

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5022729号  
(P5022729)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 6 Q 5 0 / 0 4 (2012.01) G 0 6 F 1 7 / 6 0 1 0 6

請求項の数 4 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2007-37199 (P2007-37199)	(73) 特許権者	504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(22) 出願日	平成19年2月16日(2007.2.16)	(73) 特許権者	803000045 株式会社キャンパスクリエイト 東京都世田谷区奥沢1丁目48番14号
(65) 公開番号	特開2008-204016 (P2008-204016A)	(74) 代理人	100117514 弁理士 佐々木 敦朗
(43) 公開日	平成20年9月4日(2008.9.4)	(72) 発明者	松井 正之 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
審査請求日	平成21年10月28日(2009.10.28)	(72) 発明者	櫻井 宏純 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流動数管理システム、方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流動数管理ロジック処理手段と、パラメータ自動設計手段とから構成される流動数管理システムであって、

前記流動管理ロジック処理手段は、

管理対象における流入量データ及び流出量データと、前記流入量データの決定に利用される見込需要情報としての確定注文データ(先行データ)とを時間に対応するデータとして取得し、次期  $t+1$  の確定注文量  $X_{t+1}$  と  $t$  期の確定注文量  $X_t$  と  $t$  期までの流出量  $X_t - X_1$  に基づく誤差  $E_{t-1}$ 、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数  $\alpha$  とから、次期流出量の予測値  $F_{t+1}$  を

$$F_{t+1} = X_{t+1} + (\alpha(X_t - X_1) + (1 - \alpha)E_{t-1}) \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1)$$

により算出する予測値算出手段と、

前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数  $C$  を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを、前記移動基準在庫量を管理図内にプロットし、そのプロットした点が管理限界線で定められた範囲内にあるか否かによりシボリックに判定する移動基準在庫量管理手段と、

前記予測値  $F_{t+1}$ 、今期及び前期の流出量データに対して、これらの各値に時期に対応さ

せた重みづけ平均の重み係数 を乗じ、それらの累積から、次期までの累積流入量と今期までの累積流入量との差である新流入量を求め、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる新流入量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを、縦軸に累積流量、及び横軸に時間をとった流動数図表内において、前記累積流入量が、前記累積流入量の上限を示す上限管理限界線を超えるか否かにより判定する投入量管理手段とを備え、前記パラメータ自動設計手段は、

前記流動管理ロジック処理手段による演算処理に先立って、前記係数、及びの複数のセットを乱数により自動的に発生させ、該複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定する係数生成手段と、

前記係数生成手段によって選定されるセット内の前記係数、及びを変動させつつ、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理を複数世代にわたり実行し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出し、世代間の適応度を比較し、最良のセットを記憶保持し、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、前記セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる演算制御手段とを備えることを特徴とする流動数管理システム。

#### 【請求項2】

前記演算制御手段は、

所定条件の下で前記係数のセットを選定するフィルタリング機能と、  
変動させる前記係数、及び前記管理限界線を切り換える機能とを有することを特徴とする請求項1に記載の流動数管理システム。

#### 【請求項3】

管理対象における流動数を管理するためにコンピュータを、流動数管理ロジック処理手段と、パラメータ自動設計手段として機能させる流動数管理プログラムであって、

前記流動管理ロジック処理手段は、

管理対象における流入量データ及び流出量データと、前記流入量データの決定に利用される見込需要情報としての確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期 $t+1$ の確定注文量 $X_{t+1}$ と $t$ 期の確定注文量 $X_t$ と $t$ 期までの流出量 $X_t-X_1$ に基づく誤差 $E_{t-1}$ 、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数 $\alpha$ とから、次期流出量の予測値 $F_{t+1}$ を

$$F_{t+1} = X_{t+1} + (\alpha(X_t - X_1) + (1 - \alpha)E_{t-1}) \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1)$$

により算出する予測値算出手段と、

前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数 を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを、前記移動基準在庫量を管理図内にプロットし、そのプロットした点が管理限界線で定められた範囲内にあるか否かによりシンボリックに判定する移動基準在庫量管理手段と、

前記予測値 $F_{t+1}$ 、今期及び前期の流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数 を乗じ、それらの累積から、次期までの累積流入量と今期までの累積流入量との差である新流入量を求め、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる新流入量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを、縦軸に累積流量、及び横軸に時間をとった流動数図表内において、前記累積流入量が、前記累積流入量の上限を示す上限管理限界線を超えるか否かにより判定する投入量管理手段とを備え、前記パラメータ自動設計手段は、

前記流動管理ロジック処理手段による演算処理に先立って、前記係数、及びの複数のセットを乱数により自動的に発生させ、該複数のセットの中から、所定条件の下、任

10

20

30

40

50

意のセットを選定する係数生成手段と、

前記係数生成手段によって選定されるセット内の前記係数、及び を変動させつつ、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理を複数世代にわたり実行し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出し、世代間の適応度を比較し、最良のセットを記憶保持し、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、前記セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる演算制御手段とを備える

ことを特徴とする前記コンピュータが読み取り可能な流動数管理プログラム。

【請求項 4】

流動数管理ロジック処理において予測値算出手段が、管理対象における流入量データ及び流出量データと、前記流入量データの決定に利用される見込需要情報としての確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期  $t+1$  の確定注文流量  $X_{t+1}$  と  $t$  期の確定注文流量  $X_t$  と  $t$  期までの流出量  $X_t - X_1$  に基づく誤差  $E_{t-1}$ 、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数  $\alpha$  とから、次期流出量の予測値  $F_{t+1}$  を

$$F_{t+1} = X_{t+1} + (\alpha(X_t - X_1) + (1 - \alpha)E_{t-1}) \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1)$$

により算出するステップと、

流動数管理ロジック処理において移動基準在庫量算出手段が、前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数  $C$  を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出するステップと、

流動数管理ロジック処理において移動基準在庫量管理手段が、算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを、前記移動基準在庫量を管理図内にプロットし、そのプロットした点が管理限界線で定められた範囲内にあるか否かによりシンボリックに判定するステップと、

流動数管理ロジック処理において投入量算定手段が、前記予測値  $F_{t+1}$ 、今期及び前期の流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数  $W$  を乗じ、それらの累積から、次期までの累積流入量と今期までの累積流入量との差である新流入量を求め、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる新流入量を次期の投入量として算定するステップと、

流動数管理ロジック処理において投入量管理手段が、算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを、縦軸に累積流量、及び横軸に時間をとった流動数図表内において、前記累積流入量が、前記累積流入量の上限を示す上限管理限界線を超えるか否かにより判定するステップと、

流動管理ロジック処理における演算処理に先立って、係数生成手段によって、前記係数、及び の複数のセットを乱数により自動的に発生させ、該複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定するステップと、

演算制御手段が、前記係数生成手段によって選定されるセット内の前記係数、及び を変動させつつ、前記流動管理ロジック処理による演算処理を複数世代にわたり実行し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出し、世代間の適応度を比較し、最良のセットを記憶保持し、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、前記セットの選定及び適応度の算出を繰り返させるステップと

をコンピュータに実行させることを特徴とする流動数管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばオンデマンド SCM（サプライチェーンマネジメント）環境下における在庫の適正水準を決定し管理するための流動数管理システム、方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

近年、商品のライクサイクルは、社会の高度情報化に伴い短くなる傾向にあるうえ、商品の需要変動も大きくなってきている。流通業界において、このような状況で在庫をたくさん持つことは、資金の固定化、売上げの低下、損金の増加など財務上大変な欠陥を招くこととなる。

## 【 0 0 0 3 】

製造業には、資材を調達し、モノを作り、顧客へ納入する一連の連鎖業務があり、これをサプライチェーンという。顧客が要求するとき（オンデマンド）に製品を届けるためには、このサプライチェーンがうまく機能しなければならない。そのために現在、SCMが脚光を浴び、多くの企業で改革が取り組まれている。

10

## 【 0 0 0 4 】

このサプライチェーンの下流に位置している卸売りは、小売業への商品の供給を生業としている。消費者に接している小売店の情報は、卸売業に対し、ある程度バイアスされて届く。卸売業のメリットは、多くの立場と意欲と売上げの異なる小売店からの情報を得られることにある。すなわち、多数の小売店からの情報を総合することによって、消費者動向を推測し、将来の需要を予測する。

## 【 0 0 0 5 】

ところが、従来の需要予測という行為は正確に言えば、過去の需要構造を説明しているに過ぎず、需要構造が変化しないことを前提としているため、その保障には一定の限界がある。

