

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5155439号  
(P5155439)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.  
B29C 45/76 (2006.01)

F I  
B29C 45/76

請求項の数 5 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-278810 (P2011-278810)</p> <p>(22) 出願日 平成23年12月20日 (2011.12.20)</p> <p>審査請求日 平成24年9月24日 (2012.9.24)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地</p> <p>(74) 代理人 110001151 あいわ特許業務法人</p> <p>(72) 発明者 丸山 淳平 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内</p> <p>(72) 発明者 小林 稔 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内</p> <p>審査官 鏡 宣宏</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成形機の異常検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サーボモータを駆動制御して可動部を駆動する駆動部と、前記サーボモータに加わる負荷、前記サーボモータの速度、電流、位置偏差のうちいずれか一つを物理量として検出する物理量検出部と、前記物理量を可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて基準物理量として記憶する記憶部と、前記記憶された基準物理量と現在の物理量を可動部が動作する経過時間あるいは可動部の動作位置に対応させて順次比較し偏差を求める物理量偏差算出部とを有し、前記求めた偏差が閾値を超えた場合に異常を検出する射出成形機の異常検出装置であって、

可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた物理量の偏差の尖度、歪度、3次以上の高次モーメントから求めた分布指標値のうち少なくとも一つを分布指標値として算出する分布指標値算出部と、該算出した分布指標値が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する閾値算出部とを有することを特徴とする射出成形機の異常検出装置。

【請求項2】

サーボモータを駆動制御して可動部を駆動する駆動部と、前記サーボモータに加わる負荷、前記サーボモータの速度、電流、位置偏差のうちいずれか一つを物理量として検出する物理量検出部と、前記物理量の所定サイクル回数における平均値を可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて算出する算出部と、該算出した物理量

10

20

の平均値を記憶する記憶部と、前記記憶された物理量の平均値と現在の物理量を可動部が動作する経過時間あるいは可動部の動作位置に対応させて順次比較し偏差を求める物理量偏差算出部とを有し、前記求めた偏差が閾値を超えた場合に異常を検出する射出成形機の異常検出装置であって、

可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた物理量の偏差の尖度、歪度、3次以上の高次モーメントから求めた分布指標値のうち少なくとも一つを分布指標値として算出する分布指標値算出部と、該算出した分布指標値が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する閾値算出部とを有することを特徴とする射出成形機の異常検出装置。

10

【請求項3】

前記可動部の動作中の経過時間あるいは前記可動部の動作中の位置に対応させて

【数4】

$$R(n, x) = \frac{|E(n, x)|}{n} + R(n-1, x) \cdot \frac{n-1}{n}$$

n: 閾値の演算開始からのサイクル数、

x: 経過時間あるいは可動部の位置、

R(n, x): 1～nサイクル目までの、xにおける偏差の絶対値の平均値、

E(n, x): nサイクル目における、xにおける偏差

20

を演算することにより物理量の偏差の絶対値の平均値を算出する算出部を有し、前記分布指標値算出部は、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて

【数5】

$$K(n, x) = \frac{E(n, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{1}{n} + K(n-1, x) \cdot \frac{R(n-1, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{n-1}{n}$$

K(n, x): 1～nサイクル目までの、xにおける分布指標値の近似値

m: モーメントの次数 ( $m \geq 3$ )

を演算することにより分布指標値を算出し、前記閾値算出部は、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて

30

【数6】

$$L(n, x) = \alpha \cdot K(n, x) + \beta$$

L(n, x): nサイクル目における、xにおける閾値

$\alpha$ 、 $\beta$ : 係数 ( $\alpha > 0$ )

を演算することにより閾値を算出することを特徴とする請求項1または2の何れか一つに記載の射出成形機の異常検出装置。

【請求項4】

前記可動部の動作中の経過時間あるいは前記可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた偏差のばらつきの指標を算出するばらつき指標算出部と、前記算出したばらつきの指標が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を補正する閾値補正部とを有することを特徴とする請求項1または2の何れか一つに記載の射出成形機の異常検出装置。

40

【請求項5】

前記ばらつき指標算出部は、前記偏差のばらつきの指標として、前記物理量の標準偏差、分散、偏差の絶対値の平均値、最大 - 最小値、の何れかを算出することを特徴とする請求項4に記載の射出成形機の異常検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は射出成形機に関し、特に、射出成形機の異常検出装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

射出成形機を用いて成形品を製造する射出成形サイクルにおける型開閉動作や成形品突き出し動作では、時間または可動部の位置に対応して可動部を駆動するモータの負荷について基準負荷を記憶しておき、さらに、記憶された基準負荷と実際のモータ負荷を時間または可動部の位置に対応させて順次比較して、その偏差が予め設定された閾値を超えたか否かで型開閉動作や突き出し動作の異常を検出し、射出成形機を停止させることで、機構部や金型の破損を防止している。

10

## 【0003】

例えば、特許文献1や特許文献2には、上述した破損防止のための異常検出技術であり、正常な型開閉動作や突き出し動作が行われた少なくとも過去1回分の負荷或いは複数回の負荷の移動平均値を算出することにより得られた負荷を、基準負荷として設定する技術が開示されている。また、特許文献3や特許文献4には、過去に検出されたモータ電流の平均値や分散から閾値を求める射出成形機の制御技術が開示されている。

## 【0004】

また、射出成形機の異常を検出する技術ではないが、特許文献5には、製造設備で製造された複数の製品における所定の品質の変動を表示する品質変動表示装置であって、品質データの度数分布が正規分布に近似しない場合において、正規分布に近似するように品質データの变换を行った上で、变换後の品質データに対する平均値及び各種統計量を算出し、算出した平均値及び各種統計量に対して逆变换を行うことで、品質データの平均値及び各種統計量を求める技術が開示されている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2001-30326号公報

