

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年8月3日(03.08.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/130280 A1

- (51) 国際特許分類:  
B60L 11/18 (2006.01) H01M 8/0606 (2016.01)  
C01B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052049
- (22) 国際出願日: 2016年1月25日(25.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 秋葉 剛史 (AKIBA, Takashi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 山根 史之 (YAMANE, Fumiyuki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目23番1号

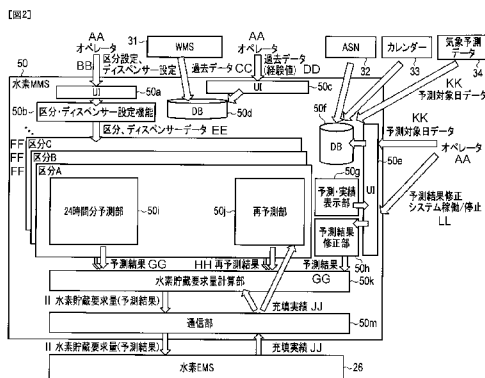
セレスティン芝三井ビルディング 11階 鈴榮  
特許総合事務所内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: REQUIRED HYDROGEN AMOUNT PREDICTION SYSTEM, REQUIRED HYDROGEN AMOUNT PREDICTION METHOD, AND REQUIRED HYDROGEN AMOUNT PREDICTION DEVICE

(54) 発明の名称: 水素需要量予測システム、水素需要量予測方法および水素需要量予測装置



26... HYDROGEN EMS  
33... CALENDAR  
34... WEATHER PREDICTION DATA  
50... HYDROGEN MMS  
50a... SEGMENT/DISPENSER SETTING FUNCTION  
50b... PREDICTION/ACTUAL RESULT DISPLAY UNIT  
50c... PREDICTION RESULT CORRECTING UNIT  
50d... 24-HOUR-PERIOD PREDICTION UNIT  
50e... RE-PREDICTION UNIT  
50f... REQUIRED HYDROGEN STORAGE AMOUNT CALCULATING UNIT  
50g... COMMUNICATION UNIT  
AA... OPERATOR  
BB... SEGMENT SETTING, DISPENSER SETTING  
CC... DATA OF PAST  
DD... DATA OF PAST (EMPIRICAL VALUE)  
EE... SEGMENT AND DISPENSER DATA  
FF... SEGMENT  
GG... PREDICTION RESULT  
HH... RE-PREDICTION RESULT  
II... REQUIRED HYDROGEN STORAGE AMOUNT (PREDICTION RESULT)  
JJ... ACTUALLY PERFORMED SUPPLY  
KK... DATA OF DATE FOR PREDICTION  
LL... OPERATE/STOP PREDICTION RESULT CORRECTING SYSTEM

(57) Abstract: A required hydrogen amount prediction system according to an embodiment is provided with: a 24-hour-period prediction unit which divides input data including actually-supplied-hydrogen data of the past for a fuel cell vehicle into individual amounts of for-one-day supplied-hydrogen amounts and patterns obtained by normalization based on the total amount of the for-one-day supplied-hydrogen amounts, creates a prediction model for each of the individual amounts and the patterns, classifies each of the prediction models according to a factor, multiplies a factor for a date for prediction by search results, based on the classified prediction models, of a pattern and an individual amount for the date for prediction, and obtains a prediction result as the absolute amount of the supplied hydrogen amount; and a required hydrogen storage amount calculating unit which adds a marginal supplied hydrogen amount to the prediction result, and calculates a required hydrogen storage amount for the fuel cell vehicle.

(57) 要約: 実施形態における水素需要量予測システムは、燃料電池車両の過去の水素充填実績データを含む入力データを、1日の充填水素量の日量と、1日の充填水素量の総量で正規化したパターンとに分割して、日量とパターンのそれぞれの予測モデルを構築し、それぞれの予測モデルに対し因子で分類し、予測対象日の因子と、分類した予測モデルに基づき、予測対象日の日量とパターンの検索結果を掛け合わせて、充填水素量の絶対量としての予測結果を求める24時間分予測部と、予測結果にマージン分の充填水素量を加算して、燃料電池車両による水素貯蔵要求量を計算する水素貯蔵要求量計算部とを有する。

**WO 2017/130280 A1**



---

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

水素需要量予測システム、水素需要量予測方法および水素需要量予測装置

### 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、水素需要量予測システム、水素需要量予測方法および水素需要量予測装置に関する。

### 背景技術

[0002] クリーンな次世代エネルギーとして水素が注目されており、この水素を燃料とする燃料電池（ＦＣ：Fuel Cell）車両が増加すると予想されている。物流事業での倉庫等で使われるフォークリフトについても、これまで利用されてきたディーゼルエンジン方式やバッテリー方式のフォークリフトに代わり、ＦＣフォークリフト（燃料電池式フォークリフト（以下、ＦＣ車両と称することがある））が増加してくると予想されている。

[0003] 水素は、主に水素ステーションの水電解装置により製造される。水電解には電気が必要である。また、水電解装置の水素製造能力は予め決まっているため、ＦＣフォークリフトが水素の充填のために水素ステーションに来るタイミングによっては、必要な水素が水素ステーションで用意できておらず、充填待ちを発生させてしまう可能性がある。

[0004] 充填待ち発生を抑制する水素製造計画を立てるためには、ＦＣフォークリフトが水素充填を行うタイミングと必要な充填水素量を予測（需要予測）するシステムが必要となる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００６－１７９７号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 従来より、蓄圧器の充填実績データに基づいて需要予測を行うという提案

はなされている。しかし、この提案では一般の燃料電池自動車（F C V : Fuel Cell Vehicle）を想定しており、また、具体的な需要予測の方法は明示されていない。

[0007] 本発明が解決しようとする課題は、水素充填待ち発生を抑制することが可能な水素需要量予測システム、水素需要量予測方法および水素需要量予測装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0008] 実施形態における水素需要量予測システムは、水素を製造する水素製造手段と、前記水素製造手段が製造した水素により発電する燃料電池で駆動する燃料電池車両の水素貯蔵要求量を求めることで、前記燃料電池車両の水素需要予測を行う需要予測手段と、前記水素貯蔵要求量に基づいて、前記水素製造手段を制御するための水素製造計画を管理する管理手段とを備え、前記需要予測手段は、前記燃料電池車両の過去の水素充填実績を含む入力データを前記管理手段から入力し、前記入力データを、需要予測対象日の1日の充填水素量の総量である日量と、前記1日の所定の充填タイミングにおける充填水素量を前記総量で除して正規化したパターンとに分割して、前記日量と前記パターンのそれぞれの水素需要予測モデルを構築し、前記日量の予測モデルは、前記日量に影響を与える因子により分類され、前記パターンの予測モデルは、前記パターンに影響を与える因子により分類され、前記需要予測対象日の因子と前記分類された予測モデルとに基づく、前記需要予測対象日の前記日量と前記パターンの検索結果を掛け合わせて、前記需要予測対象日における充填水素量の絶対量としての予測結果を求める24時間分予測部と、前記予測結果にマージン分の充填水素量を加算して、前記水素貯蔵要求量を計算し、前記計算した水素貯蔵要求量を前記管理手段に通知する水素貯蔵要求量計算部とを有する。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1の実施形態における水素需要量予測システムの構成例を示す図。

[図2]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSの機能構

成例を示すブロック図。

[図3]第1の実施形態における水素需要量予測システムに関わる燃料電池車両が利用する倉庫のエリアの一例を示す図。

[図4]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSのシーケンスの一例を示す図。

[図5]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の手順の一例を示す図。

[図6]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図7]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSに関わる充填水素量の一例を示す図。

[図8]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量・パタン分割の処理手順の一例を示す図。

。

[図9]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量・パタン分割の一例を示す図。

[図10]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの因子分類の処理手順の一例を示す図。

[図11]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの因子分類の一例を示す図。

[図12]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量モデル構築の処理手順の一例を示す図。

。

[図13]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量モデル構築の一例を示す図。

[図14]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図15]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の予測フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図16]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる再予測の処理手順の一例を示す図。

[図17]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる再予測の一例を示す図。

[図18]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる水素貯蔵要求量計算の処理手順の一例を示す図。

[図19]第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる水素貯蔵要求量計算の処理手順の別の例を示す図。

[図20]第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図21]第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる分布モデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図22]第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる分布モデル構築時の24時間分予測の予測フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図23]第3の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図24]第4の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図。

[図25]第7の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図26]第7の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図27]第7の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる

24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図28]第8の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図29]第8の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図30]第8の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図。

[図31]第9の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる確率分布を利用したマージン設定の一例を示す図。

[図32]第10の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSと水素EMSとの物理的な配置方法と通信機能について説明する図。

[図33]第10の実施形態における水素需要量予測システムの構成例を示す図。

[図34]第10の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSの機能構成例を示すブロック図。

[図35]第11の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSの機能構成例を示すブロック図。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態について図面を用いて説明する。図1は、実施形態における水素需要量予測システムの構成例を示す図である。図1に示すように、実施形態における水素需要量予測システムは、水素ステーション20、WMS (Warehouse Management System) 31、ASN (Advanced Shipping Notice) 32、データベース(DB (Data Base)) 41, 42、水素MMS (Mobility Management System) 50を有する。データベース41, 42は、例え

ば不揮発性メモリなどの記憶装置で構成される。

[0011] 発電設備（P Vや風力発電用設備）10は、P Vや風力発電など、自然エネルギー由来の発電機能を有する設備である。

水素ステーション20は、水電解装置21、水素貯蔵容器22、圧縮機23、蓄圧器24、ディスペンサー（dispenser）25、水素EMS（Energy Management System）26を有する。

[0012] 水電解装置21は、発電設備10による発電電力を利用して、水電解によって水素を製造する。水素貯蔵容器22は、水電解装置21により製造された水素を貯蔵する。この貯蔵された水素は、ビルや家庭といった需要家の燃料電池61に供給することができる。この燃料電池61は、発電した電気を需要家62に供給し、また、この発電によって発生した排熱を利用して得た温水を需要家62に供給する。圧縮機23は、F C車両に充填するために必要な圧力になるように、水素貯蔵容器22に貯蔵された水素を圧縮する。蓄圧器24は、圧縮機23による圧縮された水素を貯蔵する。ディスペンサー25は、圧縮機23により圧縮されて蓄圧器24に貯蔵された水素をF C車両に充填する。水素EMS26は、発電設備10による発電可能量予測や、F C車両用のディスペンサー25以外の水素貯蔵設備から水素が供給される需要家（例えば需要家62）の水素需要予測を行う。水素EMS26は、これらの予測結果と、水素MMS50から得られる、F C車両の水素貯蔵要求量とに基づいて、水素製造計画を立案し、この計画に基づいて、水電解装置21や圧縮機23を制御する。

[0013] なお、水電解装置21は、自然エネルギー由来ではない発電設備（例えば、火力発電設備）による発電電力や電力系統の電力を利用して、水電解によって水素を製造してもよい。その場合、水素EMS26は、発電設備10による発電可能量予測はしないので、F C車両用のディスペンサー25以外の水素貯蔵設備から水素が供給される需要家（例えば需要家62）の水素需要予測を行う。水素EMS26は、この予測結果と、水素MMS50から得られる、F C車両の水素貯蔵要求量とに基づいて、水素製造計画を立案し、こ



の計画に基づいて、水電解装置 2 1 や圧縮機 2 3 を制御する。

[0014] WMS 3 1 と ASN 3 2 は物流システムの一つである。WMS 3 1 は倉庫管理システムであり、商品の管理情報をデータベース 4 1 に格納する。ASN 3 2 は、商品が物流センタに届く前に納品先に送られる内容明細情報としての事前出荷通知をデータベース 4 2 に格納する。このデータベース 4 2 には、カレンダーデータ 3 3 や気象予測データ 3 4 も格納される。

[0015] 水素MMS 5 0 は、WMS 3 1、ASN 3 2、気象予測データ 3 4、ディスペンサー 2 5 から得られる情報を基に、FCフォークリフトの水素需要予測を行う。

[0016] (第 1 の実施形態)

次に、第 1 の実施形態について説明する。まず、水素MMS 5 0 の全体について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMS の機能構成例を示すブロック図である。図 2 に示すように、水素MMS 5 0 は、UI (User Interface) 5 0 a, 5 0 c, 5 0 e、区分・ディスペンサー設定部 5 0 b、データベース 5 0 d, 5 0 f、予測実績表示部 5 0 g、予測結果修正部 5 0 h、24 時間分予測部 5 0 i、再予測部 5 0 j、水素貯蔵要求量計算部 5 0 k、通信部 5 0 m を有する。UI 5 0 a, 5 0 c, 5 0 e は、1 つの UI であってもよい。データベース 5 0 d, 5 0 f は 1 つの記憶装置で構成されてもよい。

[0017] 図 3 は、第 1 の実施形態における水素需要量予測システムに関わる燃料電池車両が利用する倉庫のエリアの一例を示す図である。図 4 は、第 1 の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMS のシーケンスの一例を示す図である。

水素MMS 5 0 では、(1) WMS 3 1 や、オペレータが操作した UI 5 0 c から入力して DB 5 0 d に蓄積された過去データと、(2) ASN 3 2、カレンダーデータ 3 3、気象予測データ 3 4、オペレータが操作した UI 5 0 e から入力して DB 5 0 f に蓄積された予測対象日データとに基づいて、24 時間分予測部 5 0 i が 24 時間分の水素需要予測を行ない (S 1)、

その予測結果に基づいて水素貯蔵要求量計算部50kが水素貯蔵要求量を計算して(S2)、通信部50mから水素EMS26に通知する。

上記の通知後に水素EMS26が水素製造計画を立案して(S3)、FCフォークリフトが実際に水素の充填を行なって完了したタイミングで(S4)、水素MMS50が再予測実施判断を行い(S5)、S1での予測結果に対する水素充填の実績値の誤差が大きい場合は再予測部50jによる再予測を行う(S6)。この場合、再予測結果に基づいて水素貯蔵要求量計算部50kが水素貯蔵要求量を計算して(S7)、通信部50mから水素EMS26に通知する。この通知後に水素EMS26が水素製造計画を再度立案する(S8)。

[0018] 24時間分予測部50iによる水素需要予測は、各区分に対して行われる。この区分とは、FCフォークリフトが担当する作業によって分けて、水素需要予測のための単位として定義する。

[0019] 需要予測に関わる区分である、倉庫のエリアの区分が図3に示す区分であったとして、4台のFCフォークリフトがそれぞれのエリア専任であれば、これらのエリアが各区分となる。ディスペンサー25が複数台あって、それぞれが離れた場所に設置されている場合、区分・ディスペンサー設定部50bは、オペレータがUI50aを操作することで入力した区分設定情報、および、ディスペンサー25の設置場所を示す設定情報を得ると、これらの情報に基づいて、それぞれの区分を担当するFCフォークリフトが、どのディスペンサー25に水素を充填しに行くかを設定するための、区分とディスペンサーとの対応付けを行なう。

[0020] この対応付けを行うことで、水素MMS50は、水素需要予測に基づく水素貯蔵要求量を、ディスペンサー（近くに設置されたディスペンサーは同一とみなす）毎として、水素EMS26に通知することができる。

[0021] このように区分毎に水素需要予測を行うことで、それぞれの区分毎のFCフォークリフトの作業の特徴に合わせた水素需要予測が可能となり、需要予測精度を向上させることが出来る。

[0022] また、予測実績表示部50gは、予測した充填水素量（積算）と、水素貯蔵要求量と「過去実績データの充填水素量（積算）とをグラフにて画面表示する。

予測結果修正部50hは、予測実績表示部50gに表示された、予測した充填水素量（積算）と水素貯蔵要求量を、オペレータによるUI50eに対する任意の修正のための操作により修正して、新たな需要予測結果として水素貯蔵要求量計算部50kに出力する。