20

## 【 0 0 0 6 】

したがって、過去の一定の需要構造を前提とした需要予測に頼らず、欠品を起こさずに必要最小限の在庫を持つためには、正確な売れ筋情報を得て、在庫の適正量をリアルタイムに求め、そうなるように瞬時に対応し、調整する技術が必要とされている。本発明者等も、このようなICTタグ時代の、この古くて新しい問題に対し、オンデマンド環境を実現する技術として、効率的なアプローチを提案している（特許文献1及び非特許文献1参照）。

## 【特許文献1】特開2006-344186号公報

【非特許文献1】松井正之，内山広樹，藤川裕晃，”オンデマンドSCMにおける在庫変動の流動数図法による管理法”，日本経営工学会論文誌，Vol.56，No.2，pp.139-145（2005）

30

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記流動数図法を用いた技術（特許文献1及び非特許文献1）においては、パラメータの調整が必要であるが、従来は、この調整を人間系に頼っていたため、需要構造の変動に対する対応力がないものであった。すなわち、需要構造の変動に対応すべく、種々のパラメータを探索して決定する必要があるが、その探索範囲が広いうえに、マニュアル操作であることから、累積在庫や品切れ回数に関する最適な解を得るのにはかなりの時間と経験が必要であり、フレキシブルに対応できていないのが実情である。

40

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上記のような問題を解決するものであり、サプライチェーンマネジメントにおいて、需要構造の変動に対応するためのパラメータ調整を自動化し、操作者の熟練を要することなくパラメータ探索時間を短縮するとともにパラメータ精度を向上させ、人的労力を削減しつつ、オンデマンド環境におけるリアルタイム性の向上を実現できる流動数管理システム、方法、及びプログラム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 9 】

上記課題を解決するために、本発明に係る流動数管理システムは、流動数管理ロジック処理手段と、パラメータ自動設計手段とから構成される流動数管理システムであって、前

50

記流動管理ロジック処理手段は、管理対象における流入量データ及び流出量データと、前記流入量データの決定に利用される見込需要情報としての確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期 $t+1$ の確定注文量 $X_{t+1}$ と $t$ 期の確定注文量 $X_t$ と $t$ 期までの流出量 $X_t-X_1$ に基づく誤差 $E_{t-1}$ 、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数  $\alpha$  とから、次期流出量の予測値 $F_{t+1}$ を $F_{t+1}=X_{t+1}+(1-\alpha)(X_t-X_1)+\alpha E_{t-1}$ （ただし、 $0 < \alpha < 1$ ）により算出する予測値算出手段と、前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数  $c$  を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する移動基準在庫量算出手段と、算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを、前記移動基準在庫量を管理図（例えば累積和管理図）内にプロットし、そのプロットした点が管理限界線で定められた範囲内にあるか否かによりシンボリック（例えばVマスク法で）に判定する移動基準在庫量管理手段と、前記予測値 $F_{t+1}$ 、今期及び前期の流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数  $w$  を乗じ、それらの累積から、次期までの累積流入量と今期までの累積流入量との差である新流入量を求め、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる新流入量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを、縦軸に累積流量、及び横軸に時間をとった流動数図表内において、前記累積流入量が、前記累積流入量の上限を示す上限管理限界線を超えるか否かにより判定する投入量管理手段とを備え、前記パラメータ自動設計手段は、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理に先立って、前記係数  $\alpha$ 、 $c$ 、及び  $w$  の複数のセットを乱数により自動的に発生させ、該複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定する係数生成手段と、前記係数生成手段によって選定されるセット内の前記係数  $\alpha$ 、 $c$ 、及び  $w$  を変動させつつ、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理を複数世代にわたり実行し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出し、世代間の適応度を比較し、最良のセットを記憶保持し、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、前記セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる演算制御手段とを備えること特徴とする。

【0010】

また、本発明に係る流動数管理プログラムは、管理対象における流動数を管理するためにコンピュータを、流動数管理ロジック処理手段と、パラメータ自動設計手段として機能させる流動数管理プログラムであって、前記流動管理ロジック処理手段は、管理対象における流入量データ及び流出量データと、前記流入量データの決定に利用される見込需要情報としての確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期 $t+1$ の確定注文量 $X_{t+1}$ と $t$ 期の確定注文量 $X_t$ と $t$ 期までの流出量 $X_t-X_1$ に基づく誤差 $E_{t-1}$ 、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数  $\alpha$  とから、次期流出量の予測値 $F_{t+1}$ を $F_{t+1}=X_{t+1}+(1-\alpha)(X_t-X_1)+\alpha E_{t-1}$ （ただし、 $0 < \alpha < 1$ ）により算出する予測値算出手段と、前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数  $c$  を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する移動基準在庫量算出手段と、算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを、前記移動基準在庫量を管理図（例えば累積和管理図）内にプロットし、そのプロットした点が管理限界線で定められた範囲内にあるか否かによりシンボリックに（例えば、Vマスク法で）判定する移動基準在庫量管理手段と、前記予測値 $F_{t+1}$ 、今期及び前期の流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数  $w$  を乗じ、それらの累積から、次期までの累積流入量と今期までの累積流入量との差である新流入量を求め、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる新流入量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを、縦軸に累積流量、及び横軸に時間をとった流動数図表内において、前記累積流入量が、前記累積流入量の上限を示す上限管理限界線を超えるか否かにより判定する投入量管理手段とを備え、前記パラメータ自動設計手段は、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理に先立って、前記係数  $\alpha$ 、 $c$ 、及び  $w$

10

20

30

40

50

の複数のセットを乱数により自動的に発生させ、該複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定する係数生成手段と、前記係数生成手段によって選定されるセット内の前記係数、及び を変動させつつ、前記流動管理ロジック処理手段による演算処理を複数世代にわたり実行し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出し、世代間の適応度を比較し、最良のセットを記憶保持し、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、前記セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる演算制御手段とを備えるさせることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、サプライチェーンマネジメントにおいて、需要構造の変動に対応するためのパラメータ調整を自動化し、操作者の熟練を要することなくパラメータ探索時間を短縮するとともにパラメータ精度を向上させ、人的労力を削減しつつ、オンデマンド環境におけるリアルタイム性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

流動数管理はもともと生産工程を対象に考えられており（文献1参照）、静的である。サプライチェーンの各段階においても流入出関係があり、同様な流動数問題が発生する。

【0013】

SCMにおける流動数管理問題は、流動数管理式（文献1参照）において以下のように書き直すことができる。サプライチェーンの各段階が基準在庫量を保有し、式(1)で表される当期投入量にしたがって供給（流入）し、各段階の在庫を管理する方法である。

【0014】

$$\text{当期投入量} = \text{当期流出量} + \text{基準在庫量} - \text{前期在庫量} \quad (1)$$

本実施形態における流動数管理システムでは、さらに先見適応制御の考えを導入して、基準在庫量を可変化し、式(1)を以下のように次期投入量に発展させて考える。

【0015】

$$\text{次期投入量} = \text{次期流出量} + \text{移動基準在庫量} - \text{当期在庫量} \quad (2)$$

そのとき、流動数管理問題は、移動基準在庫を移動インディケータとしていかに管理して次期投入量を求め、流動数（在庫）を最小化することである。そのための基本ロジックは、移動基準在庫量を当期在庫量に近づけて、次期流出量が次期投入量となることである。このために、移動基準在庫量と次期投入量の策定に「新聞売り子問題」（文献4、文献5参照）を適用し、管理図法の管理限界線で継続的にチェックしてアクション（投入量の決定）をとる。

【0016】

本実施形態では、流動数図表（文献2、文献3参照）上で、新聞売り子問題により設定された移動基準在庫量（インディケータ）を、管理図法の管理限界線（累積和管理図（文献6参照）のVマスク法、流動数図法の管理限界線）で継続的にチェックして、アクション（投入量の決定）を行う。

【0017】

以下、図1～図18を参照しながら、本発明の実施形態について詳しく説明する。なお、各図面を通じて同一もしくは同等の部位や構成要素には、同一もしくは同等の参照符号を付し、その説明を省略もしくは簡略化する。

【0018】

（流動数管理システムの全体構成）

図1は本実施形態による流動数管理システムの機能構成例を示しており、図2は図1に示した流動数管理システムのハードウェア構成例を示している。また、図3は流動数管理システムによる流動数管理方法の処理手順例（基本ロジック例）を示している。

【0019】

図1に示すように、流動数管理システムは、流動数管理ロジック処理手段10と、パラ

10

20

30

40

50

メータ自動設計手段とから概略構成されている。流動数管理ロジック処理手段10は、流動数図表生成手段11、予測値算出手段12、移動基準在庫量算出手段13、移動基準在庫量管理手段14、投入量算定手段15、投入量管理手段16、投入量改善手段17、投入量決定手段18、利益化手段19などの機能を備えている。パラメータ自動設計手段は、演算制御手段20と、係数変動手段25と、係数生成手段26とを備えている。

