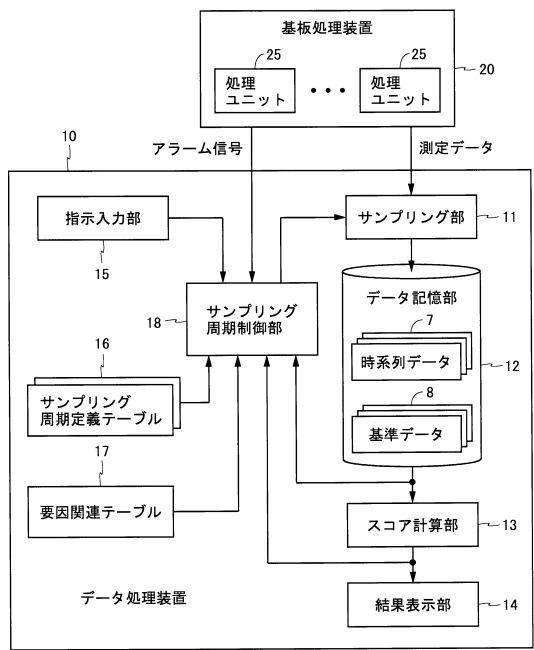
30

40

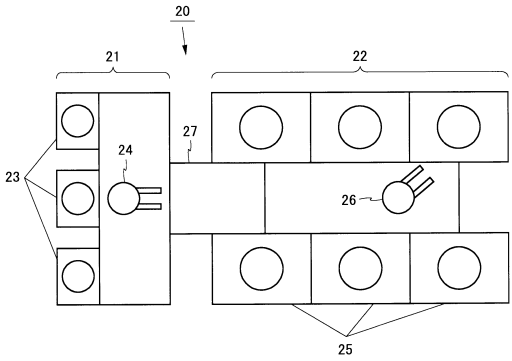
50

【図面】

【図 1】



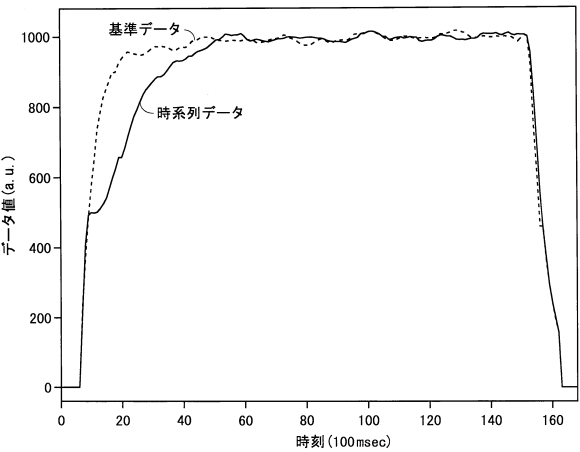
【図 2】



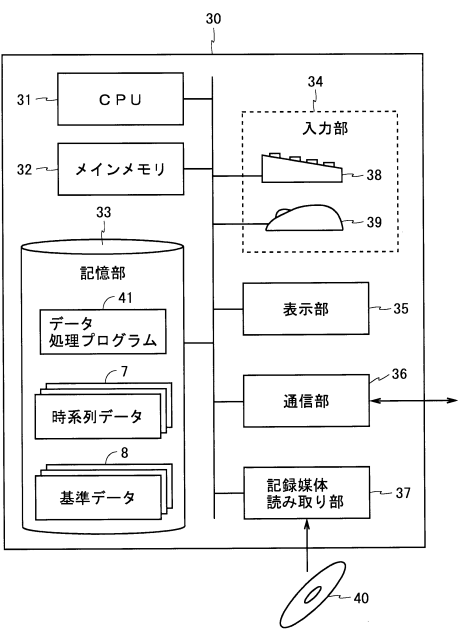
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

【図 5 A】

16a

時系列データ	正常周期 (msec)	異常周期 (msec)	自動復帰 フラグ
チャンバー排気圧	1000	500	TRUE
チャンバー内圧	1000	500	TRUE
バックサイドノズルN2パージ流量	300	100	TRUE
C02バックサイド吐出流量	300	100	FALSE
C02表面固定リンス流量	300	100	FALSE
⋮	⋮	⋮	⋮

【図 5 B】

16b

アラーム	時系列データ	正常周期 (msec)	異常周期 (msec)	自動復帰 フラグ
無効排気エラー	チャンバー排気圧	1000	500	TRUE
排出スウィッチング時間不十分	チャンバー内圧	1000	500	TRUE
バックサイドノズル-位置不安定	バックサイドノズルN2パージ流量	300	100	TRUE
DIW C02-ソース圧力下限	C02バックサイド吐出流量	300	100	FALSE
C02-ソース圧力下限	C02表面固定リンス流量	300	100	FALSE
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 5 C】