[0023] 次に、24時間分予測について説明する。図5は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の手順の一例を示す図である。

[0024] 水素MMS50の24時間分予測部50iは、24時間分の水素需要予測のために、学習フェーズを実施し（S11）、次に予測フェーズを実施する（S12）。

[0025] 次に、上記の学習フェーズについて説明する。図6は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図である。図7は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSに関わる充填水素量の一例を示す図である。

水素MMS50の24時間分予測部50iは、24時間分の水素需要予測のために、図6や図7に示すような、FCフォークリフトに対する充填水素量の過去実績データと、この過去実績データに紐づく因子（属性）とを用いる。この因子は、例えば、需要予測対象日の年月日、季節、曜日、当日の予想天候、前日の天候、前々日の天候、当日の予想気温、前日の気温、前々日の気温である。

24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データをDB50dから読み出し、このデータに対する日量・パターン分割を行う（S11a）。日量は充填水素量1日分の総量を示す。パターンは、この1日の中での1時間単位での充填水素量の変化を表すもので、1日の所定の充填タイミングにおけ

る充填水素量を1日の充填水素量の総量で除して正規化したものである。

[0026] 24時間分予測部50iは、日量・パターン分割により得たパターンに対する因子分類を行い(S11b)、また、日量・パターン分割により得た日量データに対する因子分類を行う(S11c)。

[0027] 24時間分予測部50iは、日量データに対する因子分類結果に基づいて、日量の水素需要予測モデルである日量モデルを構築し(S11d)、また、パターンに対する因子分類結果に基づいて、パタンの水素需要予測モデルであるパターンモデルを構築する(S11e)。上記の日量・パターン分割、各因子分類、日量モデル構築、およびパターンモデル構築の各処理については後述する。

[0028] また、WMS31とASN32が利用できる場合、FCフォークリフトが取り扱う商品の入荷や出荷に対する物流量とタイミングの情報を利用可能であるため、これらを過去実績データに紐づく因子とすることが出来る。24時間分予測部50iは、WMS31から過去の物流量とタイミングの情報を得て水素需要予測のための学習フェーズに利用し、ASN32から需要予測対象日の当日の物流量とタイミングの情報を得て水素需要予測のための学習フェーズに利用する。これにより需要予測精度を向上させることが出来る。

[0029] 図7では1時間単位での充填水素量の積算値が示される。24時間分予測部50iは、ある1時間単位の時間の中での水素充填量の総量を求め(1時間単位での合計を求め)、この総量を、次の1時間単位の時間での最初の時刻での充填水素量とする。24時間分予測部50i、この充填水素量に基づいて、1日の最初の時刻からの充填水素量の積算値を求めることで、図6に示した過去実績データを求めることができる。上記の、次の1時間単位の最初の時刻は、1つ前の1時間単位の時間での時刻であっても良い。

[0030] 次に、日量・パターン分割の処理について説明する。図8は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量・パターン分割の処理手順の一例を示す図である。図9は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時

間分予測の学習フェーズの日量・パタン分割の一例を示す図である。

24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データで示される、1日分の充填水素量の総量Mを、その日の日量とする(S11a1)。そして、24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データで示される、1時間単位での各時刻での充填水素量を $1/M$ し、つまり1日の総量を1として按分を行い、その日のパタンとする(S11b)。これにより日量・パタン分割がなされる。

[0031] 次に因子分類について説明する。図10は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの因子分類の処理手順の一例を示す図である。図11は第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの因子分類の一例を示す図である。図10、図11では、パタンに対する因子分類を例として説明するが、日量データに対する因子分類についても同様である。

[0032] 24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データのパタンに影響を与える因子 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ を読み出すことで、因子を準備する(S11b1)。

24時間分予測部50iは、変数 $i = 1$ とし(S11b2)、 $i < N$ であるか否かを判定する(S11b3)。 $i < N$ であれば(S11b3のYES)、分析対象のデータ群を因子 $f_i$ で分類する(S11b4)。24時間分予測部50iは、変数 $i = i + 1$ とし(S11b5)、S11b3に戻る。また、 $i < N$ でなければ(S11b3のNO)、因子分類が終了する。

[0033] 例えば、図11に示した例では、パタンに影響を与える因子 $F = \{f_1 (= \text{月末か非月末か}), f_2 (= \text{夏かそれ以外か})\}$ の場合、まずは、分類前のパタンが、 $f_1 (= \text{月末か非月末か})$ で月末および非月末の2つに分類される。ここでは月末とは、例えばある月の28日から31日までの期間とし、非月末とは、この月末以外の期間とする。この分類結果に対し、 $f_2 (= \text{夏かそれ以外か})$ でさらに分類され、月末の夏、月末の春・秋・冬、非月末の夏、

非月末の春・秋・冬の計4つに分類される。

[0034] 次に、上記の日量モデル構築について説明する。図12は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量モデル構築の処理手順の一例を示す図である。図13は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの日量モデル構築の一例を示す図である。

24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データの日量に影響を与える因子 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ で分類された各分類を取得する(S11d1)。24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、指定された割合で、日量の最大値と最小値を除外して、残りのデータの平均値を求める(S11d2)。

例えば、図11に示すように月末の夏で分類された各日の充填水素量の日量が11, 68, 69, 71, 74, 75, 77, 88, 89, 840の計10個であって、上記の指定された割合が0.2である場合、上記の除外する数は2個である。この場合、上記の10個のデータのうち最小値である11と最大値である840が除外され、残りの8個の日量の平均76.375が求められ、この値が日量モデルでの充填水素量の日量となる。

ここでは、指定された割合0.2に応じて最大値と最小値を除外したが、上記の割合を指定せず、ある分類の各日の充填水素量の日量からの除外を行わずに平均値を計算しても良い。

[0035] 次に、上記のパタンモデル構築について説明する。図14は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図である。

まず、24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データのパタンに影響を与える因子 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ で分類された各分類を取得する(S11e1)。24時間分予測部50iは、ある分類の中の充填水素量(積算)パタンを $P = \{$

$P_1, P_2, \dots, P_n$  } とする (S 1 1 e 2)。

[0036] 24時間分予測部50iは、変数 $t=0$ とし (S 1 1 e 3)、 $t < 25$ であるか否かを判定する (S 1 1 e 4)。  $t < 25$ であれば (S 1 1 e 4のYES)、24時間分予測部50iは、 $P_1 \sim P_n$ での時刻 $t$ での充填水素量 (積算) の平均値  $P_{avg\_t}$  を求める (S 1 1 e 5)。24時間分予測部50iは、変数 $t = t + 1$ とし (S 1 1 e 6)、S 1 1 e 4に戻る。また、 $t < 25$ でなければ (S 1 1 e 4のNO)、パターンモデル構築が終了する。

[0037] 上記では、日量に関わる因子に応じた分類と、パターンに関わる分類とを行い、これらの分対結果に基づいてモデル構築する処理を示したが、これらの因子分類とモデル構築とを、ニューラルネットワークを用いて纏めて実現してもよい。また、日量に対する因子分類と日量モデル構築を纏めた処理のみをニューラルネットワークを用いて実現しても良いし、パターンに対する因子分類とパターンモデル構築とを纏めた処理のみをニューラルネットワークを用いて実現しても良い。

[0038] 次に、上記の予測フェーズについて説明する。図15は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の予測フェーズの処理手順の一例を示す図である。

上記の学習フェーズの後、24時間分予測部50iは、日量モデルおよびパターンモデルの中から、需要予測対象日の因子に合うモデルを予測対象日における日量およびパターンとして検索する (S 1 2 a)。24時間分予測部50iは、検索した日量モデルの日量を、検索したパターンモデルに乗ずることで、需要予測対象日の充填水素量の絶対量としての需要予測結果を求める (S 1 2 b)。

[0039] 具体的には、このS 1 2 bでは、パターンモデルの全時刻の値に対し、充填水素量の総量に対応する日量が乗じられる。上記の検索したパターンモデルでの各時刻の値が0.2, 0.3, 0.5, ... 1 (1日の総量) となっている場合、日量が100であれば、日量をパターンモデルに乗じたときの各時刻の値は20, 30, 50, ... 100となる。

[0040] 次に、再予測について説明する。FCフォークリフトが実際に水素の充填を行って完了したタイミングで、水素需要予測結果と水素の充填実績との間に大きい誤差がある場合、例えば水素の充填実績の値が再予測判定閾値を超えた場合は、再予測部50jは、24時間分予測とは異なる方法にて需要予測をやり直す。

[0041] 図16は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる再予測の処理手順の一例を示す図である。図17は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる再予測の一例を示す図である。

再予測部50jは、日量とパタンに分割する前の過去実績データ全ての中から、再予測を行うと判定された単位時刻毎の自乗誤差和を得て、過去実績データ全てのうち、自乗誤差和が最も小さいデータを選択し、これを再予測結果とする。

[0042] 詳細には、再予測部50jは、日量とパタンに分割する前の過去実績データ全てをDB50dから取得する(S6a)。再予測部50jは、ある分類の中の充填水素量(積算)パタンを $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ とする(S6b)。

[0043] 再予測部50jは、変数 $t = 0$ とし(S6c)、 $t \leq$ 現時刻であるか否かを判定する(S6d)。この現時刻とは、水素の充填実績の値が再予測判定閾値を超えた時刻である。 $t \leq$ 現時刻であれば(S6dのYES)、再予測部50jは、 $t = 0 \sim$ 現時刻での時刻 $t$ での充填水素量(積算)の過去データとの誤差を求める(S6e)。再予測部50jは、変数 $t = t + 1$ とし(S6f)、S6dに戻る。

[0044] また、 $t \leq$ 現時刻でなければ(S6dのNO)、ここまで求めた誤差の自乗和を求め(S6g)、過去実績データの全ての中で、誤差の自乗和が最小のデータ、つまり実際の前記充填水素量の変化に最も類似するデータを選択し、これを再予測結果とし(S6h)、再予測が終了する。

[0045] 次に、上記の水素貯蔵要求量の計算について説明する。図18は、第1の



実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる水素貯蔵要求量計算の処理手順の一例を示す図である。

具体的には、水素貯蔵要求量計算部50kは、区分ごとの需要予測結果について、同一のディスペンサー25に対応する区分の需要予測結果を各時刻について加算する(S7b)。そして、水素貯蔵要求量計算部50kは、各予測結果に対してマージンを加算し、この結果を各ディスペンサー25に対する水素貯蔵要求量とする(S7c)。

[0046] 水素貯蔵要求量計算部50kは、S7cで求めた水素貯蔵要求量を通信部50mを介して水素EMS26に通知する(S7e)。

[0047] 上記のS7cで説明したマージンは以下の式(1)で求めることができる。

[0048] マージン=再予測判定差分 $\times \alpha + \beta$  …式(1)

再予測判定差分：再予測を実施するか否かの判定のための、充填実績と需要予測との差分の閾値

$$\alpha \geq 1.0$$

$\beta$ ：水素ステーション20による水素製造能力と式(1)の再予測判定差分との差異を考慮した係数

再予測判定差分の閾値、係数 $\alpha$ 、 $\beta$ は、オペレータがUI50eを操作して設定することができる。

[0049] また、図19は、第1の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる水素貯蔵要求量計算の処理手順の別の例を示す図である。図18とは、水素貯蔵要求量計算の処理は、水素EMS26から充填実績が通知されたときである場合と、そうでない場合とで分かれる点で異なる。

[0050] 具体的には、充填実績が通知されたときでない場合は(S7aのNO)、水素貯蔵要求量計算部50kは、区分ごとの需要予測結果について、同一のディスペンサー25に対応する区分の需要予測結果を各時刻について加算する(S7b)。そして、水素貯蔵要求量計算部50kは、各予測結果に対してマージンを加算し、この結果を各ディスペンサー25に対する水素貯蔵要

求量とする（S 7 c）。

[0051] 一方、充填実績が通知されたときである場合は（S 7 aのYES）、水素貯蔵要求量計算部50kは、この充填が実施されたディスペンサー25の水素貯蔵要求量の次の単位時刻の値から充填量分を減算した水素貯蔵要求量を求める（S 7 d）。この減算前の水素貯蔵要求量は前回の予測で既に求められているとする。

[0052] 水素貯蔵要求量計算部50kは、S 7 cまたはS 7 dで求めた水素貯蔵要求量を通信部50mを介して水素EMS26に通知する（S 7 e）。

[0053] 上記のS 7 cで説明したマージンは式（1）で求めることができる。

[0054] 以上のように、第1の実施形態における水素需要量予測システムでは、日量の予測モデルとパタンの予測モデルとを、設定された区分毎に構築することを可能とし、かつ、設定された区分とディスペンサーとの対応とを考慮して、ディスペンサー単位で水素貯蔵要求量を算出することを可能とする。これにより、FCフォークリフトを用いた物流作業（入荷、出荷など）毎の作業量の違いを反映した水素需要予測を可能とし、需要予測精度を向上させることが期待できる。

[0055] また、日量とパタンとのそれぞれに分けて予測モデルを構築して予測することで、日量に影響を与える因子（発生する物流作業量が大きな要因と考えられる）と、パタン（1日の中で充填を行うタイミング）に与える因子（物流作業量に加え、作業員の心理的要因も関連すると考えられる）とが異なっていることを考慮した水素需要予測を可能とし、需要予測精度を向上させることが期待できる。

[0056] また、初めて導入するFCフォークリフトについて過去データが存在しない場合でも、過去の他方式のフォークリフトでの作業履歴と作業ルールに基づいて、作業員が経験的に充填量と充填タイミングを推測できた場合に、この推測結果を過去データとして利用することを可能とし、適用可能性を向上させることが期待できる。

[0057] （第2の実施形態）

次に、第2の実施形態について説明する。なお、以下の各実施形態における、第1の実施形態と同様の説明は省略する。

第2の実施形態では、24時間分予測部50iは、第1の実施形態で説明した各因子の中のパターンに対して各時刻の分散を計算することで分布モデルを構築する。

[0058] 次に、第2の実施形態での学習フェーズについて説明する。図20は、第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図である。

この学習フェーズでは、第1の実施形態で説明したS11aからS11eの処理がなされ、24時間分予測部50iは、S11bでの、パターンに対する因子分類結果に基づいて分布モデルを構築する(S11f)。

[0059] 次に、この分布モデルの構築の詳細について説明する。図21は、第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる分布モデル構築の処理手順の一例を示す図である。

24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データのパターンに影響を与える因子 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ で分類された各分類を取得する(S11f1)。24時間分予測部50iは、同じ因子分類の複数のパターンについて、各時刻での分布(各時刻での分散)を求め、これを分布モデルとする(S11f2)。

[0060] 次に、第2の実施形態での予測フェーズについて説明する。図22は、第2の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる分布モデル構築時の24時間分予測の予測フェーズの処理手順の一例を示す図である。

上記の学習フェーズの後、第1の実施形態で説明したS12aおよびS12b(図15参照)の処理がなされ、24時間分予測部50iは、分布モデルの中から、需要予測対象日の因子に合うモデルを検索し、対象日の分布とする(S12c)。

[0061] 次に、第2の実施形態での再予測について説明する。第1の実施形態では

再予測実施の判定は、再予測判定閾値を超えた場合としたが、第2の実施形態では、再予測実施の判定は、充填の実績値が上記のS 1 2 cで求めた分布モデルのN%の信頼区間に入っているか否かとする。Nは、オペレータによってあらかじめ設定される。

[0062] このように、第2の実施形態では、分布モデルを構築して需要予測の再予測に利用することで、第1の実施形態のように再予測の判定を一意に決めるよりも、より現実に合わせて再予測の判定を行うことが出来る。