#### 【0020】

予測値算出手段12は、管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数とから次期流出量の予測値を算出する。移動基準在庫量算出手段13は、流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する。

10

#### 【0021】

移動基準在庫量管理手段14は、移動基準在庫量算出手段13により算出された移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図（例えば累積和管理図）によりシンボリックに（例えばVマスク法で）判定する。投入量算定手段15は、予測値及び前記流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数を乗じ、それらの累積から、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する。

20

#### 【0022】

投入量管理手段16は、算定された投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する。投入量改善手段17は、移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された投入量の累積が管理限界線以下になるように改善する。

#### 【0023】

上記パラメータ自動設計手段の係数生成手段26は、上記流動数管理ロジック処理部10の各手段による演算処理に先立って、係数、及びの複数のセットを乱数により自動的に発生させ、上記流動数管理ロジック処理手段10に入力するモジュールであり、複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定するフィルタリングの機能も備えている。この係数生成手段26によるフィルタリングは、後述する「理論A」を用いる。

30

#### 【0024】

上記演算制御手段20は、係数生成手段26によって選定されるセット内の係数、及びを変動させつつ、流動数管理ロジック処理手段10による演算処理を複数世代にわたリループ実行させるモジュールである。具体的に、この演算制御手段20は、係数変動手段25によって係数、及びを変更し、流動数管理ロジック処理手段26を呼び出し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出させ、比較手段23によって世代間の適応度を比較し、比較結果に基づいて、記憶保持手段24に最良のセットを記憶保持してゆく。そして、演算制御20は、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる。

40

#### 【0025】

係数変動手段25は、本実施形態では、図20及び図21に示す、遺伝的アルゴリズムによって、セット内の係数、及びを変動させる。具体的には、初期配置（ここでは、係数生成手段26による係数のセットの生成）、及び目的関数の計算（ここでは、流動数管理ロジック処理手段10による適応度の算出）を行い（図20におけるS301及びS302）、これらについてルーレット選択（S303）、及び交叉・突然変異処理（S304）を施し、その処理結果が終了判定（S305）を満たすまで、上記ステップS302～S304をループ処理により繰り返す。

50

## 【 0 0 2 6 】

ここで、ルーレット選択とは、乱数により発生された係数のセットの中から、任意のセットを選択する際に、流動数管理ロジックで求められた適応度の分布に応じて、選択される確率を調整する処理であり、本実施形態では、図 2 1 ( a ) に示すように、適応度の良いものが高い確率で選択され得るように、適応度の高さに応じて、ルーレットの面積（選択される確率）を高める重みづけを施して、ランダム選択を行う。

## 【 0 0 2 7 】

また、交叉とは、2つのデータの値を、その相対関係から変動させる処理であり、同図 ( b ) に示すように、例えば、値  $a_1$  と  $a_2$  とがあった場合、これらが互いに相手方向のベクトルに従って  $a_1$  及び  $a_2$  へ移動するように、座標変換を行う。このベクトルの大きさもランダムに設定することができ、その大きさにより、 $a_1$  と  $a_2$  とが近づく場合、入れ替わる場合、離れる場合とが生じ得る。

## 【 0 0 2 8 】

突然変異とは、染色体上にある遺伝子を一定の確立で他の遺伝子に置き換える操作を意味するが、具体的には、同図 ( c ) に示すようなデータ列のうち、ランダムに選択したデータ要素を、ある確率をもって変化させる。

## 【 0 0 2 9 】

また、流動数管理システムは、図 2 に示すように、例えば P C 等のコンピュータシステムにより実現され、入力部 3 1、制御部 3 2、表示部 3 3、外部インタフェース部 3 4、記憶部 3 5 などを備えている。入力部 3 1 は例えばキーボードやポインティングデバイス、ディスクドライブ等の入力手段であり、流入・流出データ 2 1 や確定注文データ 2 2 などをデータ入力や、アプリケーションプログラム 4 1 の実行指示等に用いられる。表示部 3 3 はディスプレイやプリンタ等の表示手段であり、アプリケーションプログラム 4 1 の実行結果や中間処理結果等の表示に用いられる。外部インタフェース部 3 4 は他の装置やシステムと接続するためのインタフェースを提供する。記憶部 3 5 には、各種アプリケーションプログラム 4 1 やアプリケーションデータ 4 2 などが記憶される。なお、図 1 に例示する各機能をコンピュータシステムに実現させるためのプログラム、或いは図 3 に例示する各処理をコンピュータシステムに実行させるためのプログラムを、アプリケーションプログラム 4 1 として記憶部 3 5 に記憶させ、制御部 3 2 に実行させることができる。

## 【 0 0 3 0 】

( 流動数管理ロジック処理 )

先ず、上述した流動数管理ロジック処理手段 1 0 による処理について説明する。流動数管理ロジック処理手段 1 0 は、図 3 に示す処理を実行するにあたって、先ずロジック内で用いる数値 ( 項数  $r$ 、係数  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、期間数  $n$ 、カウンタ  $i$  など ) の初期設定処理を実行する ( ステップ S101 ) 。

## 【 0 0 3 1 】

[ 流動数図表生成 ]

図 4 に示すように、例えば管理対象とする倉庫の  $t$  期における流入量、流出量、在庫量をそれぞれ、( 工場から ) 製品 A が倉庫に流入した量 (  $I_t$  )、製品 A が倉庫から ( 市場に ) 流出した量 (  $O_t$  )、製品 A が倉庫に保管されている量 (  $L_t$  ) とする。確定注文量 (  $X_t$  ) は製品 A の需要情報である。

## 【 0 0 3 2 】

流動数図表は、図 5 に例示するように、縦軸に累積流量、横軸に時間をとった平面に流入累積線と流出累積線とを描いたグラフである。2つの累積線で囲まれた領域を縦に見ると流れの対象 ( 製品 A ) が管理対象 ( 倉庫 ) 内にその時点で滞留している量つまり流動数 ( 在庫量 ) が読み取れ、横に見ると対象が管理対象内に留まっている時間 ( リードタイム ) が読み取れる。

## 【 0 0 3 3 】

流動数図表生成手段 1 1 は、流入・流出データ 2 1 及び確定注文データ 2 2 を入力し ( ステップ S102 )、流れの対象 ( 製品 A ) の流動数図表データを生成する ( ステップ S103 )

10

20

30

40

50



。流動数図表生成手段 1 1 により生成される流動数図表データの例を図 6 に示す。流入量、流出量、確定注文量の各データは20余週分であり、確定注文は見込需要情報（予測）である。図 6 に示す例では、2つの大きなズレがあり、問題が発生している。

【 0 0 3 4 】

簡単のために、流れの対象（製品A）の流出（状態）は制御できないものとして、流入量を制御することによって流動数/所有日数（管理項目）を最小化することを考える。流入量の決定には確定注文量が利用できるが、短サイクルの製品では実際の実需要量（流入量）と大きなズレが発生する。

【 0 0 3 5 】

[ 予測値の算出 ]

予測値算出手段 1 2 は、流動数図表生成手段 1 1 により生成された流動数図表データを用いて、確定注文データ 2 2 の値を、より実需要量に沿った予測値となるように確定注文量を加工する（ステップS104）。

【 0 0 3 6 】

リードタイム 1 週（以降、 $LT_1$  週）のときの  $t$  期における予測値  $F_{t+1}$  は、式(3)により算出できる。なお、 $LT_1$  週とは、製品Aを発注してから倉庫に届くまでの時間を表す。

【 0 0 3 7 】

$$F_{t+1} = X_{t+1} + (O_t - X_t) + (1 - \alpha) E_{t-1} \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1) \quad (3)$$

ただし、 $E_t$  は  $t$  期の誤差であり、式(4)により求められる。

【 0 0 3 8 】

$$E_t = (O_t - X_t) + (1 - \alpha)(O_{t-1} - X_{t-1}) + (1 - \alpha)^2(O_{t-2} - X_{t-2}) + \dots + (1 - \alpha)^{t-1}(O_1 - X_1) \quad (4)$$

一方、リードタイムが  $n$  週のとときの予測値  $F_{t+n}$  は、式(5)により算出できる。

【 0 0 3 9 】

$$F_{t+n} = X_{t+n} + (O_t - X_t) + (1 - \alpha) E_{t-1} \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1) \quad (5)$$

なお、ここでの各  $\alpha$  は、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量の連続性を平滑化する係数であり、後述する係数生成手段により自動的に発生される。

【 0 0 4 0 】

また、図 7 に例示するような誤差面積により、各  $\alpha$  の値における予測値の評価を行う。誤差面積とは累積予測値と累積流出量との間の面積を指す。

【 0 0 4 1 】

予測値算出手段 1 2 により算出された予測値は、流動数図表データとともに移動基準在庫量算出手段 1 3 及び投入量算定手段 1 5 に送られる。

【 0 0 4 2 】

[ 移動基準在庫量の算出 ]