【特許文献2】特開2001-38775号公報

【特許文献3】特開2004-330529号公報

【特許文献4】特開2005-280015号公報

【特許文献5】特開2006-228181号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、背景技術で説明した特許文献1～4に開示される技術には次のような問題があった。特許文献1や特許文献2に開示の技術では、異常検出のための閾値をオペレータが設定する必要があり、閾値を設定するための作業がオペレータの負担となる可能性があった。特許文献3や4に開示の技術では、過去に検出されたモータ電流の平均値や分散に基づいて監視幅を設定するものであるが、型閉の途中で金型のガイドピンとガイドブッシュが嵌合する場合や、金型の間接プレートと可動側プレートが接触する場合などにおいては、モータ電流のバラツキの分布が正規分布とは異なる分布となる場合がある。分布の形状によっては、過去に検出されたモータ電流の平均値や分散に基づいて算出した閾値が適正値よりも低く算出されてしまう場合があり、異常を誤検出してしまうという問題があった。

40

本発明は、上記課題を解決するために考案されたものであり、異常検出のための閾値を自動的に設定することでオペレータの負担を軽減することを目的とする。さらには、異常検出の判定に用いる物理量のバラツキの分布が正規分布と異なる場合であっても、適切な閾値に基づいた異常検出を行う異常検出装置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】

## 【0007】

50

本願の請求項 1 に係る発明は、サーボモータを駆動制御して可動部を駆動する駆動部と、前記サーボモータに加わる負荷、前記サーボモータの速度、電流、位置偏差のうちいずれか一つを物理量として検出する物理量検出部と、前記物理量を可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて基準物理量として記憶する記憶部と、前記記憶された基準物理量と現在の物理量を可動部が動作する経過時間あるいは可動部の動作位置に対応させて順次比較し偏差を求める物理量偏差算出部とを有し、前記求めた偏差が閾値を超えた場合に異常を検出する射出成形機の異常検出装置であって、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた物理量の偏差の尖度、歪度、3 次以上の高次モーメントから求めた分布指標値のうち少なくとも一つを分布指標値として算出する分布指標値算出部と、該算出した分布指標値が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する閾値算出部とを有することを特徴とする射出成形機の異常検出装置である。

10

**【0008】**

請求項 2 に係る発明は、サーボモータを駆動制御して可動部を駆動する駆動部と、前記サーボモータに加わる負荷、前記サーボモータの速度、電流、位置偏差のうちいずれか一つを物理量として検出する物理量検出部と、前記物理量の所定サイクル回数における平均値を可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて算出する算出部と、該算出した物理量の平均値を記憶する記憶部と、前記記憶された物理量の平均値と現在の物理量を可動部が動作する経過時間あるいは可動部の動作位置に対応させて順次比較し偏差を求める物理量偏差算出部とを有し、前記求めた偏差が閾値を超えた場合に異常を検出する射出成形機の異常検出装置であって、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた物理量の偏差の尖度、歪度、3 次以上の高次モーメントから求めた分布指標値のうち少なくとも一つを分布指標値として算出する分布指標値算出部と、該算出した分布指標値が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する閾値算出部とを有することを特徴とする射出成形機の異常検出装置である。

20

**【0009】**

請求項 3 に係る発明は、前記可動部の動作中の経過時間あるいは前記可動部の動作中の位置に対応させて後述する数 4 式を演算することにより物理量の偏差の絶対値の平均値を算出する算出部を有し、前記分布指標値算出部は、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて後述する数 5 式を演算することにより分布指標値を算出し、前記閾値算出部は、可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応させて後述する数 6 式を演算することにより閾値を算出することを特徴とする請求項 1 または 2 の何れか一つに記載の射出成形機の異常検出装置である。

30

請求項 4 に係る発明は、前記可動部の動作中の経過時間あるいは前記可動部の動作中の位置に対応させて、前記求めた偏差のばらつきの指標を算出するばらつき指標算出部と、前記算出したばらつきの指標が大きくなるにしたがって可動部の動作中の経過時間あるいは可動部の動作中の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を補正する閾値補正部とを有することを特徴とする請求項 1 または 2 の何れか一つに記載の射出成形機の異常検出装置である。

40

請求項 5 に係る発明は、前記ばらつき指標算出部は、前記偏差のばらつきの指標として、前記物理量の標準偏差、分散、偏差の絶対値の平均値、最大 - 最小値、の何れかを算出することを特徴とする請求項 4 に記載の射出成形機の異常検出装置である。

**【発明の効果】****【0010】**

本発明により、異常検出のための閾値を自動的に設定することでオペレータの負担を軽減することができる。さらには、異常検出の判定に用いる物理量のバラツキの分布が正規分布と異なる場合であっても、適切な閾値に基づいた異常検出を行う異常検出装置を提供できる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の射出成形機の異常検出装置の実施形態の要部ブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図3】本発明の第2の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図4】本発明の第3の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。

【図5】本発明の第4の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。

10

## 【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

## &lt;発明の概要&gt;

本発明は、時間または可動部の位置に対応させて可動部の現在の負荷とあらかじめ記憶した基準負荷との偏差を算出する負荷偏差算出部を有し、時間または可動部の位置に対応させて前記算出した負荷偏差と所定の閾値とを比較し、偏差が閾値を超えると異常を検出する射出成形機の異常検出装置において、時間または可動部の位置に対応させて前記算出した偏差の尖度、歪度、高次モーメントのうち少なくとも一つを分布指標値として算出し、該算出した分布指標値に基づいて、時間または可動部の位置に対応させて異常検出の閾値を算出する閾値算出部を有する射出成形機の異常検出装置である。なお、閾値を算出するにあたっては、前記算出した分布指標値が大きい場合には相対的に大きくなるような閾値を設定し、前記算出した分布指標値が小さい場合には相対的に小さくなるような閾値を設定する。

20

【0013】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

図1は、本発明の射出成形機の異常検出装置の実施形態の要部ブロック図である。機台15上に固定プラテン1、リアプラテン2、可動プラテン3、トグルリンク機構6などから構成される型締め部と、射出シリンダ20、射出スクリュ22、射出用サーボモータ25などから構成される射出部を備えて射出成形機の本体部が構成される。型締め部や射出部には後述するように可動プラテン3、エジェクタ装置13、射出スクリュ22などの可動部が備わっている。