[0063] (第3の実施形態)

次に、第3の実施形態について説明する。図6に示すように、第1の実施形態では、24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データを日量とパターンとに分割した後に因子分類を行った。これに対し、第3の実施形態では、24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データに対する因子分類を行った後に、この分類結果を日量とパターンに分割して、日量モデル構築とパターンモデル構築を行なう。図23は、第3の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図である。

24時間分予測部50iは、充填水素量の過去実績データをDB50dから読み出し、このデータに対する因子分類を行う(S 1 1 g)。24時間分予測部50iは、因子分類結果に対する日量・パターン分割を行う(S 1 1 a)。24時間分予測部50iは、因子分類結果のうちの日量データに基づいて、日量モデルを構築し、(S 1 1 d)、また、因子分類結果のうちのパターンデータに基づいてパターンモデルを構築する(S 1 1 e)。

[0064] 第3の実施形態における因子分類の詳細は図10に示した処理と同様である。ただし、S 1 1 b 1では、24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データに影響を与える因子を読み出す。

[0065] 第3の実施形態における日量・パターン分割の詳細は、各因子分類のそれぞれに対して図8に示した処理を行うことに相当する。第3の実施形態におけ

る日量モデル構築の詳細は、各因子分類のそれぞれに対して図 1 2 に示した処理を行うことに相当する。第 3 の実施形態におけるパターンモデル構築の詳細は、各因子分類のそれぞれに対して図 1 4 に示した処理を行うことに相当する。

[0066] 以上のように、第 3 の実施形態では、因子分類を日量・パターン分割より先に行うことで、日量とパターンとの一貫性を保つことができ、保守性を高めることができる。また、第 1 の実施形態では、日量およびパターンのそれぞれに対して因子分類を行ったが、第 3 の実施形態では、1 つのデータ（過去実績データ）に対する因子分類を行えるので、オペレータによる入力作業量を削減できる。

[0067] （第 4 の実施形態）

次に、第 4 の実施形態について説明する。第 4 の実施形態では、24 時間分予測部 5 0 i は、第 3 の実施形態で説明した、各因子の中のパターンに対して第 2 の実施形態で説明した分布モデルを構築する。

[0068] 次に、第 4 の実施形態での学習フェーズについて説明する。図 2 4 は、第 4 の実施形態における水素需要量予測システムの水素 MMS による 24 時間分予測の学習フェーズの処理手順の一例を示す図である。

この学習フェーズでは、第 3 の実施形態で説明した S 1 1 g、S 1 1 a、S 1 1 d、S 1 1 e の処理がなされ、24 時間分予測部 5 0 i は、因子分類結果が S 1 1 a で分割されたパターンに基づいて分布モデルを構築する（S 1 1 f）。

第 4 の実施形態における因子分類日量・パターン分割、日量モデル構築、パターンモデル構築の詳細は第 3 の実施形態と同様であり、第 4 の実施形態における分布モデル構築の詳細は図 2 1 に示した処理と同様であり、第 4 の実施形態における予測フェーズの処理フローは図 2 2 に示した処理と同様であり、第 4 に実施形態における再予測の詳細は、第 2 の実施形態で説明した処理と同様である。

[0069] このように、第 4 の実施形態では、第 2 の実施形態と第 3 の実施形態の特

徴をあわせもつことができる。

[0070] (第5の実施形態)

次に、第5の実施形態について説明する。図14に示すように、第1の実施形態では、24時間分予測部50iは、1時間ごとの水素需要予測のパターンモデル構築を行った。これに対し、第5の実施形態では、24時間分予測部50iは、需要予測対象日を2時間以上の時間帯を含む所定の複数の時間帯に分類し、これらの時間帯ごとのパターンモデル構築を行う。

[0071] これらの区分された時間帯に属する時間の長さは、必ずしも同じである必要は無く、例えば、深夜(0-4時)、早朝(5-6時)、朝(7-8時)、始業後(9-10)、昼前(11)、昼休み(12)、昼休み直後(1-2)、昼(3-4)、定時(5)、定時後(6-7)、夜(8-10)、深夜前(11)、などの時間帯に分類してもよい。

[0072] このように、第5の実施形態では、所定の複数の時間帯に分類し、これらの時間帯ごとの水素需要予測のパターンモデル構築を行うことで、各時間帯の特徴を利用した需要予測を可能とし、需要予測精度の向上が期待できる。

[0073] (第6の実施形態)

次に、第6の実施形態について説明する。図16に示すように、第1の実施形態では、再予測部50jは、過去実績データの全てを利用して、需要予測結果と水素充填実績との誤差の自乗和が最小であるデータ、つまり現在の実績と近いデータを選択して、再予測結果としていた。

[0074] これに対し、第6の実施形態では、再予測部50jは、再予測の他の方法として、過去実績データのうちの、過去数時間または過去数日分の時系列変化を基に、時系列分析による再予測を行なう。時系列分析手法としては、指数平滑モデル、自己回帰和分移動平均(ARIMA: Auto Regressive Integrated Moving Average)モデル、ウィンターズモデルなどが挙げられるが、いずれの方法でもよい。

時系列分析による再予測を行う場合、再予測部50jは、ある時刻での充填水素量の積算値を、この時刻から前の所定の時刻からの充填水素量の変化

量（瞬時値）に変換しておき、この変換したデータを再予測に用いる。

[0075] これにより、第6の実施形態では、通常の需要予測については、因子分類により行い、再予測については時系列分析により行うので、それぞれで特徴の異なる需要予測を実施することが出来るので、需要予測の多様性を高めることが出来、需要予測精度の向上が期待出来る。

[0076] （第7の実施形態）

次に、第7の実施形態について説明する。図14に示すように、第1の実施形態では、24時間分予測部50iは、各時刻での充填水素量（積算）の平均値を求めることでパタンモデルを構築していた。これに対し、第7の実施形態では、24時間分予測部50iは、パタンモデルの構築時に、あるグループとあるパタンとの間の各時刻での差分と、この差分の全時刻での合計値により計算された類似度に基づき、パタンをグループ分けし、所属するパタン数が最も多いグループの中のパタンにおける各時刻に対して移動平均を計算し、これに基づいて、需要予測に利用するための、代表するパタンモデルを生成することでパタンモデルを構築する。

[0077] 図25、図26、図27は、第7の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図である。

まず、24時間分予測部50iは、オペレータがUI50cを操作することでDB50dに格納された、過去実績データのパタンに影響を与える因子 $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ で分類された各分類を取得する（S11e1）。24時間分予測部50iは、ある分類の中の充填水素量（積算）パタンを $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ とする（S11e2）。

[0078] 24時間分予測部50iは、グループの集合 $G_r = \{g_0\}$ とし、 $g_0 = \{P_0\}$ とする（S11e11）。24時間分予測部50iは、 $i = 0$ とする（S11e12）。

24時間分予測部50iは、 $i < N$ であるか否かを判定する（S11e13）。 $i < N$ であれば（S11e13のYES）、24時間分予測部50i

は、 $j = 0$ とする (S 1 1 e 1 4)。

[0079] 24時間分予測部50iは、 $j < \text{グループの集合 } G_r \text{の要素数 } L$ であるか否かを判定する (S 1 1 e 1 5)。  $j < \text{グループの集合 } G_r \text{の要素数 } L$ であれば (S 1 1 e 1 5のYES)、24時間分予測部50iは、 $SUM\_DIFF = 0$ とし、 $MAX\_DIFF = 0$ とする (S 1 1 e 1 6)。DIFFについては後述する。

24時間分予測部50iは、ある1つのグループと、ある1つのパターンとの間の誤差を算出する (S 1 1 e 1 7)。この誤差の算出の詳細は後述する。

[0080]  $SUM\_DIFF < \text{閾値\_}SUM\_DIFF$ 、かつ  $MAX\_DIFF < \text{閾値\_}MAX\_DIFF$ の場合、24時間分予測部50iは、パターン $P_i$ を、グループ $g_j$ に所属させる (S 1 1 e 1 8)。

[0081] 24時間分予測部50iは、 $j = j + 1$ とし (S 1 1 e 1 9)、S 1 1 e 1 5に戻る。また、 $j < \text{グループの集合 } G_r \text{の要素数 } L$ でなければ (S 1 1 e 1 5のNO)、つまりパターン $P_i$ がどのグループにも所属させられていなかったら、24時間分予測部50iは、パターン $P_i$ のみが所属する新しいグループを作り、グループの集合 $G_r$ に登録する (S 1 1 e 2 0)。

[0082] 24時間分予測部50iは、 $i = i + 1$ とし (S 1 1 e 2 1)、S 1 1 e 1 3に戻る。24時間分予測部50iは、 $i < N$ でなくなるまで (S 1 1 e 1 3のNO)、つまり因子 $F = \{F_0, F_1, \dots\}$ で分類された、全分類の中のパターンに対して実施されるまで上記のS 1 1 e 1 3～S 1 1 e 2 1を実施する。 $i < N$ でないことを確認すると (S 1 1 e 2 2)、24時間分予測部50iは、代表グループから代表パターンモデルを生成する (S 1 1 e 2 3)。この代表パターンモデルの生成については後述する。

[0083] 次に、上記のS 1 1 e 1 7に対応する、ある1つのグループと、ある1つのパターンとの誤差の算出について、図26を参照して説明する。

24時間分予測部50iは、グループの集合 $G_r$ の中から、グループ $g_j$ を選択する (S 1 1 e 1 7-1)。



[0084] 24時間分予測部50iは、 $t = 0$ とする (S11e17-2)。

24時間分予測部50iは、 $t < 25$ であるか否かを判定する (S11e17-3)。  $t < 25$ であれば (S11e17-3のYES)、24時間分予測部50iは、グループ $g_j$ 内に所属するパタン群について、時刻 $t$ での値の平均値AVGを求める (S11e17-4)。

[0085] 24時間分予測部50iは、パタン $P_i$ の時刻 $t$ での値と、平均値AVGとの二乗誤差DIFFを求める (S11e17-6)。

24時間分予測部50iは、 $SUM\_DIFF += DIFF$ を求める (S11e17-6)。この「+=」は加算代入演算子である。

[0086]  $MAX\_DIFF < DIFF$ であれば、24時間分予測部50iは、 $MAX\_DIFF = DIFF$ とする (S11e17-7)。

[0087] 24時間分予測部50iは、 $t = t + 1$ とし (S11e17-8)、S11e17-3に戻る。 $t < 25$ でなければ (S11e17-3のNO)、ある1つのグループと、ある1つのパタンとの、誤差の算出が終了する。

[0088] 次に、上記のS11e23に対応する、代表グループからの代表パタンモデルの生成について図27を参照して説明する。

24時間分予測部50iは、グループ集合 $G_r$ の中で、最も所属するパタン数の多いグループ $g_{max}$ を選択し、これを代表グループとする (S11e23-1)。

[0089] 24時間分予測部50iは、グループ $g_{max}$ に所属するパタンを、 $P = \{P_0, P_1, \dots, P_{M-1}\}$ とする (S11e23-2)。

24時間分予測部50iは、代表パタンを $P_r$ とし (S11e23-3)、 $t = 0$ とする (S11e23-4)。

[0090] 24時間分予測部50iは、 $t < 25$ であるか否かを判定する (S11e23-5)。  $t < 25$ であれば (S11e23-5のYES)、24時間分予測部50iは、 $V = 0$ とし (S11e23-6)、 $i = 0$ とする (S11e23-7)。

[0091] 24時間分予測部50iは、 $i < M$ であるか否かを判定する (S11e2

3-8)。

$i < M$ であれば (S 1 1 e 2 3-8 の YES)、24 時間分予測部 5 0 i は、各時刻に対する移動平均として、 $V = w_1 * V + w_2 * \text{時刻 } t \text{ での } P_i$  の値を求める (S 1 1 e 2 3-9)。  $w_1$  および  $w_2$  は重み付けの係数であり、任意に設定できる。

[0092] 24 時間分予測部 5 0 i は、 $i = i + 1$  とし (S 1 1 e 2 3-10)、S 1 1 e 2 3-8 に戻る。 $i < M$  でなければ (S 1 1 e 2 3-8 の NO)、24 時間分予測部 5 0 i は、代表パターン  $P_r$  の時刻  $t$  での値を  $V$  とし (S 1 1 e 2 3-11)、 $t = t + 1$  とし (S 1 1 e 2 3-12)、S 1 1 e 2 3-5 に戻る。 $t < 25$  でなければ (S 1 1 e 2 3-5 の NO)、代表グループからの代表パターンモデルの生成が終了する。

[0093] 以上のように、第 7 の実施形態では、パターン数が最大のグループ中のパターンに対して、各時刻に対する移動平均を計算することにより代表パターンを求めることで、過去から現在に近づくにつれて重要視するようなパターンモデルを構築できるので、需要予測精度の向上が期待できる。

[0094] (第 8 の実施形態)

次に、第 8 の実施形態について説明する。図 14 に示すように、第 1 の実施形態では、24 時間分予測部 5 0 i は、各時刻での充填水素量 (積算) の平均値を求めることでパターンモデルを構築していた。また、第 7 の実施形態では、24 時間分予測部 5 0 i は、類似するパターンをグループ分けし、所属するパターン数が最も多いグループの中のパターンにおける各時刻に対して移動平均を求めて、これに基づいて、代表するパターンモデルを生成することでパターンモデルを構築していた。

[0095] これに対し、第 8 の実施形態では、24 時間分予測部 5 0 i は、因子で分類された各分類の中の充填水素量 (積算) のパターン群を、相関係数を使ってグループ分類し、グループ内の所属パターンが最も多いグループを選択し、各時刻に対して平均値を求める事で、代表パターンを生成する。図 28、図 29、図 30 は、第 8 の実施形態における水素需要量予測システムの水素 MMS

による24時間分予測の学習フェーズのパタンモデル構築の処理手順の一例を示す図である。

まず、24時間分予測部50iは、第7の実施形態で説明したS11e1～S11e15までの処理を行なう。

[0096]  $j < \text{グループの集合 } G_r \text{ の要素数 } L$  であれば (S11e15のYES)、24時間分予測部50iは、グループの集合  $G_r$  の中から、グループ  $g_j$  を選択する (S11e31)。

[0097] 24時間分予測部50iは、あるグループから代表パタンモデルを生成する (S11e32)。この生成については後述する。

[0098] 24時間分予測部50iは、グループ  $g_j$  の代表パタン  $P_j$  とパタン  $P_i$  との相関係数  $C_{ji}$  を求める (S11e33)。

この相関係数  $C_{ji}$  は、以下の式 (2)、(3)、(4) で求めることができる。

[0099] [数1]

$$C_{ji} = \frac{\sum_{t=0}^{T-1} (P_j(t) - \bar{P}_j)(P_i(t) - \bar{P}_i)}{\sqrt{\sum_{t=0}^{T-1} (P_j(t) - \bar{P}_j)^2} \sqrt{\sum_{t=0}^{T-1} (P_i(t) - \bar{P}_i)^2}} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$\bar{P}_j = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} P_j(t) \quad \dots \text{式(3)}$$

$$\bar{P}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} P_i(t) \quad \dots \text{式(4)}$$

[0100] 式 (2) などの  $P_j$  は、パタン  $P_j$  の時刻  $t$  での値である。式 (2) などの  $P_i$  は、パタン  $P_i$  の時刻  $t$  での値である。また、式 (3)、(4) の  $T = 25$  である。

24時間分予測部50iは、 $j = j + 1$  とし (S11e34)、S11e15に戻る。

[0101] また、 $j < \text{グループの集合 } G_r \text{ の要素数 } L$  でなければ (S11e15のNO)、24時間分予測部50iは、相関係数  $C_{0i} \sim C_{Li}$  の中で最大、か