オンデマンドに需要適応するために、移動基準在庫量算出手段 1 3 は、インディケータとして基準在庫量  $N$  を図 8 のように  $N_t$  と可変し、新聞売り子問題を適用して求める（ステップS105）。

【 0 0 4 3 】

新聞売り子問題は「新聞スタンドで毎日売る新聞を何部仕入れるのが最適か」という問題である。売れ残りの新聞が多いと損失を招き、仕入れが少なすぎると儲け損なう。毎日の売れ行きも確率的に変動するから、売れ残り損失と品切れ損失とを合わせた機会損失を最小にして利益を最大にするという形で最適な仕入れ数を求める。

【 0 0 4 4 】

新聞売り子問題を本在庫管理に応用するにあたって、ペナルティー費用を導入する。総ペナルティー費用  $C(N_t)$  は、 $t$  期の在庫量を  $L_t$ 、 $t$  期の基準在庫量を  $N_t$  として次式(6)で与えられる。

【 0 0 4 5 】

$$C(N_t) = \alpha_1 N_t + \alpha_2 (N_t - L_t)^+ + \alpha_3 (L_t - N_t)^+ \quad (6)$$

ただし、 $\alpha_1 \sim \alpha_3$  は、各期における在庫量の状態に対するペナルティーを算定するコス

10

20

30

40

50

ト係数であり、各在庫状態の特性に応じて定められ、本実施形態では、後述する係数生成手段により自動的に発生される。具体的に、 $\beta_1$ は基準在庫量 $N_t$ へのコスト係数（適正在庫）、 $\beta_2$ は基準在庫量 $N_t$ を下回ったときにかかるコスト係数（過少在庫）、 $\beta_3$ は基準在庫量 $N_t$ を上回ったときにかかるコスト係数（過剰在庫）である。

【0046】

また、前記 $(N_t - L_t)$ は基準在庫量 $N_t$ を下回った量、 $(L_t - N_t)$ は基準在庫量 $N_t$ を上回った量である。また、右肩の+は式内の負の値をゼロとすることを表し、例えば、 $(a)^+ = \max(a, 0)$ である。

【0047】

最適な基準在庫値 $N_t^*$ を求めるためには、式(6)の期待値が最小となればよいので、係数 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ を任意に決めることで、 $f(L_t)$ を決定することができる。ここで、 $f(L_t)$ とは流動数の頻度の累積であると考え、基準在庫値 $N_t^*$ が最小となるときに $f(L_t)$ は、 $(\beta_3 - \beta_1) / (\beta_2 + \beta_3)$ に等しくなるように決定される。

【0048】

ここで、いくつかの週で区切って、過去のデータのみを参照して各週毎の移動基準在庫値を求める方法を考える。

【0049】

図9は、係数 $\beta_1=5$ 、 $\beta_2=250$ 、 $\beta_3=200$ とし、移動平均の期間数を3週( $r=3$ )として過去のデータのみにより移動基準在庫量を求めた結果を例示している。もちろん、予測在庫データも利用可能である。

【0050】

実際に $f(L_t)$ を用い、累積在庫量から移動基準在庫量を算出する方法を以下に示す。在庫量に新聞売り子問題を適用した場合は、図10に例示する在庫量の累積から基準在庫量を決定する。この場合、次式(7)により基準在庫量が決定される。

【0051】

$$f(L_t) = (\beta_3 - \beta_1) / (\beta_2 + \beta_3) \quad (7)$$

仮に、 $\beta_3$ 基準在庫量を上回ったときにかかるペナルティ(費用)を大きくすると、在庫量が基準在庫量を上回らないように基準在庫量を大きくしようとする。 $\beta_1$ を大きくすれば、右辺の値は大きくなる。 $\beta_3$ が大きくなれば基準在庫量も大きくならなければいけないので、右辺は分布の下からとり、式(7)となる。

【0052】

ところで上記式(7)の新聞売り子問題では、従来からペナルティ係数の効果的な決め方が問題となっていた。一方、一般的に商品の需要パターンというのは期間(例えば、季節毎)に応じて変動するものである。そこでこの期間変動に追従してペナルティ係数から基準在庫量 $N$ を決定することで在庫量を自動的に管理する方法(ロジック)を提案する。

【数1】

まず式7の左辺を $F(N_t)$ とし、右辺を $\beta_t$ とする。

そして両辺に需要率(関数、以下同じ。)  $\lambda_t$ を乗算すると式7-aが得られる。

$$\lambda_t * F(N_t) = \lambda_t * \beta_t \quad (7-a)$$

ここで今期の需要率を $\lambda_t$ 、次期の需要率を $\lambda_{t+1}$ 、今期のペナルティ係数を $\beta_t$ 、次期のペナルティ係数を $\beta_{t+1}$ として、式7-bに示す関係が成り立つとする。

$$\lambda_t * F(N_t) = \lambda_{t+1} * \beta_{t+1} \quad (7-b)$$

この式7-bを $\beta_{t+1}$ について解くと、式7-cが得られる。

$$\beta_{t+1} = \beta_t * (\lambda_t / \lambda_{t+1}) \quad (7-c)$$

式7-aより $\beta_{t+1} = F(N_{t+1})$ であることから、ペナルティ係数 $\beta_t$ から $\beta_{t+1}$ が逐次求まると、次期の基準在庫量を逐次設定することができる。これによりパラメータ $\beta$ の逐次適応から在庫量を自動的に管理することが可能になる。

本実施の形態においては、新聞売り子問題を本在庫管理に応用するにあたり、ペナルティ費用を導入した式(6)を用いたが、評価式はこれに限られるものではない。すなわち

10

20

30

40

50

、次に示す代替式を適用しても本実施の形態を実施することができる。

【 0 0 5 3 】

つまり、リトルの公式と流動数分析から、在庫量 ( L ) の数量の世界と所要時間 ( W ) の時間世界には互に対応関係が成り立つことから、本管理方法 ( ロジック ) を W で展開することが可能である。そこで式 (6) を下記式 (6-1) に置き換えて、本実施の形態を実施することができる。

【 0 0 5 4 】

$$C(T_t) = {}_1T_t + {}_2(T_t - W_t) + {}_3(W_t - T_t) \quad (6-1)$$

これは、特に生産のように遅れを生じるプロセスを持つ場合には有効と考えられる。

【 0 0 5 5 】

[ 移動基準在庫量管理 ]

在庫の変動をリアルタイムで管理する方法として、品質管理の分野で用いられている累積和管理図のための V マスク法が有効である。シフト的な変化を検知する能力に長けた累積和管理図を管理状態の有無を確かめるために用いる。打点した点が V マスクと呼ばれる線の範囲内であれば、その工程は管理状態であり、V マスクの範囲外であれば、この工程は管理状態にないという。管理状態 (つまり、今の需要変動は予定の範囲内) にないと判断すると、それに対して何らかのアクションをとる必要がある。需要変動は、瞬間的に大きな値を示すこともあるが、基本的には傾向変動となって現れる。それは平均以上の上昇が続く場合もあるし、また、平均を下回る減少が連続的に発生する場合もある。それを認知するためにも品質管理で使われている累積和管理図が有効である。これは傾向線から V

【 0 0 5 6 】

移動基準在庫量管理手段 1 4 は、移動基準在庫量算出手段 1 3 により設定された移動基準在庫量  $N_t$  を、累積和管理図の V マスク法でチェックする。移動基準在庫量管理手段 1 3 は、V 字型の管理限界線 ( V カット ) を累積和管理図内に設け ( ステップ S106 )、この V カットにより形成される V マスクからのブレが有意なものか否かを判定する。

【 0 0 5 7 】

移動基準在庫量管理手段 1 4 は、累積和管理図内にプロットした過去のすべての点が V マスク内に入っていれば管理内、入っていなければ管理外と判定する ( ステップ S107 )。

【 0 0 5 8 】

ステップ S107 の判定の結果、管理内と判定された場合は、ステップ S111 の処理に進む。逆に、管理外と判定された場合は、今回の処理が K 回目 ( ただし K は適宜変更可能な所定の閾値 ) の処理であれば、係数  ${}_1$ 、 ${}_2$ 、 ${}_3$  の値を変更して、ステップ S104 に戻る。

【 0 0 5 9 】

需要適応のために、係数  ${}_1$ 、 ${}_2$ 、 ${}_3$  を、次週の予測値、現在の在庫値、これまでの流出量 ( 過去の流出量 ) の変動を加味しながら変化させたインディケータを求めた。実際値とインディケータの管理状態の有無を、図 1 1 ( 実際値の 3 期目のマスク )、図 1 2 ( インディケータの 1 3 期目のマスク ) に例示する。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 及び図 1 2 に例示したように、インディケータは前半部分では改善効果がみられるものの、後半部分において基準との大きなズレがみられる。この後半部分のズレを解消するために、以降に示すように管理限界線を用いた改善を行う ( 詳細は後述 )。