16c

部品	時系列データ	上限値	上限比率 (%)	下限値	下限比率 (%)	正常周期 (msec)	異常周期 (msec)	自動復帰 フラグ
温度センサ	温度センサ値	60	90	15	20	1000	1000	TRUE
FFUファン	FFU7777回転速度	—	—	300	10	10000	1000	FALSE
スピンキャビン	チャカビ リンス流量	1	80	—	—	5000	100	TRUE
循環フィルタ	循環圧力目標値	400	85	100	20	5000	500	FALSE
循環ポンプ	循環圧力値	7000	80	1000	20	5000	500	FALSE
PLCバッテリー	PLCバッテリー値	—	—	300	50	5000	500	TRUE
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図 5 D】

16d

時系列データ	標準偏差	正常周期 (msec)	異常周期 (msec)	自動復帰 フラグ
チャンバー排気圧	15	1000	500	TRUE
チャンバー内圧	20	1000	500	TRUE
バックサイドノズルN2パージ流量	200	300	100	TRUE
C02バックサイド吐出流量	150	300	100	FALSE
C02表面固定リンス流量	300	300	100	FALSE
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

10

20

30

40

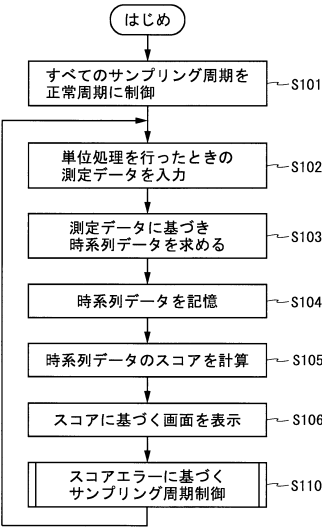
50

【図 6】

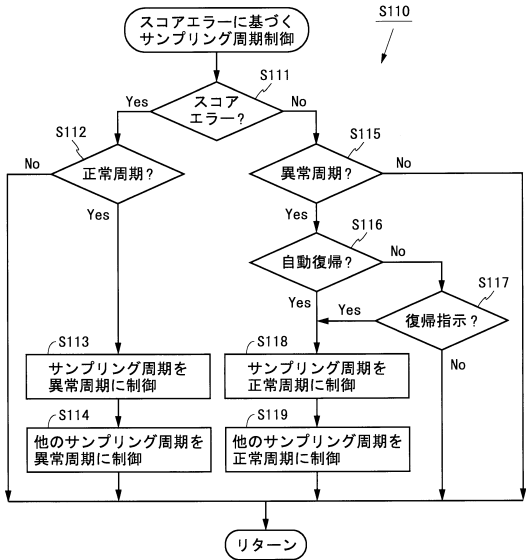
17

...	処理ユニット3	...
...	FFU内圧	...
...	チャンバー排出圧	...
...	チャンバー内圧	...
...	スピン回転数	...
...	スピン速度データ 実際値	...
...	処理ユニット2	...
...	FFU内圧	...
...	チャンバー排出圧	...
...	チャンバー内圧	...
...	スピン回転数	...
...	スピン速度データ 実際値	...
...	処理ユニット1	...
...	FFU内圧	...
...	チャンバー排出圧	...
...	チャンバー内圧	...
...	スピン回転数	...
...	スピン速度データ 実際値	...