つ、閾値以上となる条件を満たすグループにパターン  $P_i$  を登録する。ここで、条件を満たすグループがない場合は、24時間分予測部 50 i は、パターン  $P_i$  のみが所属する新しいグループを作り、グループの集合  $G_r$  に登録する (S 1 1 e 3 4)。

[0102] 24時間分予測部 50 i は、 $i = i + 1$  とし (S 1 1 e 2 1)、S 1 1 e 1 3 に戻る。

[0103] 24時間分予測部 50 i は、 $i < N$  でなくなるまで (S 1 1 e 1 3 の NO)、つまり因子  $F = \{F_0, F_1, \dots\}$  で分類された、全分類の中のパターンに対して実施されるまで上記の S 1 1 e 1 3 ~ S 1 1 e 2 1 を実施する。 $i < N$  でないことを確認すると (S 1 1 e 2 2)、24時間分予測部 50 i は、代表グループから代表パターンモデルを生成する (S 1 1 e 2 3)。この生成については後述する。

[0104] 次に、第 8 の実施形態における上記の S 1 1 e 3 2 に対応する、あるグループからの代表パターンモデルの生成について図 29 を参照して説明する。

24時間分予測部 50 i は、グループ  $g_j$  に所属するパターンを、 $P = \{P_0, P_1, \dots, P_{M-1}\}$  とする (S 1 1 e 3 2 - 1)。

24時間分予測部 50 i は、代表パターンを  $P_i$  とし (S 1 1 e 3 2 - 2)、 $t = 0$  とする (S 1 1 e 3 2 - 3)。

[0105] 24時間分予測部 50 i は、 $t < 25$  であるか否かを判定する (S 1 1 e 3 2 - 4)。  $t < 25$  であれば (S 1 1 e 3 2 - 4 の YES)、24時間分予測部 50 i は、 $P_0 \sim P_{M-1}$  の時刻  $t$  の平均値を代表パターン  $P_i$  の時刻  $t$  の値とする (S 1 1 e 3 2 - 5)。

[0106] 24時間分予測部 50 i は、 $t = t + 1$  とし (S 1 1 e 3 2 - 6)、S 1 1 e 3 2 - 4 に戻る。  $t < 25$  でなければ (S 1 1 e 3 2 - 4 の NO)、あるグループからの代表パターンモデルの生成が終了する。

[0107] 次に、第 8 の実施形態における上記の S 1 1 e 2 3 に対応する、代表グループから代表パターンモデルを生成することについて図 30 を参照して説明する。

まず、24時間分予測部50iは、第7の実施形態で説明したS11e23-1~S11e23-5の処理を行う。

[0108]  $t < 25$ であれば(S11e23-5のYES)、24時間分予測部50iは、 $P_0 \sim P_{M-1}$ の時刻 $t$ の平均値を代表パターン $P_r$ の時刻 $t$ での値とする(S11e23-21)。

[0109] 24時間分予測部50iは、 $t = t + 1$ とし(S11e23-22)、S11e23-5に戻る。 $t < 25$ でなければ(S11e23-5のNO)、代表グループからの代表パターンモデルの生成が終了する。

[0110] 以上のように、第8の実施形態では、全体の相関を見てグループを分類することで、部分的な時刻について、たまたま異常である一方で全体の時刻としては類似していたパターンを同一グループに分類することができるので、需要予測精度の向上が期待できる。

[0111] (第9の実施形態)

次に、第9の実施形態について説明する。第1の実施形態では、水素貯蔵要求量計算部50kは、式(1)の再予測判定差分と、係数 $\alpha$ および $\beta$ とを用いて充填水素量のマージンを求めていた。これに対し、第9の実施形態では、水素貯蔵要求量計算部50kは、確率分布を用いてマージンを求める。

[0112] 図31は、第9の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSによる確率分布を利用したマージン設定の一例を示す図である。

まず、オペレータは、UI50gなどを用いて、所定の目標サービス率を設定する。このサービス率は、FCフォークリフトが必要とする水素量が充填できる確率を意味する。サービス率が100%であれば、100%の確率で充填できる。ただし、このサービス率は、あくまでも過去データに基づく確率である。

[0113] 水素貯蔵要求量計算部50kは、予測された充填水素量(積算)の時間特性の分散を各時刻について求めることで充填水素量の確率分布を求める。水素貯蔵要求量計算部50kは、この分布における、設定されたサービス率に相当する信頼区間の位置を各時刻について選択し、この選択した位置を各時

刻で繋げた充填水素量（積算）を、マージンを加えた充填水素量とみなす。

例えば、サービス率が９５％であれば、各時刻の分散の９５％の信頼区間の部分が選択される。

[0114] 水素貯蔵要求量計算部５０ｋは、このマージンを上記の予測された充填水素量（積算）に加えた、図３１中の点線で示されるような特性曲線に対応する充填水素量を、マージンを加えた水素貯蔵要求量として求める。

[0115] このように、第９の実施形態では、確率分布を使って充填水素量のマージンを求めることで、マージンを計算するための複数の係数をオペレータが設定する必要がなくなり、手間が削減される。また、充填水素量の実際の値を用いてマージンが決められるため、より利用価値の高い水素貯蔵要求量を得ることが出来る。

[0116] （第１０の実施形態）

次に、第１０の実施形態について説明する。この第１０の実施形態は、水素EMS２６と水素MMS５０の物理的な配置方法や通信機能について説明するものである。

[0117] 図３２は、第１０の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMSと水素EMSとの物理的な配置方法と通信機能について説明する図である。図３２（ａ）に示すように、従来の構成では、水素EMSに相当する運転パターン決定プログラムと、水素MMSに相当する負荷予測プログラムとが、同じ機器で動作する同じプログラムで実現されるシステム構成になっている。

[0118] これに対し、第１０の実施形態では、図３２（ｂ）に示すように、DB（データベース）を介して水素MMS５０と水素EMS２６とが情報をやり取りする構成や、図３２（ｃ）に示すように、共有ファイルを介して水素MMS５０と水素EMS２６とが情報をやり取りする構成や、図３２（ｄ）に示すように、水素MMS５０と水素EMS２６とが直接通信する構成とする。

[0119] また、水素MMS５０と水素EMS２６とは、同じプログラム内、または同じ実行形式ファイルで実現されても良い。また、水素MMS５０と水素E

MS 2 6 とは、同じ機器上で実行される別のプログラム内または別の実行形式ファイル内で実現されても良い。

さらに、水素MMS 5 0 と水素EMS 2 6 とは、異なる機器上で実行される別のプログラム内、または別の実行形式ファイル内で実現されてもよい。

[0120] 上記のように、水素EMS 2 6 は水素製造を制御する。このため、水素EMS 2 6 は水電解装置 2 1 などの水素製造のための装置の近くに配置されることが望ましい。また、水素MMS 5 0 は、ディスペンサー 2 5 の近くに配置されることが望ましい。

[0121] 第 1 0 の実施形態では、水素EMS 2 6 と水素MMS 5 0 を別々の機器で実現できる。これにより、水素製造を行って、これを水素貯蔵容器 2 2 に貯蔵するための地理的位置と、ディスペンサー 2 5 が配置される地理的位置とが離れている場合に対応できる。これは、水素貯蔵容器 2 2 に貯蔵された水素がタンクローリ車などで輸送され、この水素が、ディスペンサー 2 5 が配置された位置に対応する別の水素貯蔵容器 2 2 に貯蔵される場合に対応する。

[0122] 図 3 3 は、第 1 0 の実施形態における水素需要量予測システムの構成例を示す図である。図 3 4 は、第 1 0 の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMS の機能構成例を示すブロック図である。

図 3 3 および図 3 4 に示すように、水素MMS 5 0 は、水素EMS 2 6 を介さずに、例えばディスペンサー 2 5 から水素の充填実績を直接受信することができる。また、ディスペンサー 2 5 に限らず、水素MMS 5 0 は、蓄圧器 2 4 から水素の充填実績を、水素EMS 2 6 を介さずに直接受信することができる。

[0123] (第 1 1 の実施形態)

次に、第 1 1 の実施形態について説明する。図 3 5 は、第 1 1 の実施形態における水素需要量予測システムの水素MMS の機能構成例を示すブロック図である。図 3 5 に示すように、第 1 1 の実施形態では、水素MMS 5 0 は、充填水素量推定部 5 0 n をさらに有する。

- [0124] DB50dは、WMS31から送信された、各区分で実施された作業（入荷、出荷など）の過去データを格納する。また、DB50dは、オペレータがUI50cを操作することによる、各区分で実施されると推定される作業の情報の過去データ（経験値）を格納する。
- [0125] さらに、DB50dは、オペレータがUI50cを操作することによる、FCフォークリフトの動作（爪の上げ下げ、移動など）毎の単位消費燃料（動作毎の水素消費量）と、各区分での作業で行われる平均的なフォークリフト動作比率の情報を格納する。
- [0126] このフォークリフト動作比率とは、各区分（入荷、出荷など）での、各作業（荷卸し、搬送、など）についての、動作（爪の上げ下げ、移動など）の比率である。例えば、荷卸しという作業について、爪上げ下げの単位消費燃料が9（kg-H<sub>2</sub>/m）、移動の単位消費燃料が3（kg-H<sub>2</sub>/m）の場合は、フォークリフト動作比率は「爪の上げ下げ：移動＝3：1」などで表される。
- [0127] また、DB50fは、ASN32からの、各区分で実施されると予想される作業の需要予測対象日データを格納し、また、カレンダーデータ33、気象予測データ34を格納する。
- [0128] 充填水素量推定部50nは、WMS31からDB50dに格納された過去データ、UI50cからDB50dに格納された過去データ（経験値）、上記のFCフォークリフトの動作毎の単位消費燃料、上記の平均的なフォークリフト動作比率、DB50dに格納される需要予測対象日データ、カレンダーデータ33、気象予測データ34を、各区分での作業に関する情報として取得する。充填水素量推定部50nは、この取得した情報に基づいて、過去の各区分でのFCフォークリフトの消費燃料を推定する。
- [0129] 24時間分予測部50iは、この推定した消費燃料を、過去の水素充填水素量とみなして、学習フェーズで利用する。
- [0130] また、ASN32から、各区分で実施されると予想される作業の需要予測対象日データを取得することが出来る場合は、24時間分予測部50iは、



このデータで示される作業を、需要予測用の各種モデルを構築する際の因子とすることが出来る。

[0131] このように、第11の実施形態では、FCフォークリフトの動作が燃料消費に与える比率が、その動作毎に異なることを利用して過去の水素充填水素量を求めることができるので、需要予測精度を向上させることができる。

[0132] なお、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0133] また、各実施形態に記載した手法は、計算機（コンピュータ）に実行させることができるプログラム（ソフトウェア手段）として、例えば磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク等）、光ディスク（CD-ROM、DVD、MO等）、半導体メモリ（ROM、RAM、フラッシュメモリ等）等の記録媒体に格納し、また通信媒体により伝送して頒布することもできる。なお、媒体側に格納されるプログラムには、計算機に実行させるソフトウェア手段（実行プログラムのみならずテーブルやデータ構造も含む）を計算機内に構成させる設定プログラムをも含む。本装置を実現する計算機は、記録媒体に記録されたプログラムを読み込み、また場合により設定プログラムによりソフトウェア手段を構築し、このソフトウェア手段によって動作が制御されることにより上述した処理を実行する。なお、本明細書でいう記録媒体は、頒布用に限らず、計算機内部あるいはネットワークを介して接続される機器に設けられた磁気ディスクや半導体メモリ等の記憶媒体を含むものである。

## 符号の説明

[0134] 10…発電設備、20…水素ステーション、21…水電解装置、22…水素貯蔵容器、23…圧縮機、24…蓄圧器、25…ディスペンサー、26…

水素EMS (Energy Management System)、31…WMS (Warehouse Management System)、32…ASN (Advanced Shipping Notice)、41, 42…データベース、50…水素MMS (Mobility Management System)、50a, 50c, 50e…UI (User Interface)、50b…区分・ディスペンサー設定部、50i…24時間分予測部、50j…再予測部、50k…水素貯蔵要求量計算部、50m…通信部、50n…充填水素量推定部。

## 請求の範囲

### [請求項1]

水素を製造する水素製造手段と、

前記水素製造手段が製造した水素により発電する燃料電池で駆動する燃料電池車両の水素貯蔵要求量を求めることで、前記燃料電池車両の水素需要予測を行う需要予測手段と、

前記水素貯蔵要求量に基づいて、前記水素製造手段を制御するための水素製造計画を管理する管理手段とを備え、

前記需要予測手段は、

前記燃料電池車両の過去の水素充填実績を含む入力データを前記管理手段から入力し、

前記入力データを、需要予測対象日の1日の充填水素量の総量である日量と、前記1日の所定の充填タイミングにおける充填水素量を前記総量で除して正規化したパタンとに分割して、前記日量と前記パタンのそれぞれの水素需要予測モデルを構築し、

前記日量の予測モデルは、前記日量に影響を与える因子により分類され、前記パタンの予測モデルは、前記パタンに影響を与える因子により分類され、

前記需要予測対象日の因子と前記分類された予測モデルとに基づく、前記需要予測対象日の前記日量と前記パタンの検索結果を掛け合わせて、前記需要予測対象日における充填水素量の絶対量としての予測結果を求める24時間分予測部と、

前記予測結果にマージン分の充填水素量を加算して、前記水素貯蔵要求量を計算し、

前記計算した水素貯蔵要求量を前記管理手段に通知する水素貯蔵要求量計算部と

を有する水素需要量予測システム。

### [請求項2]

前記水素貯蔵要求量計算部は、

前記管理手段から前記水素充填実績を入力した時である場合は、前

回予測した前記水素貯蔵要求量から充填された水素量を減算して新たな水素貯蔵要求量を計算する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項3]

前記需要予測手段は、

前記予測結果で示される充填水素量と実際の充填水素量との差分が所定の条件を満たして大きい場合、前記日量と前記パターンとに分割する前の前記入力データの中から、前記需要予測対象日の当日の開始時刻から、前記差分が前記条件を満たして大きくなる時刻までについて、実際の前記充填水素量の変化に最も類似する前記入力データを前記充填水素量の再予測結果とし、前記再予測結果を新たな水素貯蔵要求量として前記管理手段に通知する再予測部をさらに有する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項4]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データにおける前記正規化したパターンに対して、前記パターンに影響を与える因子に応じた分類を行い、各分類のデータにおける各時刻での平均値を、この時刻の予測値とすることで、前記因子に対応した前記パターンの予測モデルを構築する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項5]

前記水素貯蔵要求量計算部は、

前記再予測部による再予測結果を判定するための、前記予測結果で示される充填水素量と実際の充填水素量との差分の閾値と、所定の 1 以上の係数との乗算値に、前記水素製造手段による水素製造能力と前記閾値との差異を考慮した係数を加算した値を前記充填水素量のマージンとして設定する

請求項 3 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項6]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データを、前記 1 日の充填水素量の日量と、前記正規化したパターンとに分割し、

前記分割した前記パターンを、前記パターンに影響を与える因子により分類し、

前記分類したパターンについて、各時刻の分散を計算することで分布モデルを構築し、

充填水素量の実績値が、前記分布モデルの該当時刻の分布の中で所定のパーセンテージの信頼区間に入っているか否かに応じて、前記再予測部による再予測を実施するか否かを判定する

請求項 3 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項7]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データを、前記入力データに影響を与える因子により分類し、

前記分類した入力データを、前記 1 日の充填水素量の日量と、前記正規化したパターンとに分割して、前記それぞれの水素需要予測モデルを構築し、

前記分割した前記パターンについて、各時刻の分散を計算することで分布モデルを構築し、

前記再予測部は、

充填水素量の実績値が、前記分布モデルの該当時刻の分布の中で、所定のパーセンテージの信頼区間に入っているか否かに応じて、前記再予測部による再予測を実施するか否かを判定する