30

【0014】

まず、型締め部について説明する。固定プラテン1とリアプラテン2は複数のタイバー4によって連結されている。固定プラテン1とリアプラテン2の間には可動プラテン3がタイバー4に沿って移動自在に配設されている。また、金型5の固定側金型5aが固定プラテン1に取り付けられ、可動側金型5bが可動プラテン3に取り付けられている。

【0015】

リアプラテン2と可動プラテン3間にはトグルリンク機構6が配設され、トグルリンク機構6のクロスヘッド6aに設けられたナットが、リアプラテン2に回転自在で軸方向移動不能に取り付けられたボールネジ7と螺合している。ボールネジ7に設けられたプーリ10と型締め用サーボモータ8の出力軸に設けられたプーリ11間にはベルト(タイミングベルト)9がかけられている。

40

【0016】

型締め用サーボモータ8の駆動により、プーリ11、ベルト9、プーリ10の動力伝達手段を介してボールネジ7を駆動し、トグルリンク機構6のクロスヘッド6aを前進、後進(図1において右方向、左方向)させてトグルリンク機構6を駆動し、可動プラテン3を固定プラテン1方向に前進、後退させて金型5a、5bの型閉じ・型締、型開きを行う。

【0017】

50

型締用サーボモータ 8 には型締用サーボモータ 8 の回転位置・速度を検出するパルスエンコーダなどの位置・速度検出器 1 2 が取り付けられている。この位置・速度検出器 1 2 からの位置フィードバック信号により、クロスヘッド 6 a の位置、可動プラテン 3 (可動側金型 5 b) の位置を検出するように構成されている。

【 0 0 1 8 】

符号 1 3 はエジェクタ装置であり、エジェクタ装置 1 3 は可動プラテン 3 に設けられた金型 (可動側金型 5 b) 内から成形品を突き出すための装置である。エジェクタ装置 1 3 は、エジェクタ用サーボモータ 1 3 a の回転力をプーリ、ベルト (タイミングベルト) からなる動力伝達手段 1 3 c、ボールネジ/ナット機構 1 3 d を介して、図示しないエジェクトピンに伝達し、該エジェクトピンを金型 (可動側金型 5 b) 内に突出させて成形品を金型 (可動側金型 5 b) から突き出すものである。なお、符号 1 3 b はエジェクタ用サーボモータ 1 3 a に取り付けられた位置・速度検出器であり、このエジェクタ用サーボモータ 1 3 a の回転位置・速度を検出することによって、エジェクトピンの位置、速度を検出するものである。

10

【 0 0 1 9 】

符号 1 4 は、リアプラテン 2 に設けられた型締力調整機構であり、型締力調整用モータ 1 4 a を駆動し、伝動機構を介してタイバー 4 に設けられたネジに螺合する図示しないナットを回転させ、タイバー 4 に対するリアプラテン 2 の位置を変える (つまり機台 1 5 上での固定プラテン 1 に対する位置を変える) ことによって型締力の調整を行うものである。上述した、型締装置、エジェクタ機構などは従来から射出成形機に備えられた公知のものである。

20

【 0 0 2 0 】

次に、射出部について説明する。射出シリンダ 2 0 内に樹脂材料を供給するために、ホッパ 2 7 が射出シリンダ 2 0 の上部に設けられている。射出シリンダ 2 0 の先端にはノズル部 2 1 が取り付けられ、射出シリンダ 2 0 内には射出スクリュ 2 2 が挿通されている。

【 0 0 2 1 】

射出部には、射出シリンダ 2 0 内の溶融樹脂の圧力を検出するロードセル等の図示しない圧力センサが設けられている。

【 0 0 2 2 】

射出スクリュ 2 2 は、スクリュ回転用サーボモータ 2 3 により、プーリ、タイミングベルト等で構成される伝動手段 2 4 を介して正、逆回転させられる。また、射出スクリュ 2 2 は、射出用サーボモータ 2 5 によって、プーリ、ベルト、ボールねじ/ナット機構などの回転運動を直線運動に変換する機構を含む伝動手段 2 6 を介して駆動され、射出シリンダ 2 0 内を射出シリンダ 2 0 の軸方向に移動する。スクリュ回転用サーボモータ 2 3 には図示を省略したパルスコードが取り付けられており、射出スクリュ 2 2 の回転位置や回転速度を検出する。また、射出用サーボモータ 2 5 には図示を省略したパルスコードが取り付けられており、射出スクリュ 2 2 の軸方向の位置や速度を検出する。

30

【 0 0 2 3 】

次に、射出成形機の制御装置について説明する。符号 3 0 は射出成形機を制御する制御装置である。制御装置 3 0 は、プロセッサ (CPU) 3 5, RAM 3 4 a, ROM 3 4 b 等からなるメモリ 3 4、バス 3 3、表示装置インタフェース 3 6 を備え、バス 3 3 でこれらの要素が接続されている。ROM 3 4 b には、可動プラテン 3 の動作を制御するソフトウェアやエジェクタ装置 1 3 を制御するための突き出し制御用のソフトウェアなど、射出成形機を全体として制御するソフトウェアが格納されている。また、本発明の実施形態では、メモリ 3 4 の ROM 3 4 b には、本発明に係る射出成形機の異常を検出するための各種ソフトウェアが格納されている。

40

【 0 0 2 4 】

表示装置インタフェース 3 6 には、液晶表示装置 3 7 が接続されている。また、サーボインタフェース 3 2 には、射出成形機の各可動部を駆動しサーボモータの位置、速度を制御するサーボアンプ 3 1 が接続される。そして、各可動部を駆動するサーボモータに取り

50

付けられた位置・速度検出器がサーボンプ31に接続されている。なお、表示装置インタフェース36には図示を省略した手動入力による入力手段が接続されている。

【0025】

射出成形機には複数の可動部を駆動するために複数のサーボモータが用いられているが、図1では、型締用サーボモータ8用とエジクタ用サーボモータ13a用のサーボンプ31のみを示している。そして、サーボンプ31はそれぞれのサーボモータ8、13aの位置・速度検出器12, 13bと接続され、位置・速度検出信号がそれぞれのサーボンプ31にフィードバックされる。なお、スクリュ回転用サーボモータ23及び射出用サーボモータ25のサーボンプ、並びに、それぞれのサーボモータ23, 25に取り付けられている位置・速度検出器は図示を省略している。