【 0 0 6 1 】

[ 投入量の算定 ]

投入量算定手段 1 5 は、流動数図表データと予測値算出手段 1 2 により算出された予測値を基に投入量を算定する ( ステップ S111 )。

【 0 0 6 2 】

ここで、t 期における予測値  $F_{t+1}$  を用いて、先に在庫量に適用した新聞売り子問題を流出量にも適用し、投入量という新たな次期のインディケータを決定する。先ず、係数  ${}_1=5$ 、 ${}_2=200$ 、 ${}_3=200$  とし、t 期に t 期までの累積流出数、(t+1) 期に (t+1) 期までの累積

10

20

30

40

50

流出数を入れて、(t+2)期に予測値算出手段 1 2 により算出される予測値を入れる。そこで求めた移動平均を(t+2)期までの平均累積流入量とする。

【 0 0 6 3 】

次に、(t+1)期に(t+1)期までの累積流出数、(t+2)期に(t+2)期までの累積流出数を入れて、(t+3)期に予測値算出手段 1 2 により算出される予測値を入れる。そこで求めた移動平均を(t+3)期の平均累積流入量とし、(t+2)期の平均累積流入量を引いたものを(t+3)期の新流入量(投入量)とする。

【 0 0 6 4 】

すなわち、本実施形態では、投入量算定手段 1 5 における投入量の算定に際し、予測値及び流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数を乗じ、この累積から、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する。

10

【 0 0 6 5 】

具体的には、次期までの累積流出数を求める関数F(t)について、

$$\text{次期}F(t)=\text{予測値} \times \alpha_1 + \text{今期流出数} \times \alpha_2 + \text{前期流出数} \times \alpha_3 \quad (7-1)$$

の関係を用い、予測値を用いた累積量が過去の重みづけ平均から大きく外れないように平滑化を図っている。なお、ここでの各  $\alpha$  も、後述する係数生成手段により自動的に発生される。

【 0 0 6 6 】

このようにして求めた投入量の算定結果を図 1 3 に例示する。ただし、「 $\sim 1$  期」及び「 $\sim 2$  期」には、流出データの無い期間が含まれているため、予測値を適用し、それをそのまま新流入量とした。

20

【 0 0 6 7 】

また、投入量に関して新聞売り子問題を適用する場合、新流入量と図 1 4 から、算定投入量を決める場合は次式(8)による。

【 0 0 6 8 】

$$f(L_t) = 1 - (\alpha_3 - \alpha_1) / (\alpha_2 + \alpha_3) \quad (8)$$

仮に、 $\alpha_3$  (基準在庫量を上回ったときにかけるペナルティー) を大きくすると、在庫量が基準在庫量を上回らないように在庫量を小さく、つまり求める新流入量を小さくしようとする。 $\alpha_3$  を大きくすれば、右辺の値は大きくなる。 $\alpha_3$  が大きくなれば新流入量は小さくならなければならないので、右辺は分布の上からとり、式(8)となる。

30

【 0 0 6 9 】

[ 投入量管理と改善 ]

次期投入量を管理するため、投入量管理手段 1 6 は、流動数図表に新たに上方管理限界線を設定する(ステップS112)。上方管理限界線は累積流入量の上限を示すものであり、流入量の上限を設け過剰流入を防ぐ役割がある。

【 0 0 7 0 】

本実施例において、リードタイム 1 週の次期の上方限界線 = 今期の累積流出量 + 基準在庫量 + 次期の予測値として設定した例を、図 1 5 に示す。

【 0 0 7 1 】

投入量改善手段 1 7 は、図 1 6 ( a ) に例示するように次期の累積流入量が上方管理限界線を超えるとき、図 1 6 ( b ) に例示するように次期の累積流入量を上方管理限界線以下に制限し、それを新累積流入量とする。もし、次期の累積流入量が上方管理限界線を越えていなければ、その流入量を採用する。

40

【 0 0 7 2 】

投入量決定手段 1 8 は、移動基準在庫量管理 1 4 による判定の結果、基準在庫値が管理限界内にあるとき、且つ、投入量管理手段 1 6 による判定の結果、次期の累積流入量が管理限界内にあるときは、投入量算定手段 1 5 により算定された投入量を次期投入量として決定する。移動基準在庫量管理 1 3 による判定の結果、基準在庫値が管理限界外にあるとき、投入量管理手段 1 6 による判定の結果、次期の累積流入量が管理限界外にあるとき

50

の両方又はいずれか一方を満たすときは、投入量改善手段 17 により改善された値を次期投入量として決定する（ステップS113～S114）。

【0073】

図 17 は、投入量算定手段 15 によって新聞売り子問題により求めた投入量（投入量 1）を、投入量改善手段 17 によって管理限界内に改善された改善量（投入量 2）の改善効果を示している。図 6 と比較して、改善効果が大きいことがわかる。

【0074】

また、本実施形態においては、インディケータに関し、係数  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$  を、次週の予測値、現在の在庫値、これまでの流出量の変動を加味しながら変化させて求めた。そのインディケータを用いたときの在庫量の変動比較を図 18 に示す。

10

【0075】

[利益化]

利益化手段 19 は、投入量の改善効果を利益面から検証する（ステップS115）。

【0076】

$t$  期における割合 [在庫が占有している容量 / 倉庫全体の容量] を稼働率  $\alpha_t$ 、割合 [空き容量 / 倉庫全体の容量] を遊休率  $1 - \alpha_t$  とすると、そのときの費用  $EC_t$  は、次式(9)により算出される（文献 7、文献 8 参照）。

【0077】

$$EC_t = \alpha_1 \cdot L_t + \alpha_3 + (\alpha_2 - \alpha_3) \cdot t \quad (9)$$

ただし、 $\alpha_1$  は在庫保管費用係数（円 / 個）、 $\alpha_2$  は稼働費用係数（円）、 $\alpha_3$  は遊休費用係数（円）である。

20

【0078】

また、 $t$  期の利得  $ER_t$ （円）は、製品を 1 個流通させたときの利得を  $P$ （円）、 $t$  期の需給スピードを  $d_t$  とすると、次式(10)により算出できる。

【0079】

$$ER_t = P / d_t \quad (10)$$

このとき、 $t$  期の利益  $EN_t$ （円）は、次式(11)により算出できる。

【0080】

$$EN_t = P / d_t - (\alpha_1 \cdot L_t + \alpha_3 + (\alpha_2 - \alpha_3) \cdot t) \quad (11)$$

式(11)より、利益  $EN_t$  は、稼働率  $\alpha_t$  の関数である。利益  $EN_t$  を最大化する  $\alpha_t^*$  が存在すると、最適在庫が得られ、ペア戦略図法が展開できる。また、そのリアルタイムな監視が可能となる。

30

【0081】

図 3 のフローチャートに戻って、以上のようにしてステップS104～S115の処理が完了すると、期間数  $n$  とカウンタ  $i$  とを比較し、 $i > n$  の場合、すなわちすべての期間の処理が完了していれば、処理結果を表示部 33 に出力して（ステップS118）、処理を終了する。逆に、 $i \leq n$  の場合、すなわち未処理の期間が残っていれば、カウンタ  $i$  に 1 を加算して（ステップS117）、ステップS104へ戻り、次の期間の処理に移る。

【0082】

以上説明したように、移動基準在庫量と次期投入量の策定に新聞売り子問題を適用し、移動基準在庫量、次期投入量をそれぞれ、累積和管理図の V マスク法、流動数図表の上方管理限界線により継続的にチェックし、アクション（投入量の決定）をとるようにしている。したがって、在庫の適正水準をきめ細かく設定することができ、また、在庫保管費用や倉庫業務費用等を最小化することができる。

40

【0083】

なお、式(7-a)に示した需要率  $\lambda$  を用いたロジック（式(7-c)）の場合は、さらに、在庫品の品切れ回数と総在庫量を削減する効果を得ることができる。

【0084】

（パラメータ自動設計処理）

次いで、上述した流動数管理ロジックにおけるパラメータ自動設計処理について説明す

50

る。このパラメータ自動設計処理では、流動数管理ロジック処理で用いられるパラメータ（係数、及び）を自動的に発生させ、それを用いた流動数管理ロジック処理の結果に応じて、係数、及びを変化させて処理を繰り返し、より最適なパラメータを選出する。図19は、パラメータ自動設計処理の手順を示すフローチャート図である。