請求項 3 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項8]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データを、前記 1 日の充填水素量の日量と、前記需要予測対象日における所定の複数の時間帯における充填水素量を前記 1 日の充填水素量の総量で除して正規化したパターンとに分割して、前記日量と前記パターンのそれぞれの予測モデルを構築する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項9]

前記再予測部は、

前記予測結果で示される充填水素量と実際の充填水素量との差分が所定の条件を満たして大きい場合、前記日量と前記パターンとに分割する前の前記入力データの中の一部の期間での時系列変化を基に、時系列分析手法により、前記需要予測対象日の当日の開始時刻から、前記差分が前記条件を満たして大きくなる時刻までについて、実際の前記充填水素量の変化に最も類似する前記入力データを前記充填水素量の再予測結果とする

請求項 3 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項10]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データにおける前記正規化したパターンに対して、前記パターンに影響を与える因子に応じた分類を行い、

前記パターンにおける、所定の各時刻での差分と、前記各時刻の全てについての前記差分の合計値とに基づく類似度に基づいて、前記分類したパターンをグループ分類し、

前記グループ分類の結果における、所属するパターン数が最大であるグループ中のパターンに対して、各時刻における移動平均を計算することで前記因子に対応した前記パターンの予測モデルを構築する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項11]

前記 24 時間分予測部は、

前記入力データにおける前記正規化したパターンに対して、前記パターンに影響を与える因子に応じた分類を行い、

相関係数を用いて前記分類したパターンをグループ分類し、

前記グループ分類の結果における、所属するパターン数が最大であるグループ中のパターンに対して、各時刻における平均値を計算することで前記因子に対応した前記パターンの予測モデルを構築する

請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項12]

前記水素貯蔵要求量計算部は、

前記分布モデルにおける各時刻の分散に対して、所定の目標サービ

ス率に相当する信頼区間に対応する充填水素量を前記充填水素量のマージンとみなして、

このマージンを前記予測結果で示される充填水素量と合わせた値に基づいて、前記水素貯蔵要求量を計算する  
請求項 6 または 7 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項13]

前記需要予測手段は、

各区分で実施された作業を示す情報、各区分で実施されると推定される作業を示す情報、前記燃料電池車両の動作毎の単位消費燃料の情報、および、各区分での作業に対する、この作業のための前記燃料電池車両の動作の平均的な比率の情報を格納する格納手段と、

前記格納手段に格納された情報に基づいて、前記燃料電池車両の消費燃料を過去の充填水素量として推定する推定手段と  
をさらに有する請求項 1 に記載の水素需要量予測システム。

[請求項14]

燃料電池で駆動する燃料電池車両の水素貯蔵要求量を求めることで、前記燃料電池車両の水素需要予測を行う水素需要量予測方法において、

前記水素貯蔵要求量に基づいて、水素を製造する水素製造装置を制御するための水素製造計画を管理し、

前記燃料電池車両の過去の水素充填実績を含む入力データを入力し、

前記入力データを、需要予測対象日の 1 日の充填水素量の総量である日量と、前記 1 日の所定の充填タイミングにおける充填水素量を前記総量で除して正規化したパターンとに分割して、前記日量と前記パターンのそれぞれの水素需要予測モデルを構築し、

前記日量の予測モデルは、前記日量に影響を与える因子により分類され、前記パターンの予測モデルは、前記パターンに影響を与える因子により分類され、

前記需要予測対象日の因子と前記分類された予測モデルとに基づく

、前記需要予測対象日の前記日量と前記パタンの検索結果を掛け合わせて、前記需要予測対象日における充填水素量の絶対量としての予測結果を求め、

前記予測結果にマージン分の充填水素量を加算して、前記水素貯蔵要求量を計算し、

前記計算した水素貯蔵要求量を前記水素製造計画に用いる  
水素需要量予測方法。

[請求項15] 燃料電池で駆動する燃料電池車両の水素貯蔵要求量を求めることで、前記燃料電池車両の水素需要予測を行う水素需要量予測装置において、

水素を製造する水素製造手段を制御するための水素製造計画を管理する管理装置から、前記燃料電池車両の過去の水素充填実績を含む入力データを入力し、

前記入力データを、需要予測対象日の1日の充填水素量の総量である日量と、前記1日の所定の充填タイミングにおける充填水素量を前記総量で除して正規化したパターンとに分割して、前記日量と前記パタンのそれぞれの水素需要予測モデルを構築し、

前記日量の予測モデルは、前記日量に影響を与える因子により分類され、前記パタンの予測モデルは、前記パターンに影響を与える因子により分類され、

前記需要予測対象日の因子と前記分類された予測モデルとに基づく、前記需要予測対象日の前記日量と前記パタンの検索結果を掛け合わせて、前記需要予測対象日における充填水素量の絶対量としての予測結果を求める24時間分予測部と、

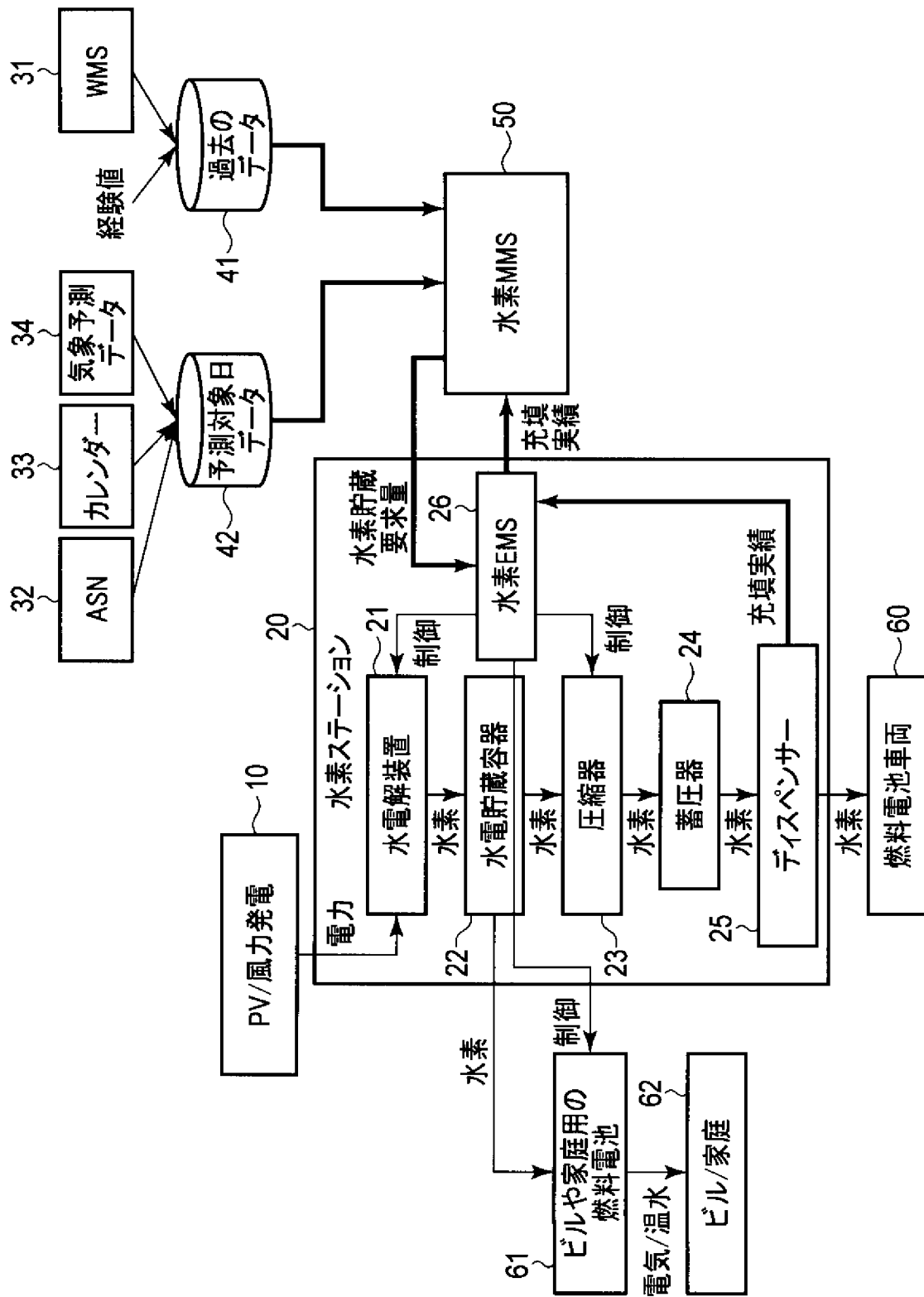
前記予測結果にマージン分の充填水素量を加算して、前記水素貯蔵要求量を計算し、

前記計算した水素貯蔵要求量を前記管理装置に通知する水素貯蔵要求量計算部と

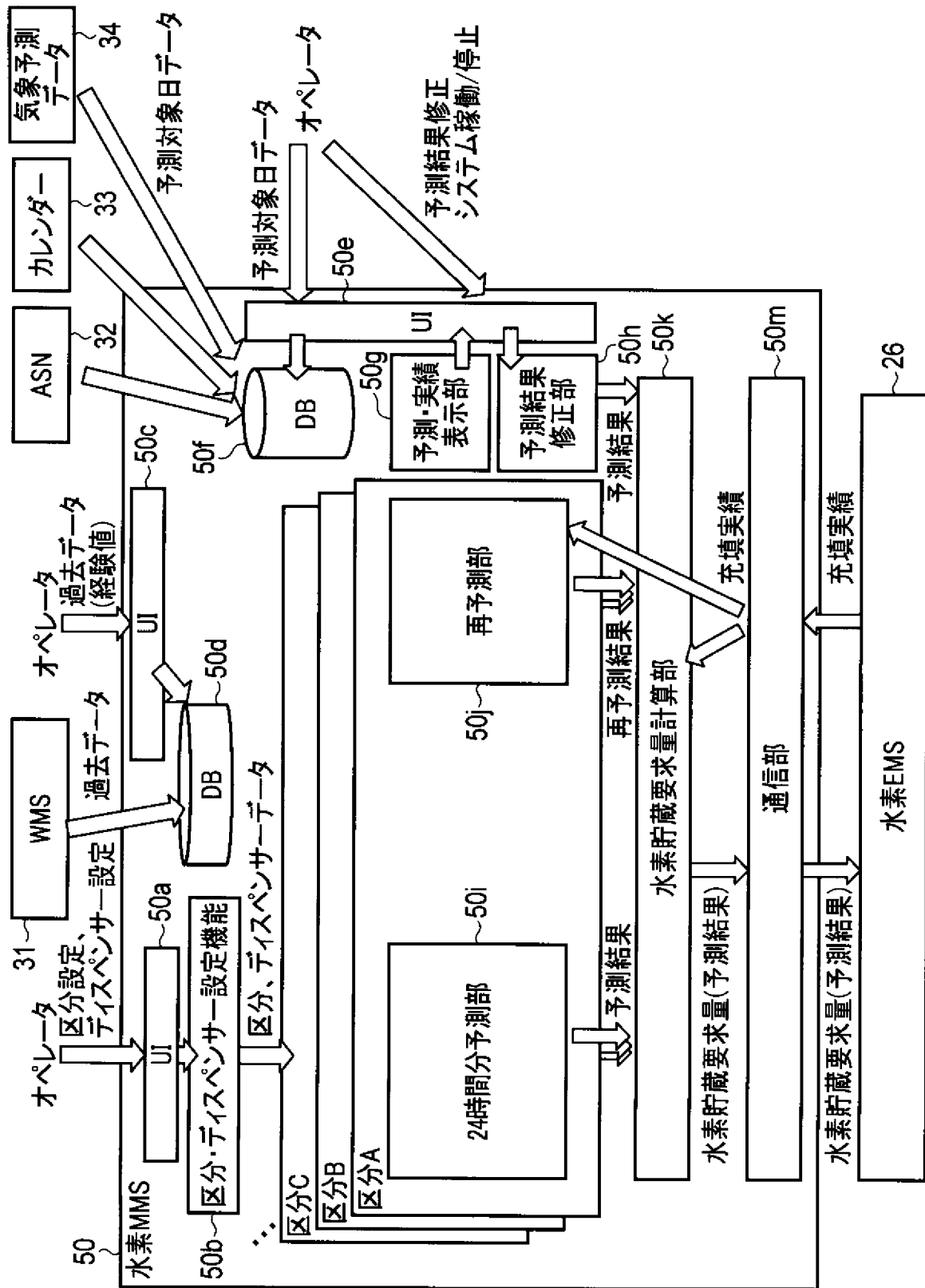


を有する水素需要量予測装置。

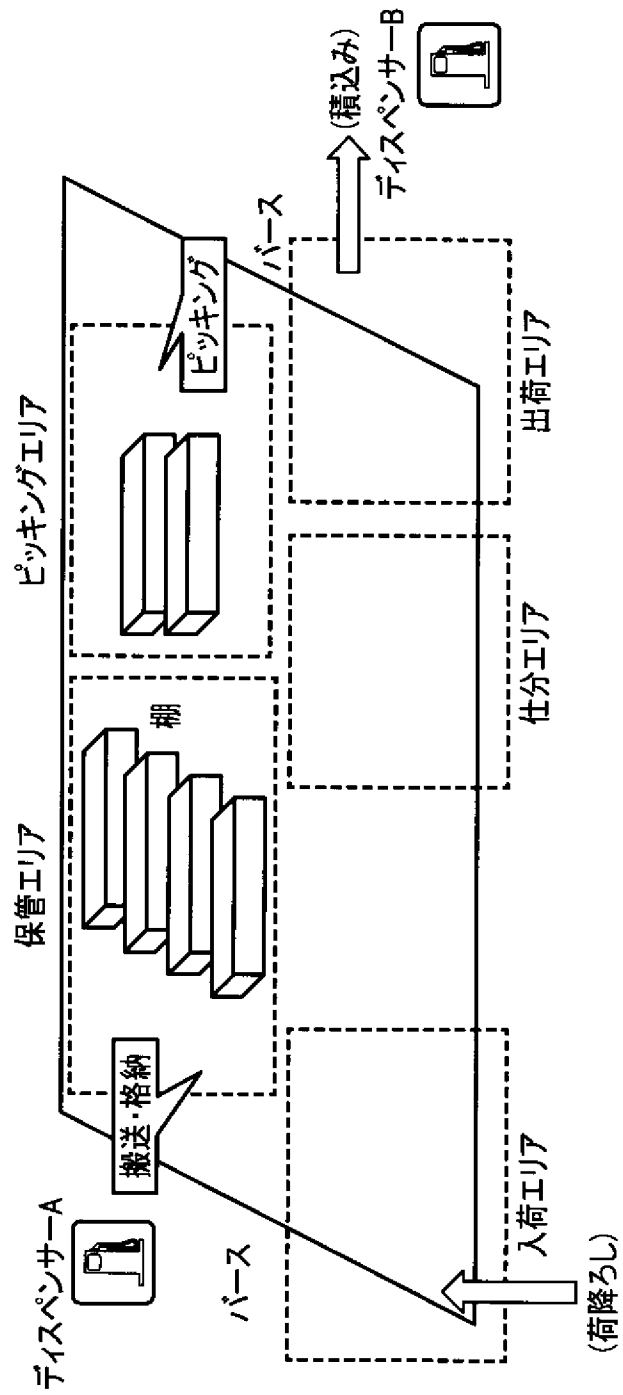
[図1]