10

【0026】

プロセッサ(CPU)35は、予めメモリ34のROM34bに格納されているプログラムを成形条件などに基づいて実行し、射出成形機の各可動部への移動指令を、サーボインタフェース32を介してサーボンプ31に出力する。各サーボンプ31は、この移動指令、それぞれの位置・速度検出器(12, 13b)からの位置、速度フィードバック信号に基づいて位置、速度のフィードバック制御、さらには、図示しない電流検出器からの電流フィードバック信号に基づいて電流フィードバック制御を行い、各サーボモータ(8, 13a)を駆動制御する。なお、各サーボンプ31は、従来技術と同様に、プロセッサとメモリ等で構成されており、この位置、速度のフィードバック制御等の処理をソフトウェアの処理によって実行するものである。

20

【0027】

以下、本発明に係る閾値の算出方法を説明する。

(尖度について)

尖度は標本値が平均の周りに集中している度合いを示す尺度であり、一般的に数1式のように計算される。例えばどちらも分散が1で、前者は尖度が3、後者は尖度が10である2つの分布を考えると、前者は正規分布に近い分布となるが、後者の分布は前者に比べて鋭いピークと長い裾を持った分布となる。よって、負荷偏差の分布に対して異常検出の閾値を設定する場合において、分布の尖度が大きい場合には、誤検出を避けるために閾値を大きくする必要がある。

【0028】

【数1】

$$\text{尖度} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{X_i - u}{\sigma} \right)^4$$

$\sigma$ : 標準偏差

$u$ : 平均値

30

【0029】

(歪度について)

歪度は分布の非対称性を示す尺度であり、一般的に数2式のように計算される。例えばどちらも分散が1で、前者は歪度が0、後者は歪度が10である2つの分布を考えると、前者は左右対称の分布となるが、後者の分布は左右非対称で、分布の右側の裾が長い分布となる。よって、負荷偏差の分布に対して異常検出の閾値を設定する場合において、分布の歪度が大きい場合には、誤検出を避けるために閾値を大きくする必要がある。

40

【0030】

## 【数 2】

$$\text{歪度} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{X_i - u}{\sigma} \right)^3$$

$\sigma$ : 標準偏差

$u$ : 平均値

## 【0031】

(高次モーメントから求められる分布指標値について)

一般的に、標本の分布の平均値まわりの  $m$  次中央モーメントは、数 3 式のように表される。上述した歪度は 3 次中央モーメントから求められる分布指標値であり、尖度は 4 次中央モーメントから求められる分布指標値である。ここで、歪度や尖度に応じて閾値を設定する場合と同様に、 $m$  次中央モーメント ( $m \geq 3$ ) から求められる分布指標値に応じて閾値を設定するようにしてもよい。例えば、 $m$  次中央モーメントを標準偏差の  $m$  乗で除した値を分布指標値として、前記分布指標値が大きい場合には、誤検出を避けるために閾値を大きくするようにしてもよい。または、 $m$  次中央モーメントそのものを分布指標値として、前記分布指標値が大きい場合には、誤検出を避けるために閾値を大きくするようにしてもよい。

10

## 【0032】

## 【数 3】

$$\mu_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - u)^m$$

$\mu_m$ : 平均値まわりの  $m$  次中央モーメント

20

## 【0033】

なお、本発明における尖度、歪度、および  $m$  次中央モーメントは、それぞれ数 1 式 ~ 数 3 式によって求めるようにしてもよいし、数 1 式 ~ 数 3 式の近似値を求める計算式によって求めるようにしてもよい。例えば、数 1 式によって尖度を求める代わりに、後述する数 4 式 ~ 数 5 式によって尖度の近似計算値を求めるようにしてもよい。または、尖度、歪度、および  $m$  次中央モーメントをそれぞれ求めるための周知の計算式によって求めるように

30

## 【0034】

(尖度、歪度、高次モーメントに基づいて閾値を算出する場合)

1. 可動部の現在の負荷とあらかじめ記憶した基準負荷とを、時間または可動部の位置に対応させて比較し、時間または可動部の位置に対応した負荷の偏差を算出・記憶する。
2. 複数サイクルにおいて上記 1 を繰り返し実行する。
3. 記憶した複数サイクルの負荷の偏差に基づいて、前記負荷偏差の尖度、歪度、高次モーメントのうち少なくとも一つを分布指標値として、時間または可動部の位置に対応させて算出する。
4. 分布指標値が大きくなるにしたがって、時間または可動部の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する。
5. 閾値と負荷偏差とを、時間または可動部の位置に対応させて比較し、偏差が閾値を超えた場合は可動部の異常を検出する。
6. 以降、サイクル運転を継続しながら 3 ~ 5 の処理を繰り返し、サイクル毎に時間または可動部の位置に対応した閾値を算出することで、最適な閾値による異常検出を行うことができる。

40

## 【0035】

(尖度、歪度、高次モーメントの近似計算値に基づいて閾値を算出する場合)

上記のように定義通りの尖度、歪度、高次モーメントに基づいて閾値を算出する場合は、複数サイクルにおける負荷の偏差を全て記憶しておく必要があるため、多量の記憶容量

50



を必要とする。そこで、記憶容量を節約するために、尖度、歪度、高次モーメントの近似計算値に基づいて閾値を算出するようにしてもよい。

1. 可動部の現在の負荷とあらかじめ記憶した基準負荷とを、時間または可動部の位置に対応させて比較し、時間または可動部の位置に対応した負荷の偏差を算出する。

2. 前記算出した偏差の絶対値を算出する。

3. 時間または可動部の位置に対応させて数4式を計算することにより、時間または可動部の位置に対応した偏差の絶対値の平均値を算出・記憶する。

【0036】

【数4】

$$R(n, x) = \frac{|E(n, x)|}{n} + R(n-1, x) \cdot \frac{n-1}{n}$$

10

n: 閾値の演算開始からのサイクル数、

x: 経過時間あるいは可動部の位置、

R(n, x): 1～nサイクル目までの、xにおける偏差の絶対値の平均値、

E(n, x): nサイクル目における、xにおける偏差

【0037】

4. 時間または可動部の位置に対応させて数5式を計算することにより、時間または可動部の位置に対応した分布指標値を算出・記憶する。

【0038】

【数5】

$$K(n, x) = \frac{E(n, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{1}{n} + K(n-1, x) \cdot \frac{R(n-1, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{n-1}{n}$$