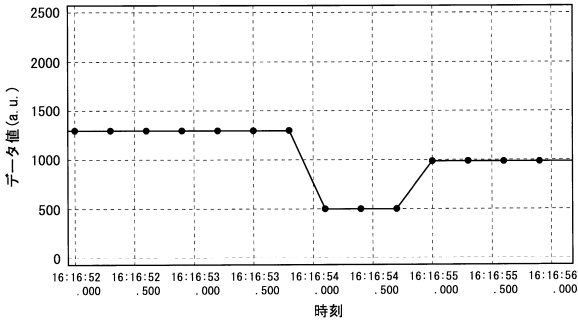
【図 7】



【図 8】



【図 9 A】



10

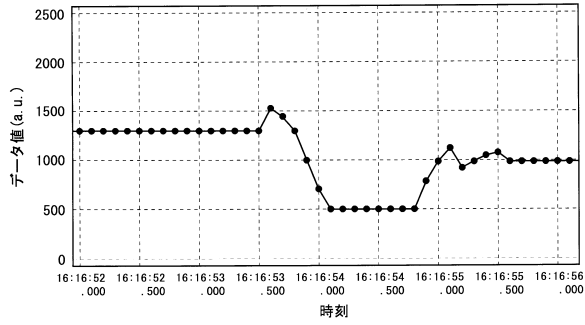
20

30

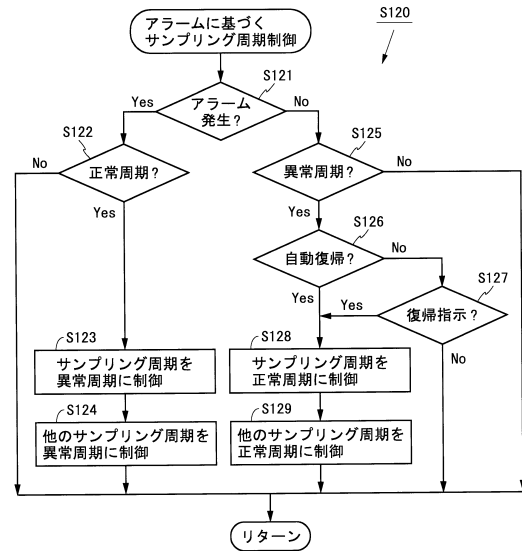
40

50

【図 9 B】



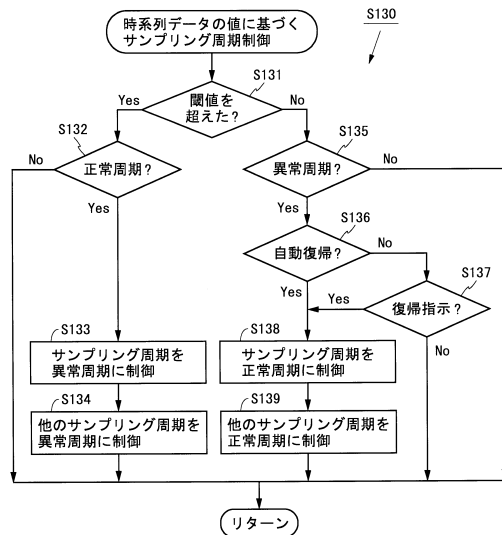
【図 1 0】



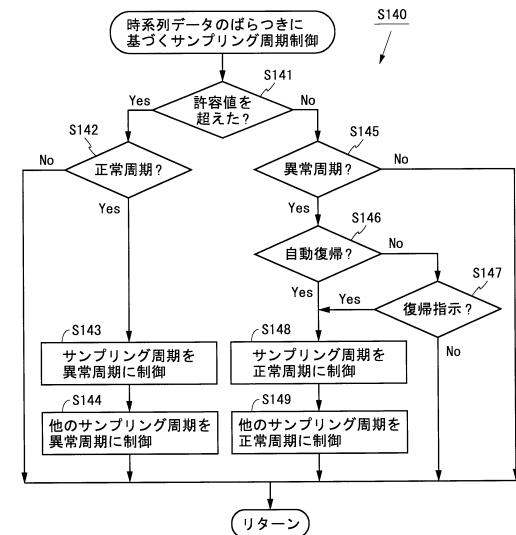
10

20

【図 1 1】



【図 1 2】

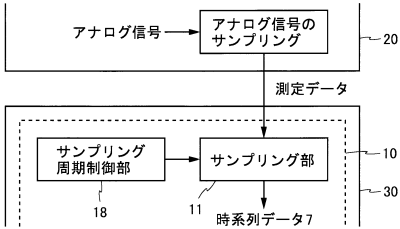


30

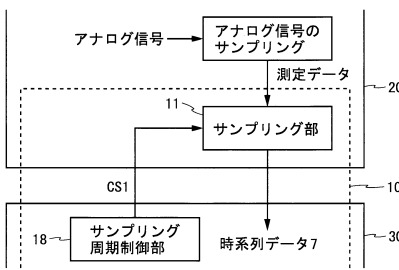
40

50

【図 1 3 A】

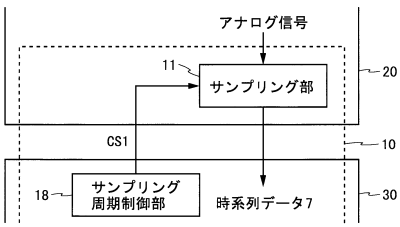


【図 1 3 B】



10

【図 1 3 C】



20

30

40

50

フロントページの続き

Nセミコンダクターソリューションズ内

(72)発明者 秋田 正史

京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1 株式会社SCREENアドバンス
システムソリューションズ内

審査官 堀江 義隆

(56)参考文献 特開2008-042005(JP,A)

特開2012-123521(JP,A)

特開2001-273336(JP,A)

特開2005-142467(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/02

H01L 21/3065

G05B 19/418