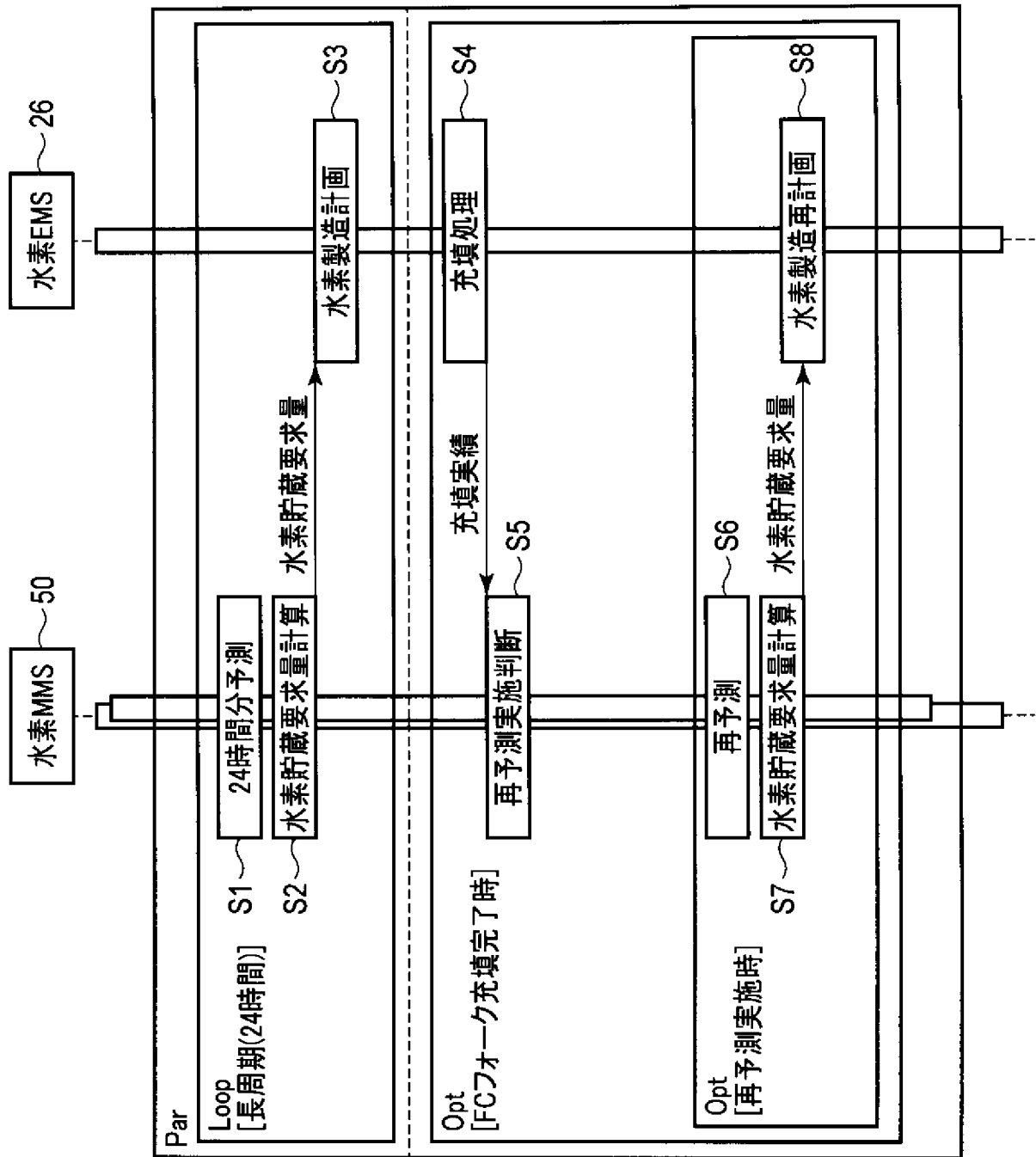
[図2]



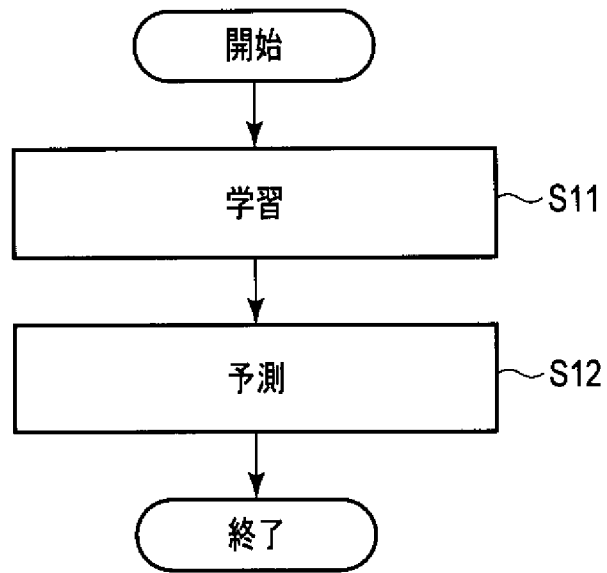
[図3]



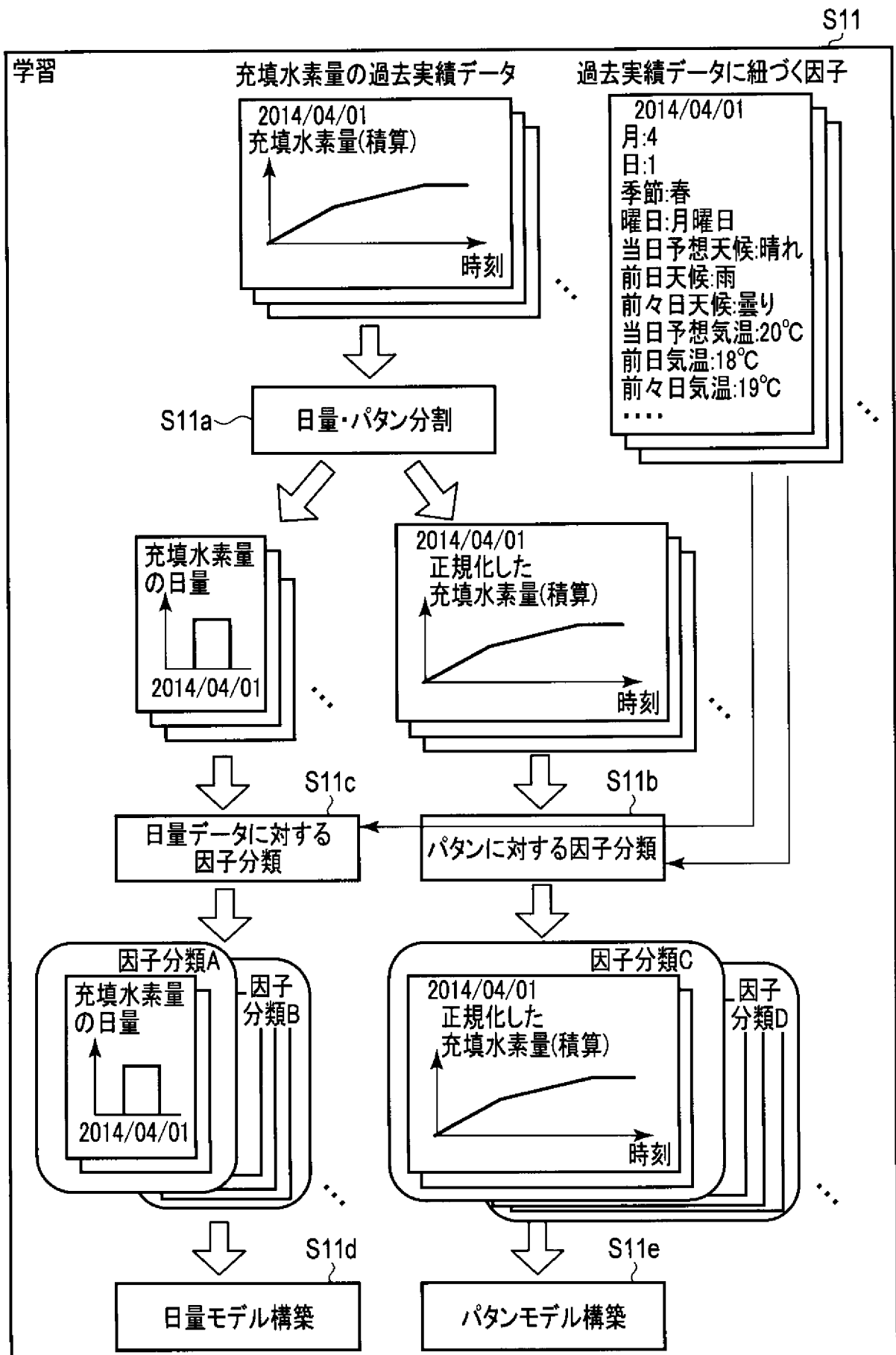
[図4]



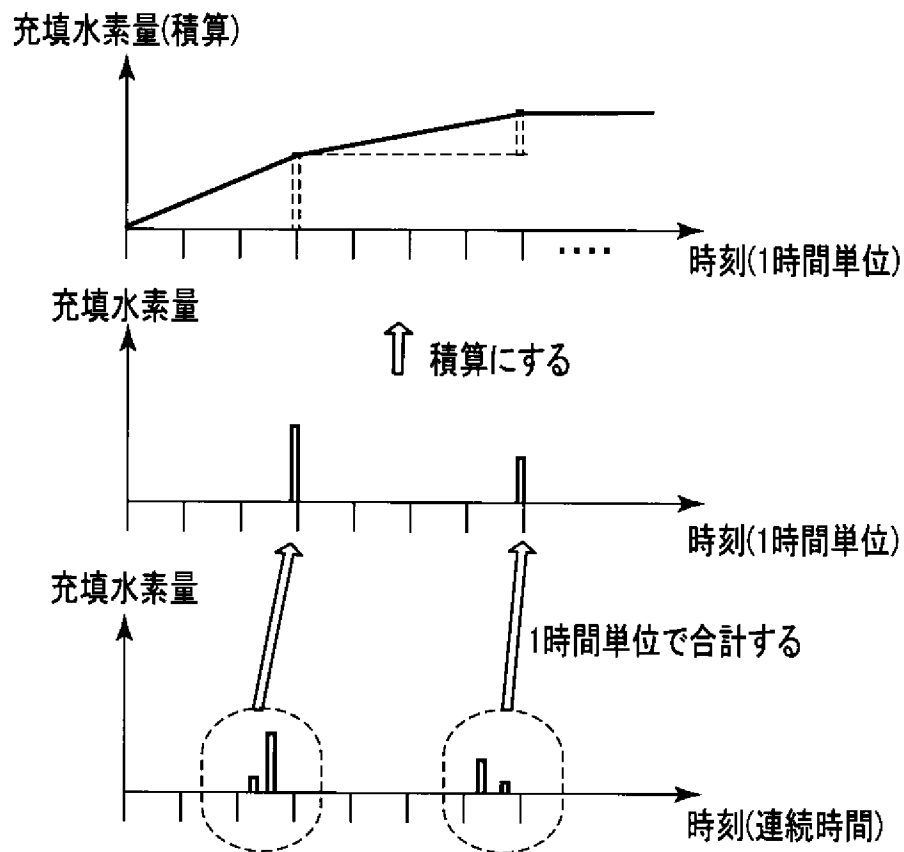
[図5]



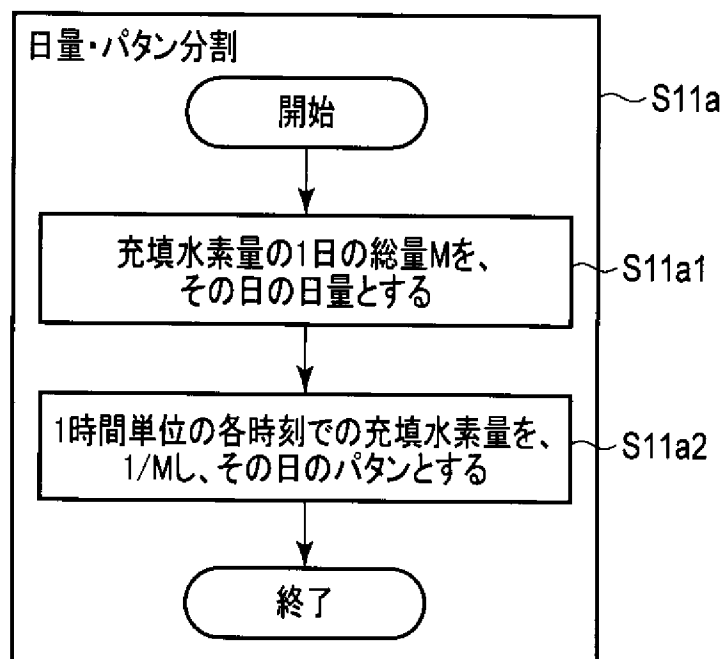
[図6]



[図7]

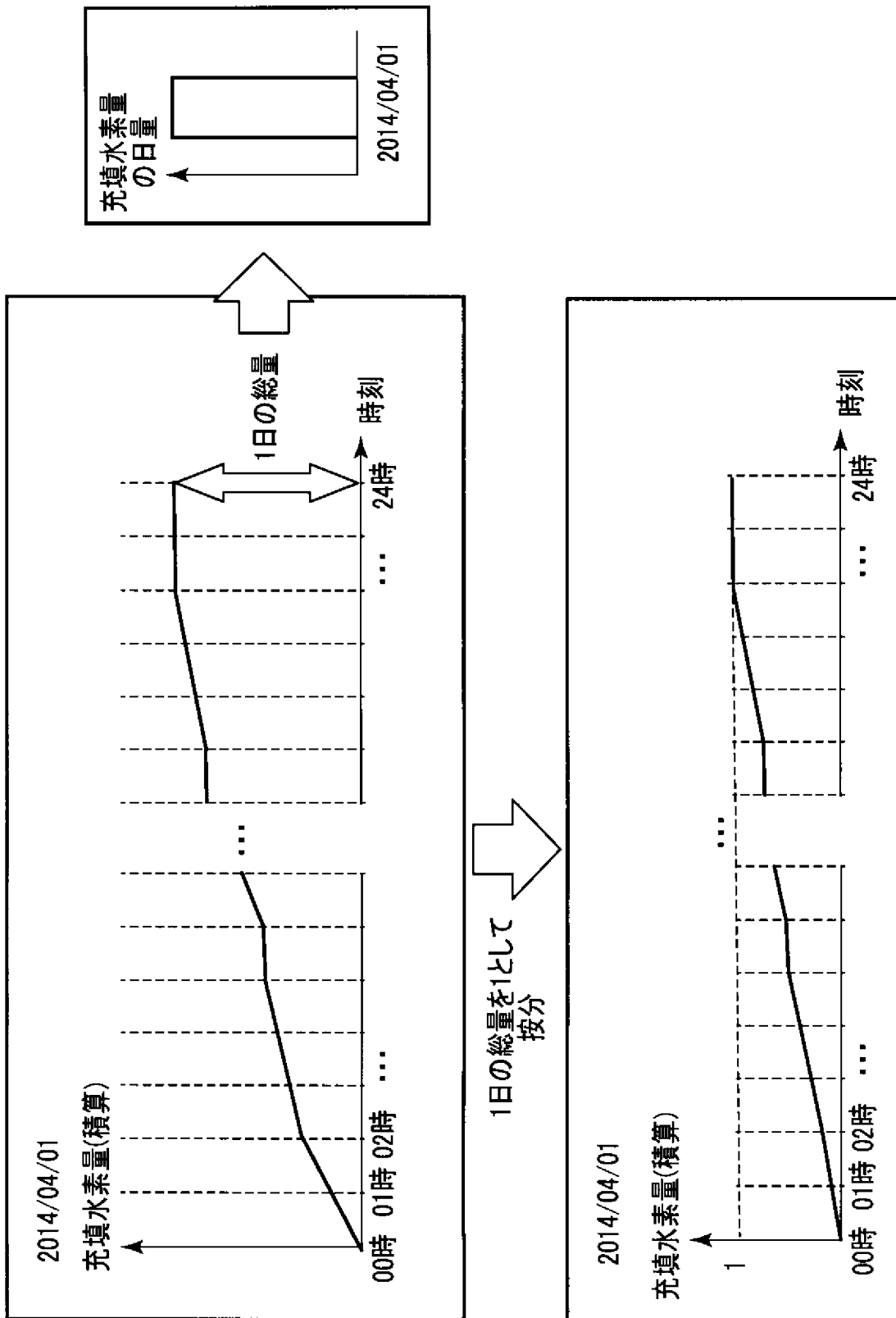


[図8]