20

K(n, x): 1～nサイクル目までの、xにおける分布指標値の近似値

m: モーメントの次数 ( $m \geq 3$ )

【0039】

5. 分布指標値が大きくなるにしたがって、時間または可動部の位置に対応した閾値が大きくなるように該閾値を算出する。

30

【0040】

6. 前記算出した閾値と前記算出した偏差の絶対値とを、時間または可動部の位置に対応させて比較し、偏差の絶対値が閾値を超えた場合は可動部の異常を検出する。

7. 以降、サイクル運転を継続しながら1～6の処理を繰り返し、サイクル毎に時間または可動部の位置に対応した閾値を算出することで、最適な閾値による異常検出を行うことができる。

【0041】

(分布指標値に基づいた閾値の算出について)

上述した中で、分布指標値に基づいて時間または可動部の位置に対応した閾値を算出するにあたっては、数6式を計算することによって閾値を計算するようにしてもよい。

40

【0042】

【数6】

$$L(n, x) = \alpha \cdot K(n, x) + \beta$$

L(n, x): nサイクル目における、xにおける閾値

$\alpha$ 、 $\beta$ : 係数 ( $\alpha > 0$ )

【0043】

(係数、について)

数6式における係数、の設定値を調整することによって、異常検出の検出感度を調整することができる。係数、に小さな値を設定すると、異常検出の検出感度が敏感に

50

なるが、異常の誤検出の発生確率が大きくなる。一方で係数、に大きな値を設定すると、異常検出の検出感度が鈍感になるが、異常の誤検出の発生確率が小さくなる。例えば、オペレータは、成形品に応じた異常検出の検出感度や、生産状況に応じた誤検出の許容確率などから判断して、係数、の値を調整するようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

( 基準負荷の代わりに負荷の平均値を用いる場合 )

上述した例では、可動部の現在の負荷とあらかじめ記憶した基準負荷とを、時間または可動部の位置に対応させて比較し、時間または可動部の位置に対応した負荷の偏差を算出する場合について記載したが、基準負荷の代わりに閾値の算出を開始してから現在サイクルまでの負荷の平均値を用いるようにしてもよい。例えば、サイクル毎に、数7式に基づいて、時間または可動部の位置に対応した負荷の平均値を算出するようにしてもよい。

10

【 0 0 4 5 】

【 数 7 】

$$Dmean(n, x) = D(n, x) / n + Dmean(n-1, x) \cdot (n-1) / n$$

n: 閾値の演算開始からのサイクル数、

x: 経過時間あるいは可動部の位置、

Dmean(n, x): 1～nサイクル目までの、xにおける負荷の平均値、

D(n, x): nサイクル目における、xにおける負荷

【 0 0 4 6 】

20

( 負荷の検出手段 )

可動部の負荷を検出する手段としては、サーボ回路の中に周知の外乱負荷オブザーバを構成して負荷を検出するようにしてもよいし、または可動部に歪みゲージなどの検出手段を用意して検出するようにしてもよい。または、負荷を検出するための物理量としてサーボモータの駆動電流、速度、位置偏差を用いるようにしてもよい。例えば、サーボモータの駆動電流に基づいて負荷を検出するようにしてもよい。または、可動部の進行方向と逆方向に負荷が加わった場合はサーボモータの速度が低下し、可動部の進行方向と同じ動向に負荷が加わった場合はサーボモータの速度が上昇することに基づいて、負荷を検出するようにしてもよい。または、可動部の進行方向と逆方向に負荷が加わった場合はサーボモータの位置偏差が増大し、可動部の進行方向と同じ動向に負荷が加わった場合はサーボモータの位置偏差が減少することに基づいて、負荷を検出するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 7 】

( 異常検出を行う可動部の種類 )

異常検出を行う可動部は、上述した可動プラテン3、エジェクタ装置13、射出スクリュー22の他に、金型の入れ子を駆動する駆動装置や、金型のネジ抜き部を駆動する駆動装置などでもよい。

【 0 0 4 8 】

次に、図2，図3，図4に示される上述した演算式を用いて閾値の設定を行う処理のフローチャートを説明する。

【 0 0 4 9 】

40

本発明の第1の実施形態として、現在の物理量と基準物理量との偏差を算出し、前記偏差の分布指標値に閾値を算出し、異常検出を行う場合について説明する。図2は本発明の第1の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。以下、各ステップに従って説明する。

[ ステップ S A 0 1 ] 可動部の動作を開始する。

[ ステップ S A 0 2 ] サイクルカウンタ n を更新する。なお、nの初期値は1である。

[ ステップ S A 0 3 ] 現在の時間または可動部の位置を検出する。

[ ステップ S A 0 4 ] 現在の物理量を検出する。

[ ステップ S A 0 5 ] 基準物理量が記憶済みか否か判断し、記憶済みの場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S A 0 7 へ移行し、記憶済みではない場合 ( N O の場合 ) にはステッ

50

プ S A 0 6 へ移行する。

[ステップ S A 0 6] 現在の物理量を可動部の動作中の経過時間または可動部の位置に対応させて基準物理量として記憶し、ステップ S A 1 2 へ移行する。

[ステップ S A 0 7] 現在の物理量と基準物理量の偏差を算出し記憶する。

[ステップ S A 0 8] 1 ~ n サイクルまでの物理量の偏差から分布指標値を算出する。

[ステップ S A 0 9] 分布指標値から閾値を算出する。

[ステップ S A 1 0] 偏差が閾値より大きいか否か判断し、大きい場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S A 1 1 へ移行し、大きくない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S A 1 2 へ移行する。