【0085】

流動数管理ロジック処理手段10による演算処理に先立って、係数生成手段26によって、前記係数、及びの複数のセットを乱数により自動的に発生させる（S201）。ここでは、各係数につき、それぞれ10個体生成する。この係数の生成に際し、本実施形態では、理論Aに基づくフィルタリングを行い、理論Aに適合した係数が所定数生成されるまで、ループ処理を繰り返す（S202における“N”）。

10

【0086】

ここで、理論Aとは、図19のステップS202に示すように、各係数について、「 $0.1 < < 1.0$ 」、「 $0.01 < < 1.00$ 」、「 $1 + 2 + 3 = 1$ 、及び  $1 > 0.33$ 」という範囲を与える関数である。

【0087】

次いで、流動数管理ロジック処理手段10による累積在庫、品切れ及び適応度の計算を行い（S203）、適応度の算出結果に基づいて、セットの中から任意のセットを選定する。本実施形態では、このセットの選定に際し、係数変動手段25において、上述した遺伝的アルゴリズムを用いてセット内の係数を変動させつつ、演算処理を複数世代にわたり実行する。

20

【0088】

すなわち、流動数管理ロジックにより求められた適応度に基づき、上記10個体の中から2個体をルーレット選択する（S204）。このルーレット選択により選択された2個体（ペア）毎に取り出してゆき（S205）、各ペアに関する乱数 $x$ が交叉確率を超えているか（交叉処理により十分な効果が得られる程度に2個体の値が相違するか）を判断し（S206）、超えていれば（ステップS206における“Y”）各係数の交叉処理（S207）に進み、超えていなければ（ステップS206における“N”）、交叉確率の条件を満たす2個体を選択されるまで、ステップS205を繰り返す。

【0089】

ステップS205において交叉確率を超えた2個体を選択された後、各係数（パラメータ）を交叉させ（S207）、交叉された係数が上記理論Aを満たすか否かを、係数生成手段26のフィルタリング機能呼び出して判断する（S208）。理論Aを満たさない場合には（ステップS208における“N”）、ステップS207の交叉処理を再度行う。

30

【0090】

このステップS205～S208の処理を、交叉終了条件が満たされた5ペアが選択されるまで、繰り返し（S209及びS210）、条件を満たす5ペアが選択された後（S210における“Y”）、一定の突然変異確率（突然変異が発生し得る確率）に基づき各パラメータを突然変異処理を行う（S211）。この突然変異された係数についても、記理論Aを満たすか否かを係数生成手段26によって判断する（S212）。突然変異により生成された係数が、理論Aを満たさない場合には（ステップS212における“N”）、上記突然変異処理を再度行う。

40

【0091】

その後、上記突然変異処理により生成した係数を用いて、再度流動数管理ロジックにより累積在庫、品切れ及び適応度の計算を行い（S213）、得られた適応度に基づいて、最良のパラメータセットを記憶保持手段24に記憶保持させる。

【0092】

具体的には、このステップS213により求められた適応度について、前回求めたパラメータのセット（前世代のパラメータセット）があれば、前世代より適応度の良い解があるか否かの比較を行い（S214）、良い解があればそれを最新のパラメータセットを保存し、なければ、前世代の最良解をそのまま保存しておき、最新のパラメータセットを破棄する（S215）。

50

## 【0093】

以上のステップS204～S215の処理を、終了条件を満たすまで繰り返させる（S216）。この終了条件は、記憶保持手段24に記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、セットの選定及び適応度の算出を繰り返し、終了した後（ステップS216における“Y”）、結果の表示を行う（S217）。

## 【0094】

このような本実施形態に係るパラメータ自動設計処理によれば、流動数管理図法のパラメータである、 $\alpha$ 、 $\beta$ を遺伝的アルゴリズムで最適化、アルゴリズム化し、それまで手動、全探索で行っていた作業を自動化することができる。また、本実施形態では、係数 $\alpha$ 、 $\beta$ の探索範囲を0.01刻みとし、世代数を1～1000世代まで任意設定ができるようにした

10

## 【0095】

したがって、本実施形態によれば、サプライチェーンマネジメント等において、需要構造の変動に対応するためのパラメータ調整を自動化し、操作者の熟練を要することなくパラメータ探索時間を短縮するとともにパラメータ精度を向上させ、人的労力を削減しつつ、オンデマンド環境におけるリアルタイム性を向上させることができる。

## 【0096】

（変更例）

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明したが、本発明は、その精神又は主要な特徴から逸脱することなく、他の色々な形で実施することができる。

20

## 【0097】

例えば、本実施形態では、倉庫等における部品や製品の流動数管理をモデルに説明したが、これに限定されず、流動するモノの管理・分析に広く適用できる。例えば、電力の需給管理等に適用してもよいし、水や食料等の需給管理等に適用してもよい。

## 【0098】

また、上述したパラメータ自動設計処理では、パラメータ（係数）の変動を遺伝的アルゴリズムを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、ランダムに発生された係数のセットを最適化しつつフィルタリングできるアルゴリズムであれば、種々のものを採用することができる。

## 【0099】

さらに、上述した流動数管理ロジック処理手段10による、管理限界のシンボリックな検査において、いわゆるVマスク法を採用しているが、これに限定されるものではなく、例えば、 $\alpha$ の限界のみを検査する限界法などを採用することもできる。

30

## 【0100】

ここで、限界法とは、図15に示した上方管理限界線及び下方管理限界線を用いた管理限界処理において、上方管理限界線として、 $(\text{予測値} / \alpha)$ を用い、下方管理限界線として $(\text{予測値} \times \beta)$ を用いる手法である。この限界法では、 $\alpha$ のみを変動させるため、上述したステップS106及びS107の管理限界のチェックを省略してもよい。従って、この限界法によれば、上述したパラメータセットの変更に際し、 $\alpha$ 及び $\beta$ の値を固定し、 $\alpha$ の値のみを乱数で発生させ、上述した流動数管理ロジックにおける管理限界線による処理（ステップS113）に際し、 $\alpha$ の値のみをチェックすることで、最適なパラメータセットを簡易的に求めることができる。

40

## 【0101】

なお、本実施形態のシステムに、上述したVマスク法と限界法とをユーザーの操作において切り替えるなど、解析対象に応じて、使用する管理限界手法を選択できる機能を追加してもよい。

## 【0102】

このように、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、すべて本

50

発明の範囲内のものである。

【0103】

(参考文献)

[文献1] 日本経営工学会編、「生産管理用語辞典」、日本規格協会、p.464、2002年

[文献2] 中村善太郎、「流動数分析の仕事の改善での活用」、日本経営工学会誌、Vol.36、No.2、pp.93-100、1985年

[文献3] 臼杵潤、北岡正敏、松井正之、「流動数管理問題と灰色理論モデルについて」、電気通信大学紀要14巻1号、pp.13-20、2001年

[文献4] 加藤豊、小沢正典、「ORの基礎 AHPから最適化まで」実教出版社、1988年

[文献5] Week, j.K., "Optimizing Planned Lead times and Delivery Dates", 21st Annual conference Proceedings, APICS, pp.177-188, 1979

[文献6] 渡辺治夫、小幡英二、向井田健一、「逐次検定による逐次抜取検査と累積和管理図」、室蘭工業大学紀要、第50号、pp.71-82、2000年

[文献7] 特開平2002-49449号公報

[文献8] 特開平2002-197261号公報

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】本実施形態による流動数管理システムの機能構成例を示す概略ブロック図である。