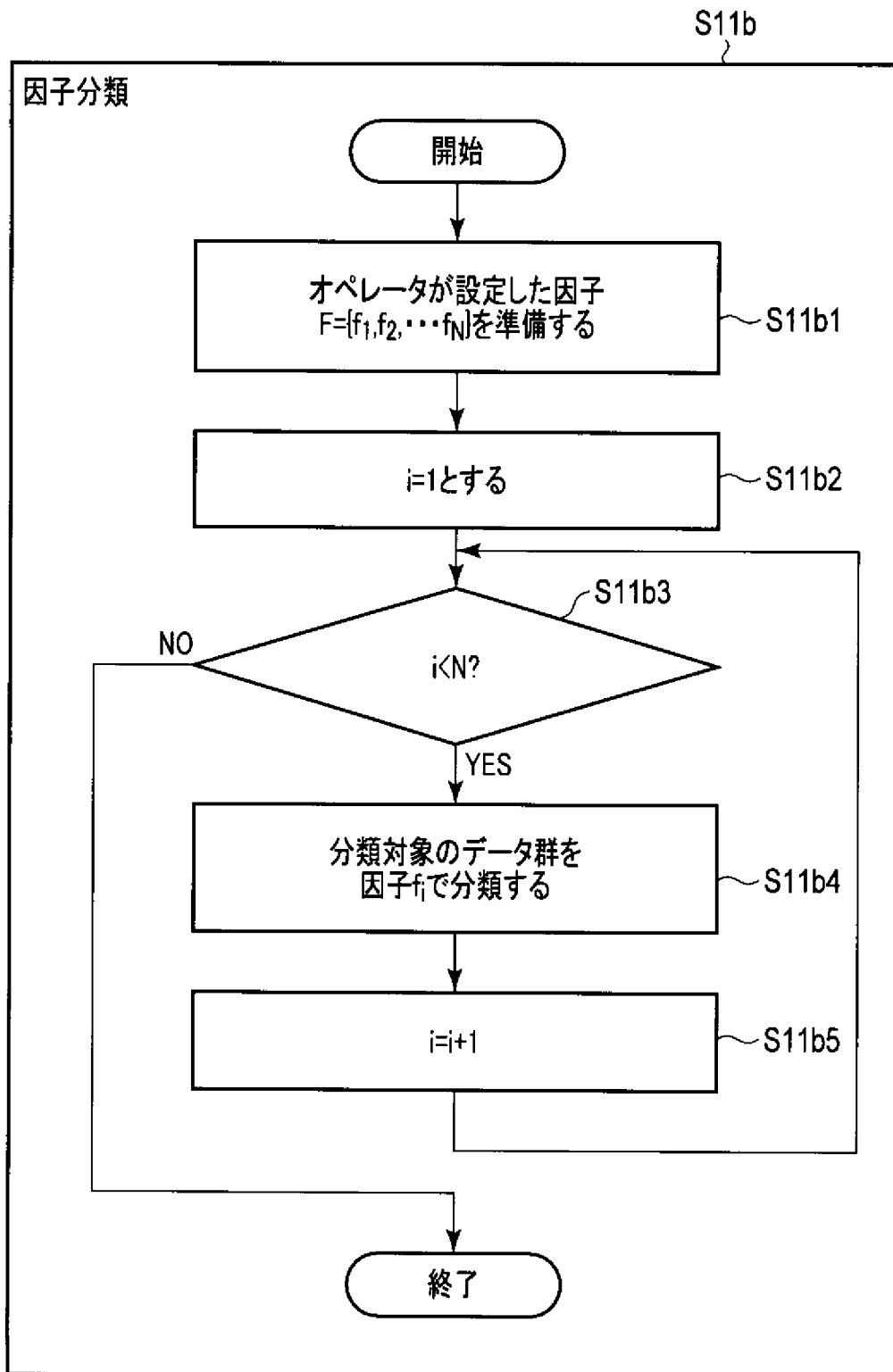




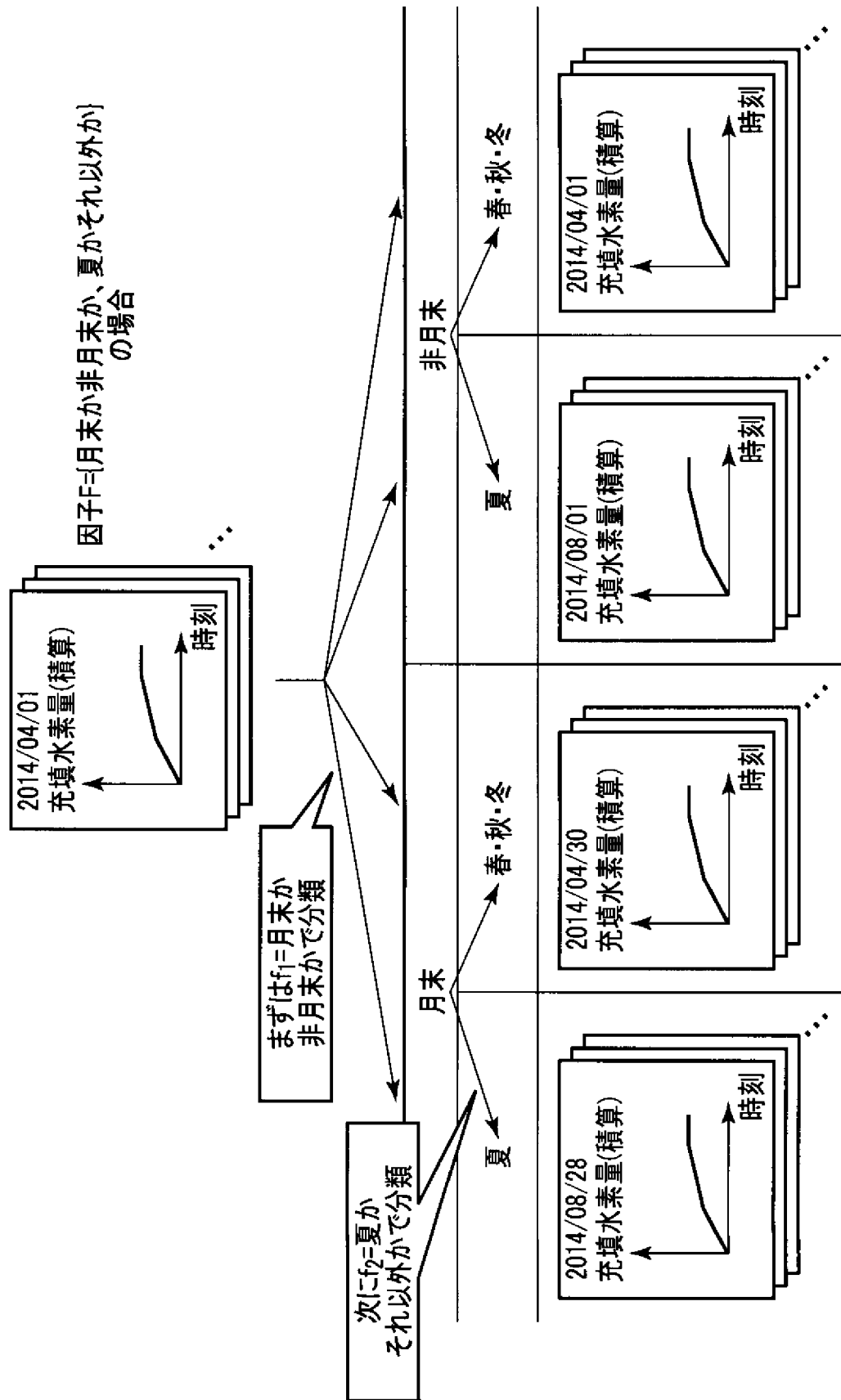
[図9]



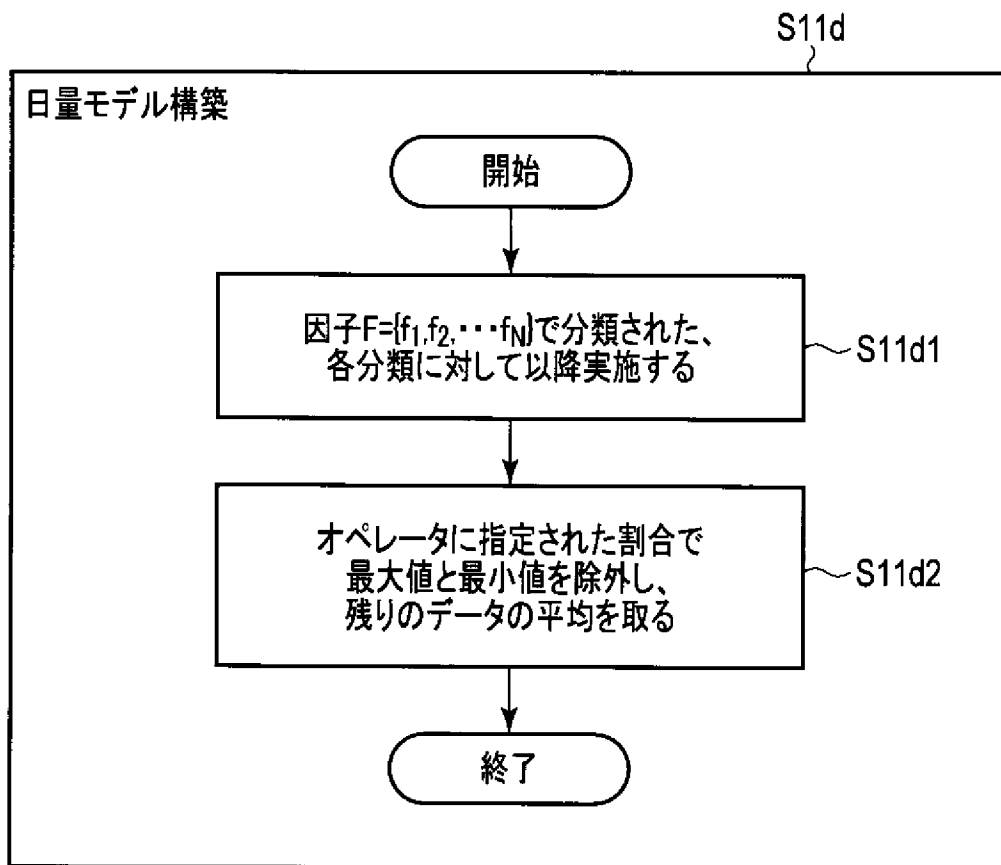
[図10]



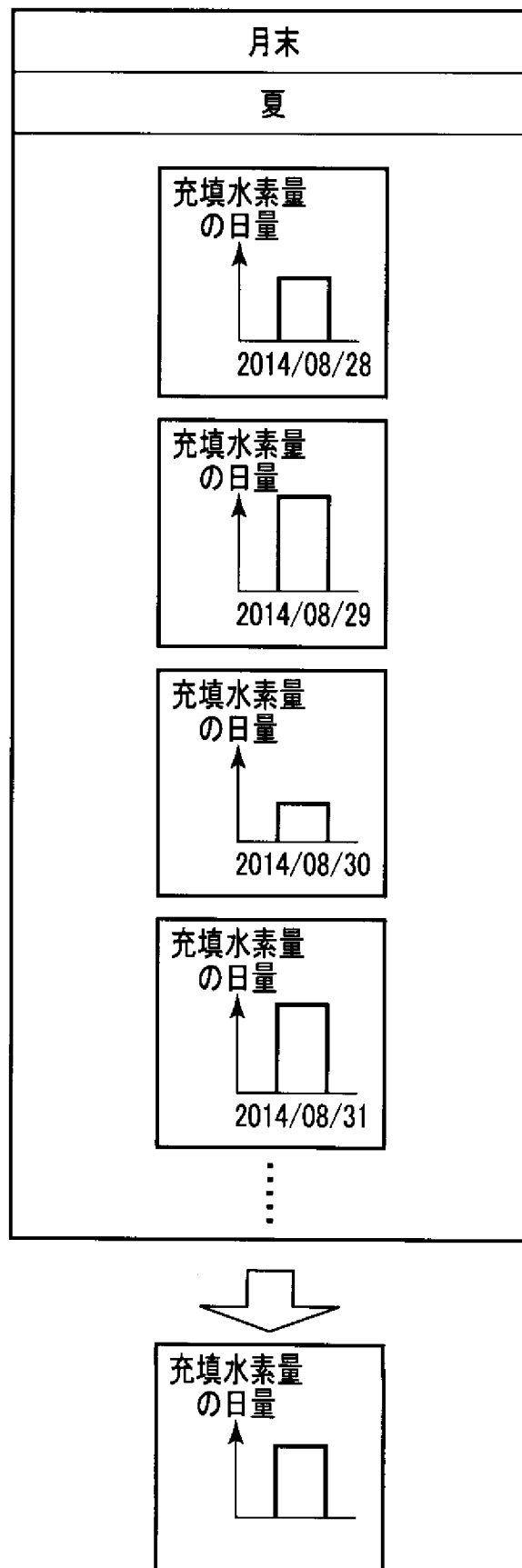
[図11]



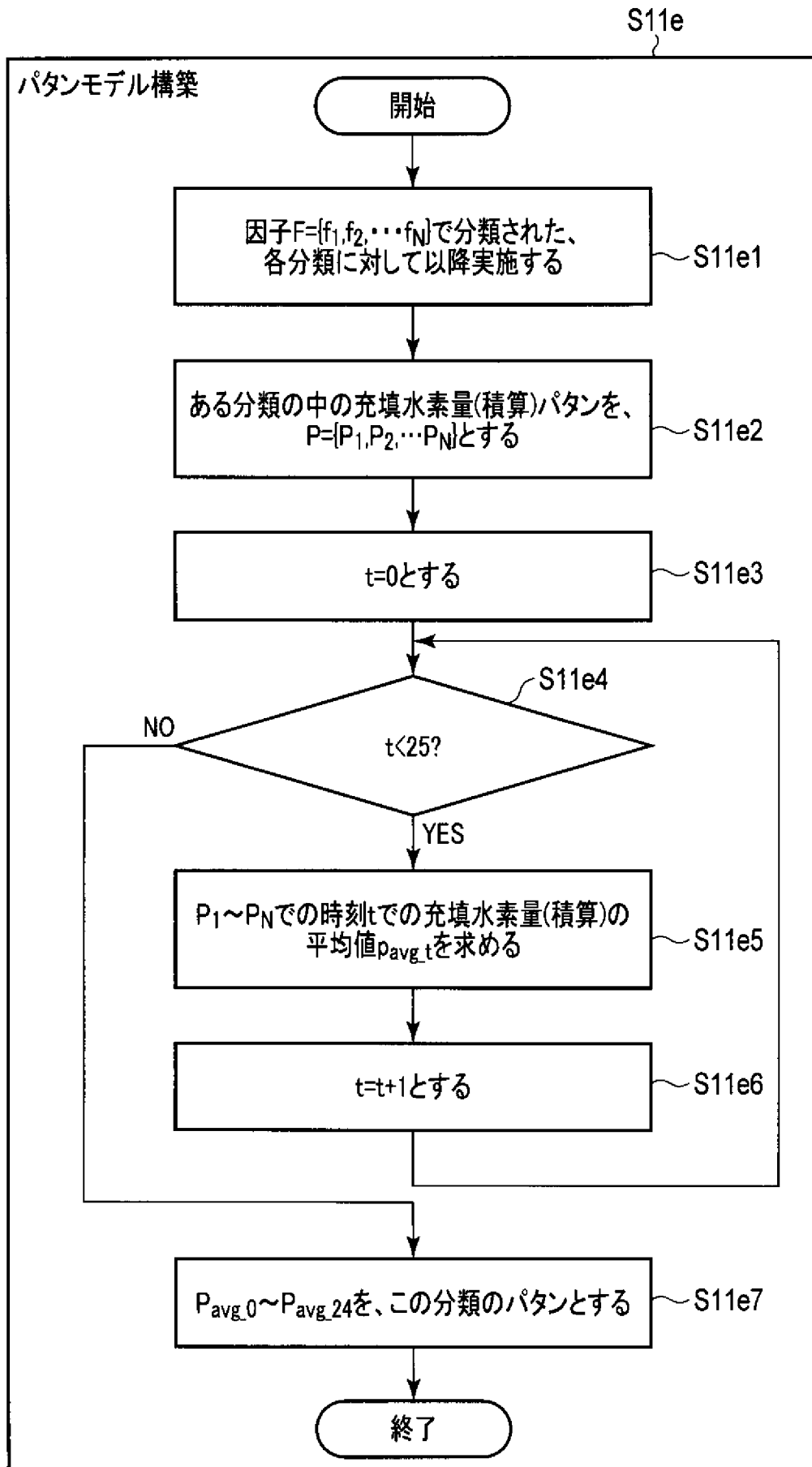
[図12]