[ステップ S A 1 1] アラーム処理を実行し、サイクルを終了する。 10

[ステップ S A 1 2] 可動部の動作完了か否か判断し、動作完了の場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S A 1 3 へ移行し、動作完了ではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S A 0 3 へ戻り、処理を継続する。

[ステップ S A 1 3] サイクル終了か否か判断し、サイクル終了の場合 ( Y E S の場合 ) にはサイクルを終了し、サイクル終了ではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S A 0 1 に戻り処理を継続する。

#### 【 0 0 5 0 】

本発明の第 2 の実施形態として、現在の物理量と物理量の平均値との偏差を算出し、前記偏差の分布指標値に基づいて閾値を算出し、異常検出を行う場合について説明する。図 3 は本発明の第 2 の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。以下、各ステップに従って説明する。 20

[ステップ S B 0 1] 可動部の動作を開始する。

[ステップ S B 0 2] 現在の時間または可動部の位置を検出する。

[ステップ S B 0 3] 現在の物理量を検出する。

[ステップ S B 0 4] 物理量の平均値が記憶済みか否か判断し、記憶済みの場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S B 0 6 へ移行し、記憶済みではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S B 0 5 へ移行する。

[ステップ S B 0 5] 数 7 式の演算式により物理量の平均値を演算し、記憶し、ステップ S B 1 3 へ移行する。

[ステップ S B 0 6] 現在の物理量と物理量の平均値との偏差を算出する。 30

[ステップ S B 0 7] 偏差の絶対値を算出する。

[ステップ S B 0 8] 数 4 式の演算式により偏差の絶対値の平均値を算出し、記憶する。

[ステップ S B 0 9] 数 5 式により分布指標値の近似値を算出する。

[ステップ S B 1 0] 数 6 式により閾値を算出する。

[ステップ S B 1 1] 偏差が閾値より大きいか否か判断し、大きい場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S B 1 2 へ移行し、大きくない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S B 1 3 へ移行する。

[ステップ S B 1 2] アラーム処理を実行し、サイクルを終了する。

[ステップ S B 1 3] 可動部の動作完了か否か判断し、動作完了の場合 ( Y E S の場合 ) にはステップ S B 1 4 へ移行し、動作完了ではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S B 0 2 へ戻り、処理を継続する。 40

[ステップ S B 1 4] サイクル終了か否か判断し、サイクル終了の場合 ( Y E S の場合 ) にはサイクルを終了し、サイクル終了ではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S B 0 1 に戻り処理を継続する。

#### 【 0 0 5 1 】

本発明の第 3 の実施形態として、現在の物理量と基準物理量との偏差を算出し、前記偏差の分布指標値の近似値に基づいて閾値を算出し、異常検出を行う場合について説明する。図 4 は本発明の第 3 の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。以下、各ステップに従って説明する。 50

- [ステップSC01] 可動部の動作を開始する。
- [ステップSC02] 現在の時間または可動部の位置を検出する。
- [ステップSC03] 現在の物理量を検出する。
- [ステップSC04] 基準物理量が記憶済みか否か判断し、記憶済みの場合 (YESの場合) にはステップSC06へ移行し、記憶済みではない場合 (NOの場合) にはステップSC05へ移行する。
- [ステップSC05] 現在の物理量を可動部の動作中の経過時間または可動部の位置に対応させて基準物理量として記憶し、ステップSC13へ移行する。
- [ステップSC06] 現在の物理量と基準物理量の偏差を算出する。
- [ステップSC07] 偏差の絶対値を算出する。 10
- [ステップSC08] 数4式により偏差の絶対値の平均値を算出し、記憶する。
- [ステップSC09] 数5式により分布指標値の近似値を算出する。
- [ステップSC10] 数6式により閾値を算出する。
- [ステップSC11] 偏差が閾値より大きいか否か判断し、大きい場合 (YESの場合) にはステップSC12へ移行し、大きくない場合 (NOの場合) にはステップSC13へ移行する。
- [ステップSC12] アラーム処理を実行し、サイクルを終了する。
- [ステップSC13] 可動部の動作完了か否か判断し、動作完了の場合 (YESの場合) にはステップSC14へ移行し、動作完了ではない場合 (NOの場合) にはステップSC02へ戻り、処理を継続する。 20
- [ステップSC14] サイクル終了か否か判断し、サイクル終了の場合 (YESの場合) にはサイクルを終了し、サイクル終了ではない場合 (NOの場合) にはステップSC01に戻り処理を継続する。

#### 【0052】

本発明の第4の実施形態として、現在の物理量と基準物理量との偏差を算出し、前記偏差の分布指標値に基づいて閾値を算出し、前記偏差のばらつき指標値に基づいて閾値を補正し、異常検出を行う場合について説明する。図5は本発明の第4の実施形態の処理のアルゴリズムを説明するフローチャートである。以下、各ステップに従って説明する。

- [ステップSD01] 可動部の動作を開始する。
- [ステップSD02] サイクルカウンタnを更新する。なお、nの初期値は1である。 30
- [ステップSD03] 現在の時間または可動部の位置を検出する。
- [ステップSD04] 現在の物理量を検出する。
- [ステップSD05] 基準物理量が記憶済みか否か判断し、記憶済みの場合 (YESの場合) にはステップSD07へ移行し、記憶済みではない場合 (NOの場合) にはステップSD06へ移行する。
- [ステップSD06] 現在の物理量を可動部の動作中の経過時間または可動部の位置に対応させて基準物理量として記憶し、ステップSD14へ移行する。
- [ステップSD07] 現在の物理量と基準物理量の偏差を算出し記憶する。
- [ステップSD08] 1～nサイクルまでの物理量の偏差から分布指標値を算出する。
- [ステップSD09] 分布指標値から閾値を算出する。 40
- [ステップSD10] 1～nサイクルまでの物理量の偏差からばらつき指標値を算出する。偏差のばらつきの指標として、前記物理量の標準偏差、分散、偏差の絶対値の平均値、最大 - 最小値、の何れかを算出する。
- [ステップSD11] ばらつき指標値から閾値を補正する。
- [ステップSD12] 偏差が閾値より大きいか否か判断し、大きい場合 (YESの場合) にはステップSD13へ移行し、大きくない場合 (NOの場合) にはステップSD14へ移行する。
- [ステップSD13] アラーム処理を実行し、サイクルを終了する。
- [ステップSD14] 可動部の動作完了か否か判断し、動作完了の場合 (YESの場合) にはステップSD15へ移行し、動作完了ではない場合 (NOの場合) にはステップS 50