【図2】本実施形態による流動数管理システムのハードウェア構成例を示す概略ブロック図である。

【図3】流動数管理システムによる流動数管理方法の処理手順例（基本ロジック例）を示すフローチャートである。

【図4】本実施形態の管理対象における流入量、流出量、在庫量、確定注文量を示す図である。

【図5】流入量の累積量と流出量の累積量とを流動数図法化した模式図である。

【図6】本実施形態の管理対象における流入量の累積量と流出量の累積量及び確定注文量の累積量を流動数図法化した一例である。

【図7】予測値（次期流出量）の算出に用いる変数の値を評価するための誤差面積の一例である。

【図8】基準在庫量と実在庫量とペナルティ費用との関係を示す図である。

【図9】係数  $1=5$ 、 $2=250$ 、 $3=200$  とし、期間数を3週として過去のデータのみにより基準在庫量を求めた結果を例示する図である。

【図10】新聞売り子問題を適用して基準在庫量を算出する際の累積在庫量を例示する図である。

【図11】実在庫量の管理状態を累積和管理図のVマスク（3期目のVマスク）により示した例を示す図である。

【図12】インディケータの管理状態を累積和管理図のVマスク（13期目のVマスク）により示した例を示す図である。

【図13】係数  $1=5$ 、 $2=250$ 、 $3=200$  とし、期間数を3週として過去のデータのみにより投入量を求めた結果を例示する図である。

【図14】新聞売り子問題を適用して投入量を算出する際の累積流出量を例示する図である。

【図15】流動数図表における上方管理限界線の算出方法を説明するための図である。

【図16】上方管理限界線による累積流入量の改善方法を説明するための図である。

【図17】上方管理限界線により改善された投入量の改善効果を例示する図である。

【図18】次期の予測値、現在の在庫量、これまでの流出量の変動を加味して求めたインディケータを用いたときの在庫量の変動比較を例示する図である。

【図19】流動数管理システムによるパラメータ自動設計の処理手順例を示すフローチ

10

20

30

40

50



ャートである。

【図20】パラメータ自動設計処理における遺伝的アルゴリズムの処理手順を示すフローチャートである。

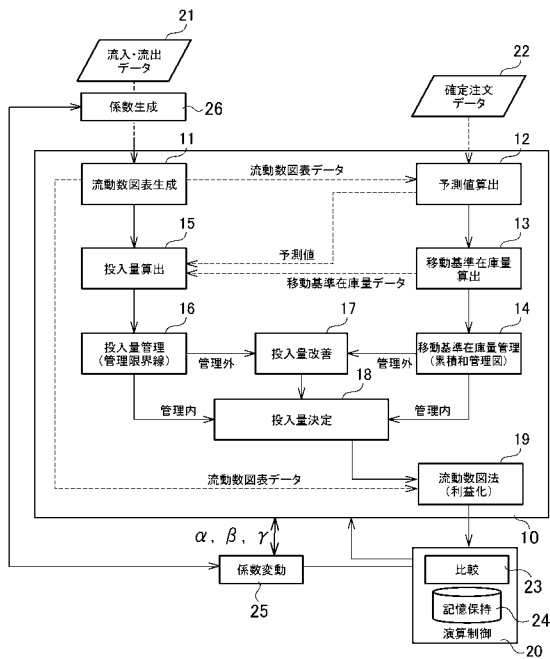
【図21】パラメータ自動設計処理における遺伝的アルゴリズムの概要を示す説明図である。

【符号の説明】

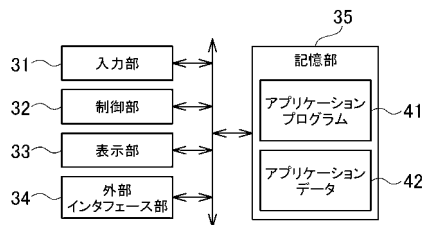
【0105】

- |                      |    |
|----------------------|----|
| 10 ... 流動数管理ロジック処理手段 |    |
| 11 ... 流動数図表生成手段     |    |
| 12 ... 予測値算出手段       | 10 |
| 13 ... 移動基準在庫量算出手段   |    |
| 14 ... 移動基準在庫量管理手段   |    |
| 15 ... 投入量算定手段       |    |
| 16 ... 投入量管理手段       |    |
| 17 ... 投入量改善手段       |    |
| 18 ... 投入量決定手段       |    |
| 19 ... 利益化手段         |    |
| 20 ... 演算制御手段        |    |
| 21 ... 流入・流出データ      |    |
| 22 ... 確定注文データ       | 20 |
| 23 ... 比較手段          |    |
| 24 ... 記憶保持手段        |    |
| 25 ... 係数変動手段        |    |
| 26 ... 係数生成手段        |    |
| 31 ... 入力部           |    |
| 32 ... 制御部           |    |
| 33 ... 表示部           |    |
| 34 ... 外部インタフェース部    |    |
| 35 ... 記憶部           |    |
| 41 ... アプリケーションプログラム | 30 |
| 42 ... アプリケーションデータ   |    |

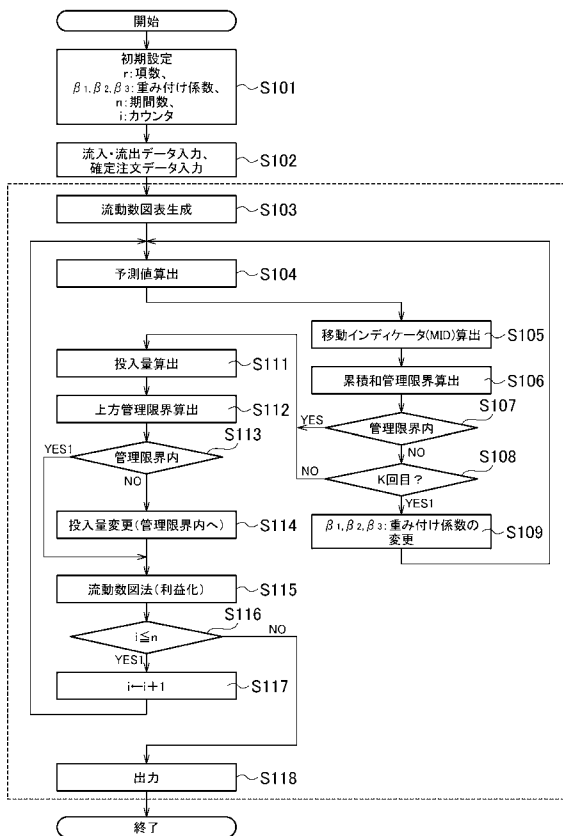
【図1】



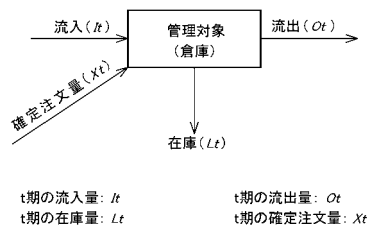
【図2】



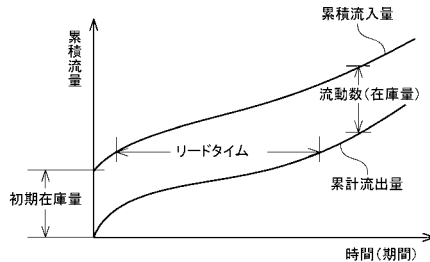
【図3】



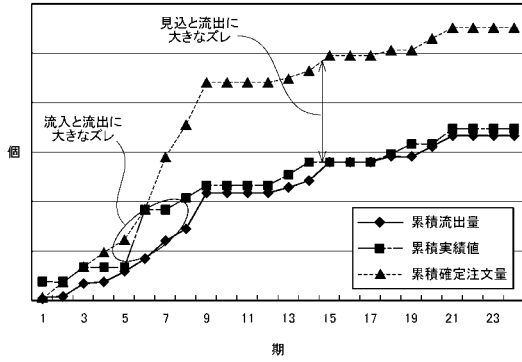
【図4】



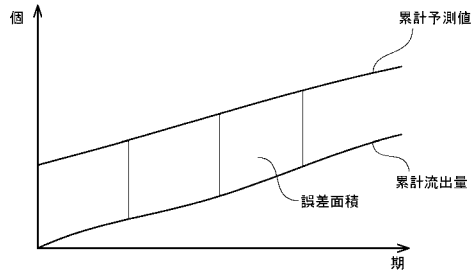
【図5】



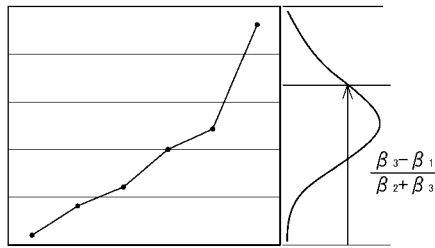
【図 6】



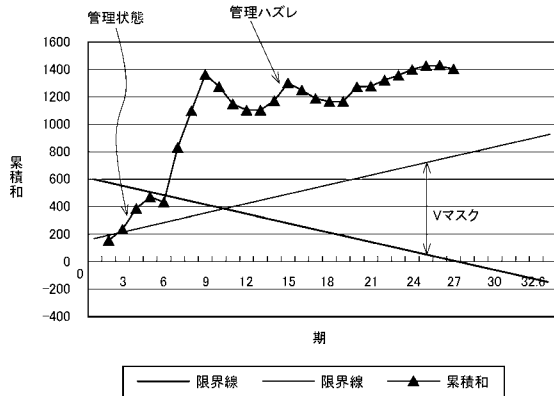
【図 7】



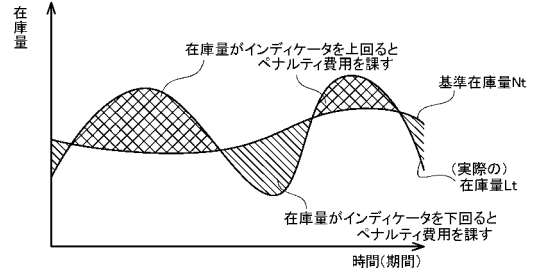
【図 10】



【図 11】



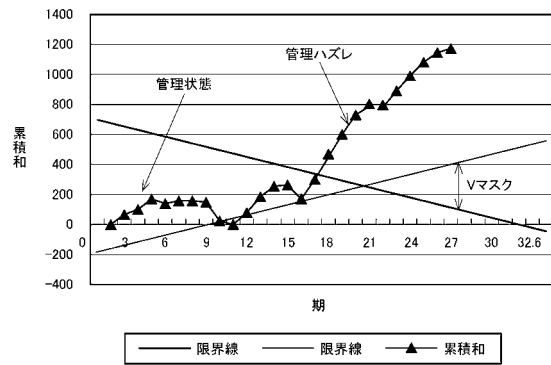
【図 8】



【図 9】

週	~1	~2	1~3	2~4	3~5	4~6	5~7
在庫量	0	0	160	138	161	145	43
	160	69.333333	208	55.96	80.572	99.9004	60.07012
0	0	0	0	0	0	0	0
0.3333333	0	0	208	55.96	80.572	43	43
0.6666667	0	69.333333	138	138	145	99.9004	60.07012
1	160	160	160	161	161	145	499
$\beta 1$	5	5	5	5	5	5	5
$\beta 2$	250	250	250	250	250	250	250
$\beta 3$	200	200	200	200	200	200	200
$\Sigma$	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333
基準在庫量	69.333333	208	55.96	80.572	99.9004	60.07012	48.121036

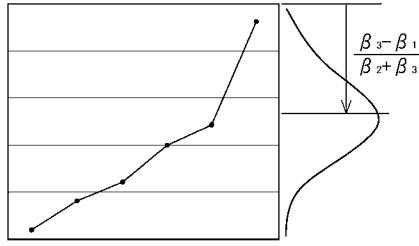
【図 12】



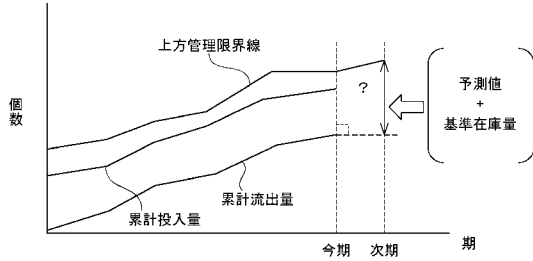
【図 13】

週	~1	~2	1~3	2~4	3~5	4~6	5~7
在庫量	0	0	160	138	161	145	43
今期の投入量	160	70	21	56	81	100	61
0	0	0	0	0	0	0	0
1/3	0	160	0	0	0	0	43
2/3	0	70	0	0	0	0	61
1	160	160	160	161	161	145	499
$\beta 1$	5	5	5	5	5	5	5
$\beta 2$	250	250	250	250	250	250	250
$\beta 3$	200	200	200	200	200	200	200
$\Sigma f(Lt)$	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433
次期の予測量	70	21	56	81	100	61	48

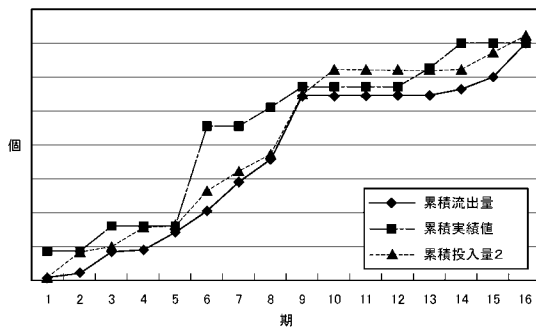
【図14】



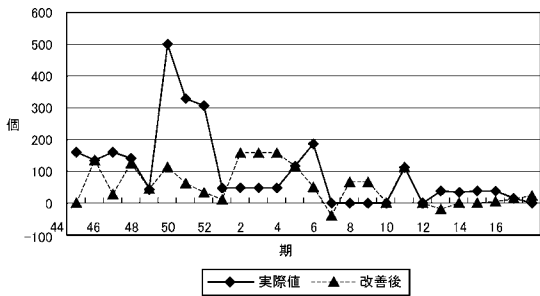
【図15】



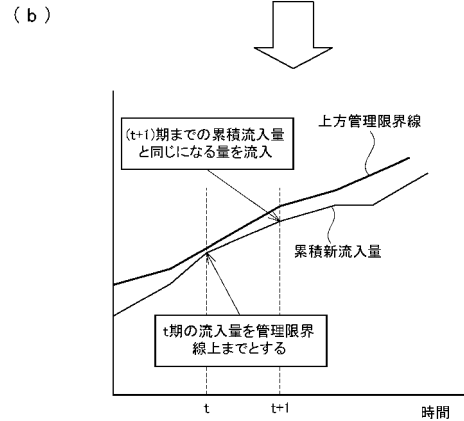
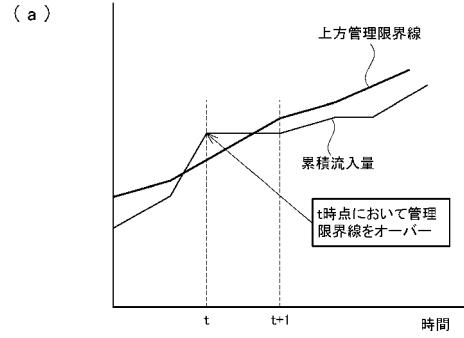
【図17】



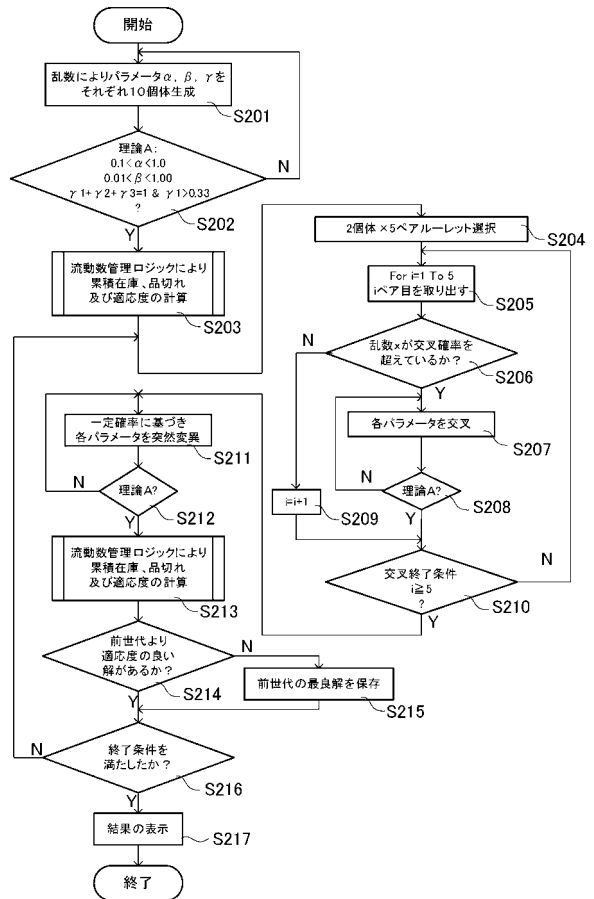
【図18】



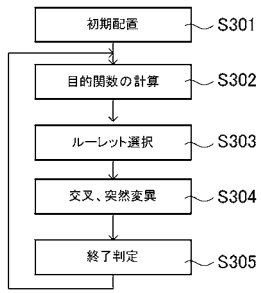
【図16】



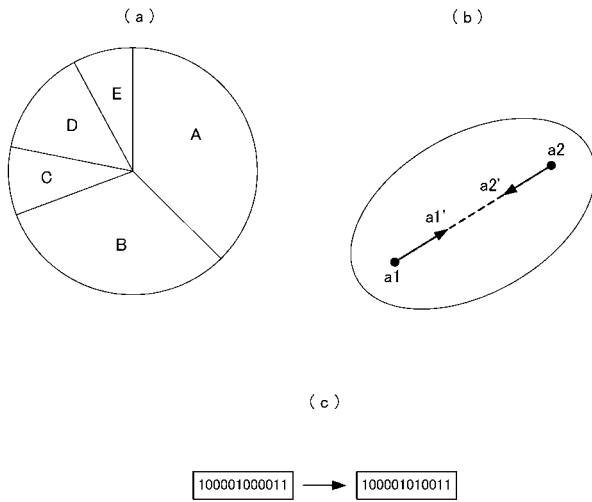
【図19】



【図20】



【図21】



---

フロントページの続き

審査官 岡北 有平

- (56)参考文献 特開2006-344186(JP,A)  
特開2005-316932(JP,A)  
伊藤 俊明, 半導体製造業向け在庫最適化支援システムの開発, 日立TO技報, 株式会社日立東  
日本ソリューションズ, 2005年11月 9日, 第11号, p. 28-33

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06Q 10/00 - 50/34