D 0 3 へ戻り、処理を継続する。

[ステップ S D 1 5] サイクル終了か否か判断し、サイクル終了の場合 ( Y E S の場合 ) にはサイクルを終了し、サイクル終了ではない場合 ( N O の場合 ) にはステップ S D 0 1 に戻り処理を継続する。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

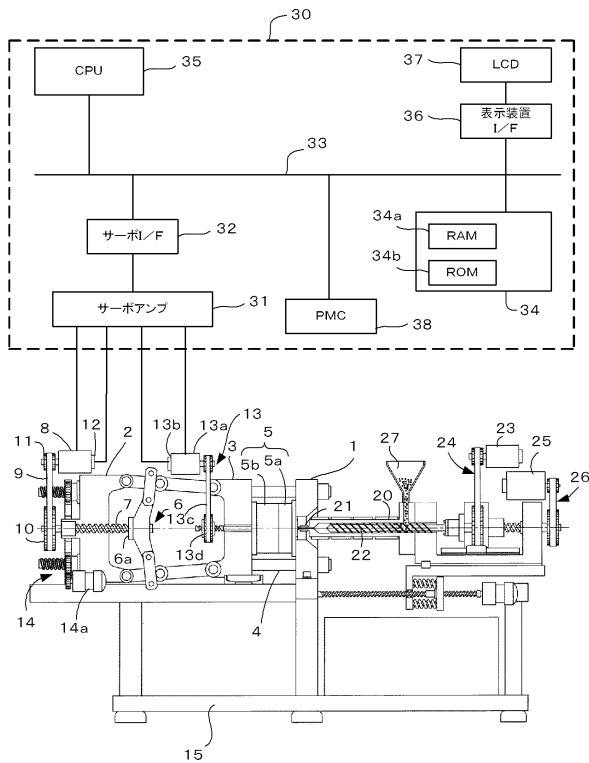
1	固定プラテン	
2	リアプラテン	
3	可動プラテン	
4	タイバー	10
5	金型	
5 a	固定側金型	
5 b	可動側金型	
6	トグルリンク機構	
7	ボールネジ	
8	型締用サーボモータ	
9	ベルト	
1 0	プーリ	
1 1	プーリ	
1 2	位置・速度検出器	20
1 3	エジェクタ装置	
1 3 a	エジェクタ用サーボモータ	
1 3 b	位置・速度検出器	
1 3 c	動力伝達手段	
1 3 d	ボールネジ/ナット機構	
1 4	型締力調整機構	
1 4 a	型締力調整用モータ	
1 5	機台	
2 0	射出シリンダ	30
2 1	ノズル部	
2 2	射出スクリュ	
2 3	スクリュ回転用サーボモータ	
2 4	伝動手段	
2 5	射出用サーボモータ	
2 6	伝動手段	
2 7	ホッパ	
3 0	制御装置	
3 1	サーボアンプ	40
3 2	サーボインタフェース	
3 3	バス	
3 4	メモリ	
3 4 a	R A M	
3 4 b	R O M	
3 5	プロセッサ ( C P U )	
3 6	表示装置インタフェース	
3 7	L C D ( 液晶表示装置 )	
3 8	P M C ( プログラマブル・マシン・コントローラ )	
【要約】		50

【課題】異常検出の判定に用いる物理量のバラツキの分布が正規分布と異なる場合であっても、異常検出のための閾値を自動的に設定し、最適な閾値に基づいた異常検出を行う異常検出装置を提供すること。

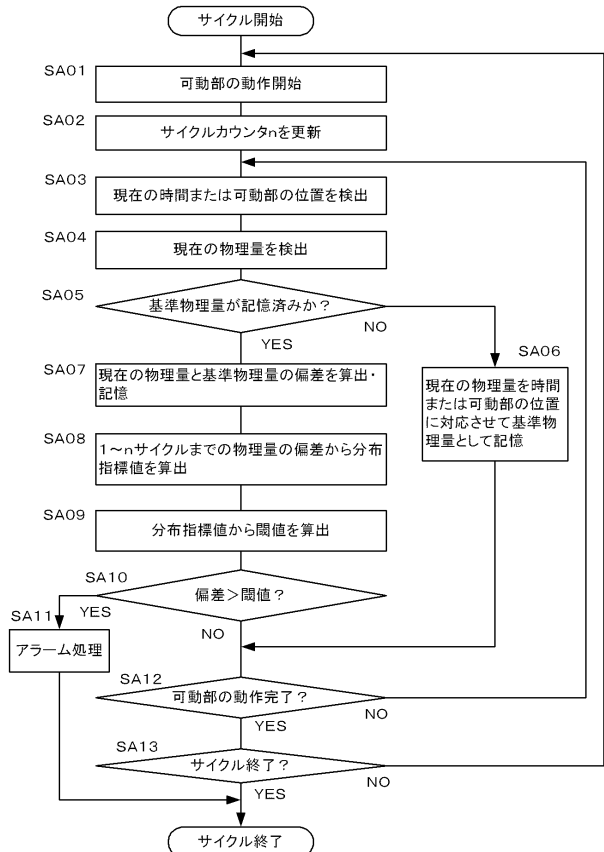
【解決手段】可動部の動作を開始し、現在の時間または可動部の位置を検出し、現在の物理量を検出し、基準物理量が記憶済みではない場合には、時間または可動部の位置に対応させて基準物理量を記憶し、記憶済みの場合には現在の物理量と基準物理量の偏差を算出し記憶し、サイクルカウンタnを更新し、1～nサイクルまでの物理量の偏差から分布指標値を算出し、分布指標値から閾値を算出し、偏差が閾値より大きい場合にはアラーム処理を実行し、大きくない場合であって可動部の動作完了ではない場合にはステップSA02へ戻り、可動部の動作完了であってサイクル終了ではない場合にはステップSA01に戻り処理を継続する。

【選択図】図2

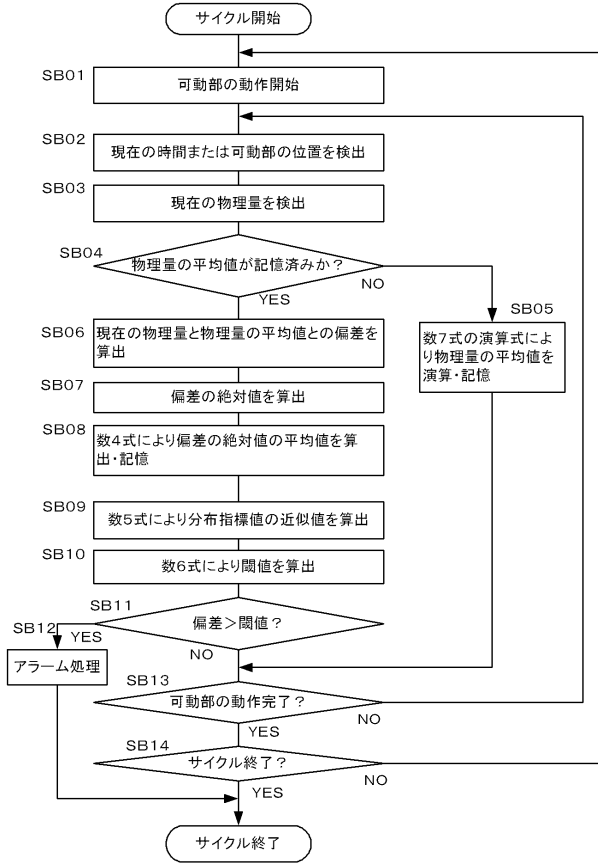
【図1】



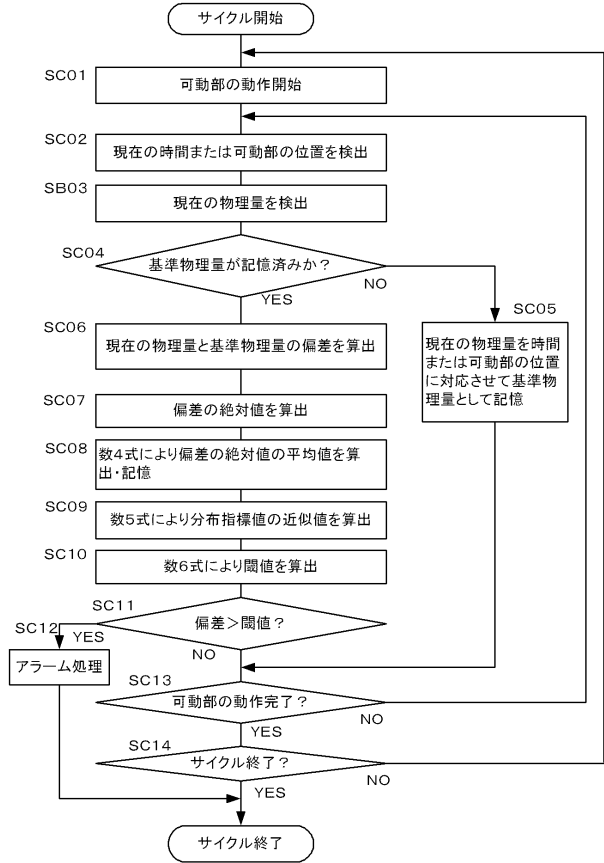
【図2】



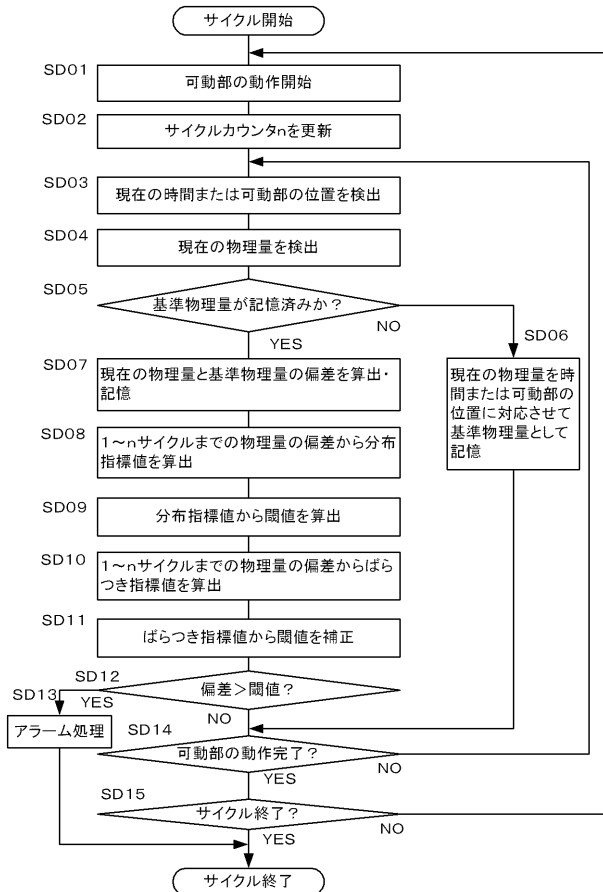
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 280015 (JP, A)  
特開2004 - 330529 (JP, A)  
特開2004 - 330527 (JP, A)  
特開平2 - 106315 (JP, A)  
特開平2 - 8025 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 45/00 - 45/84