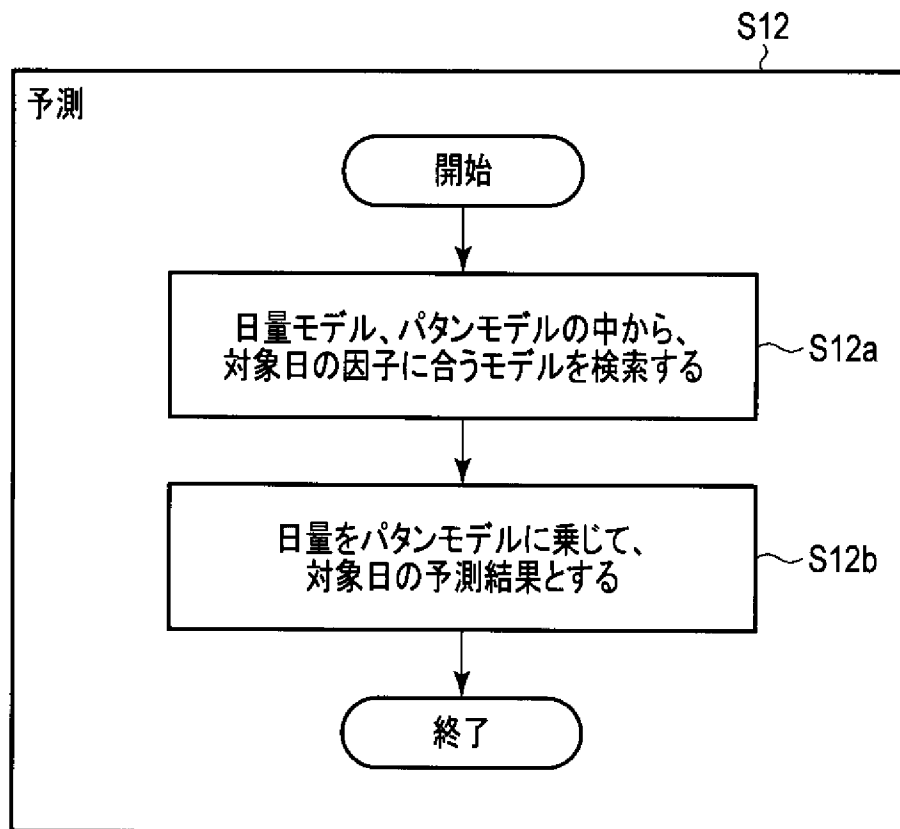
[図13]



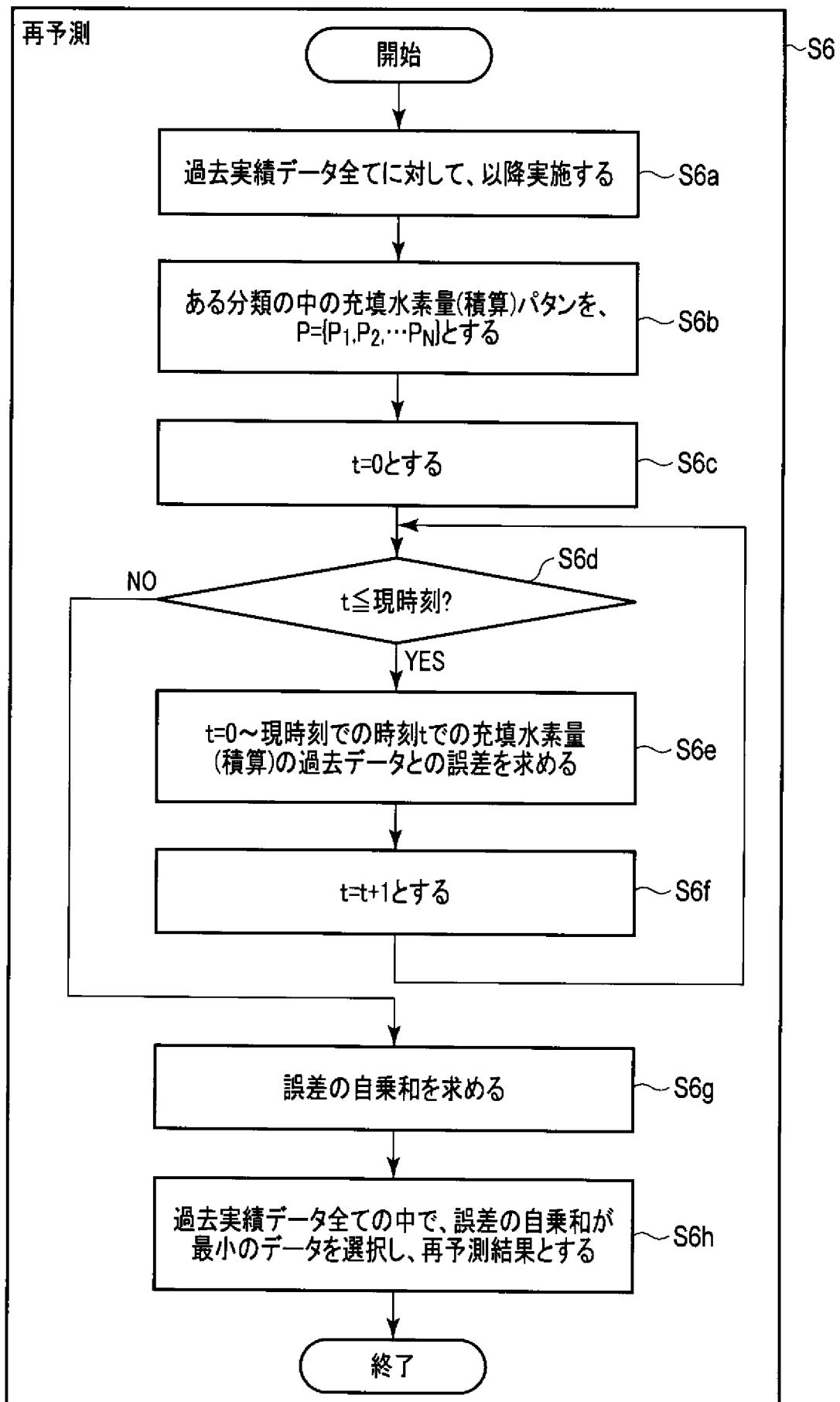
[図14]



[図15]

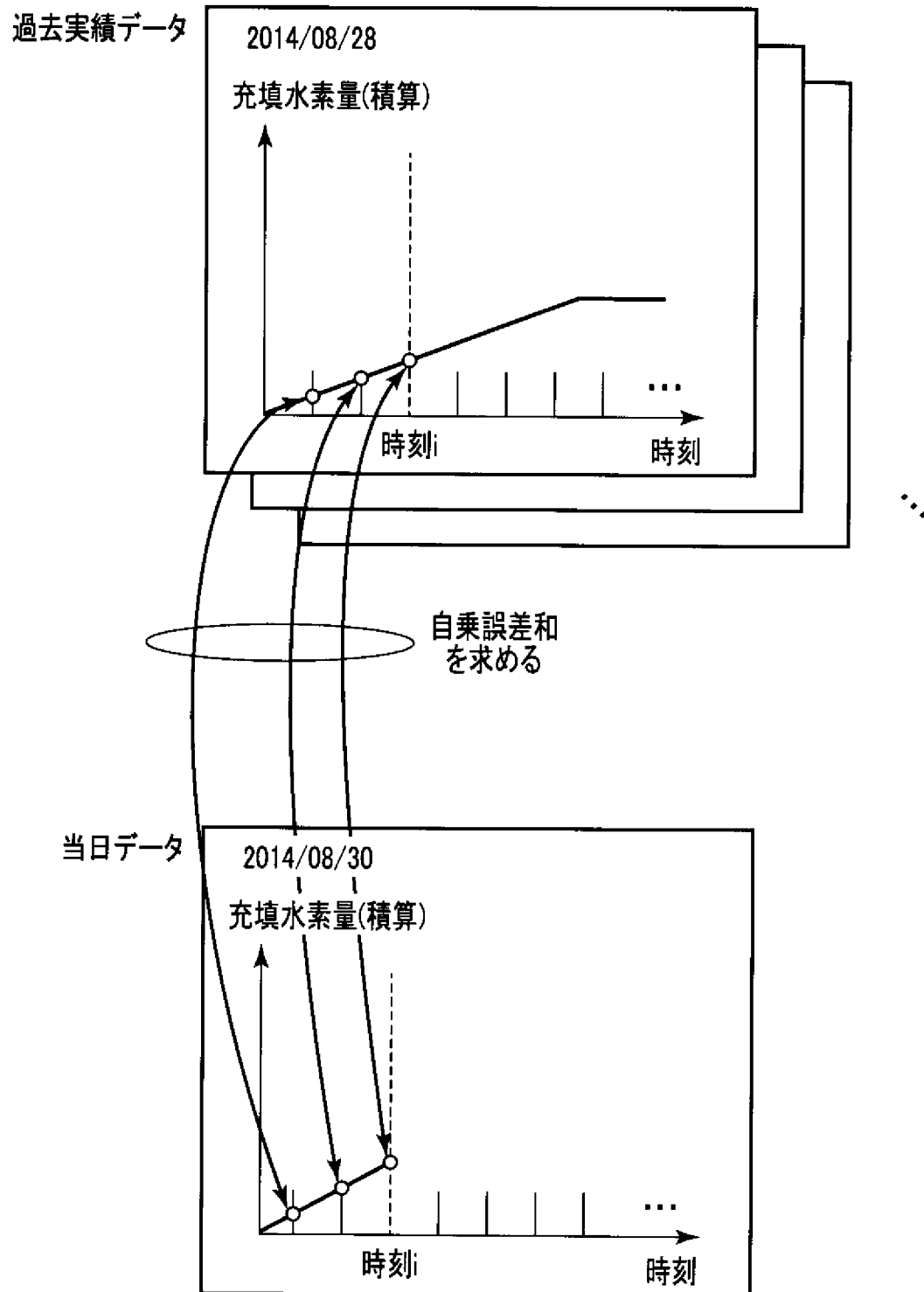


[図16]

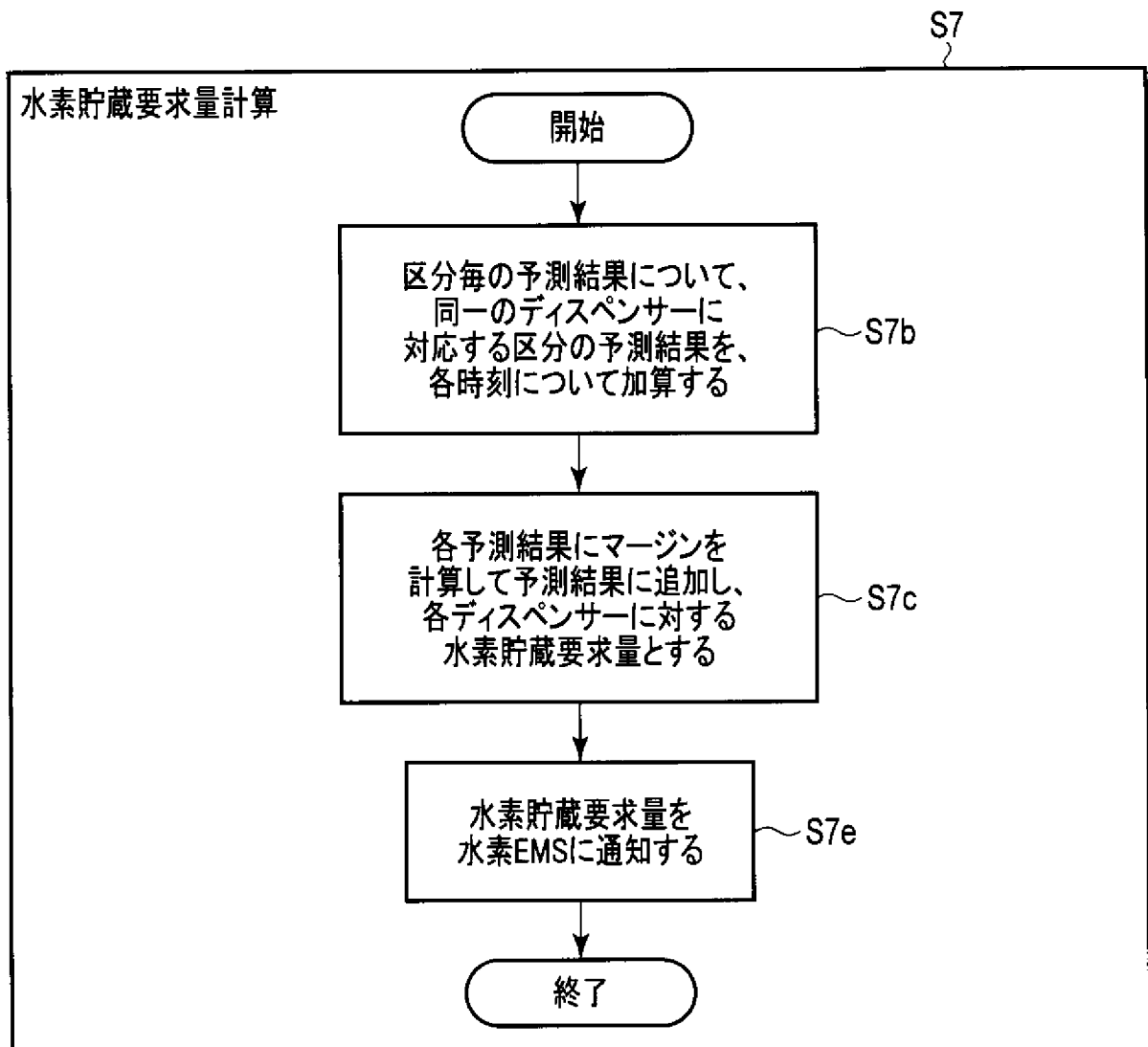




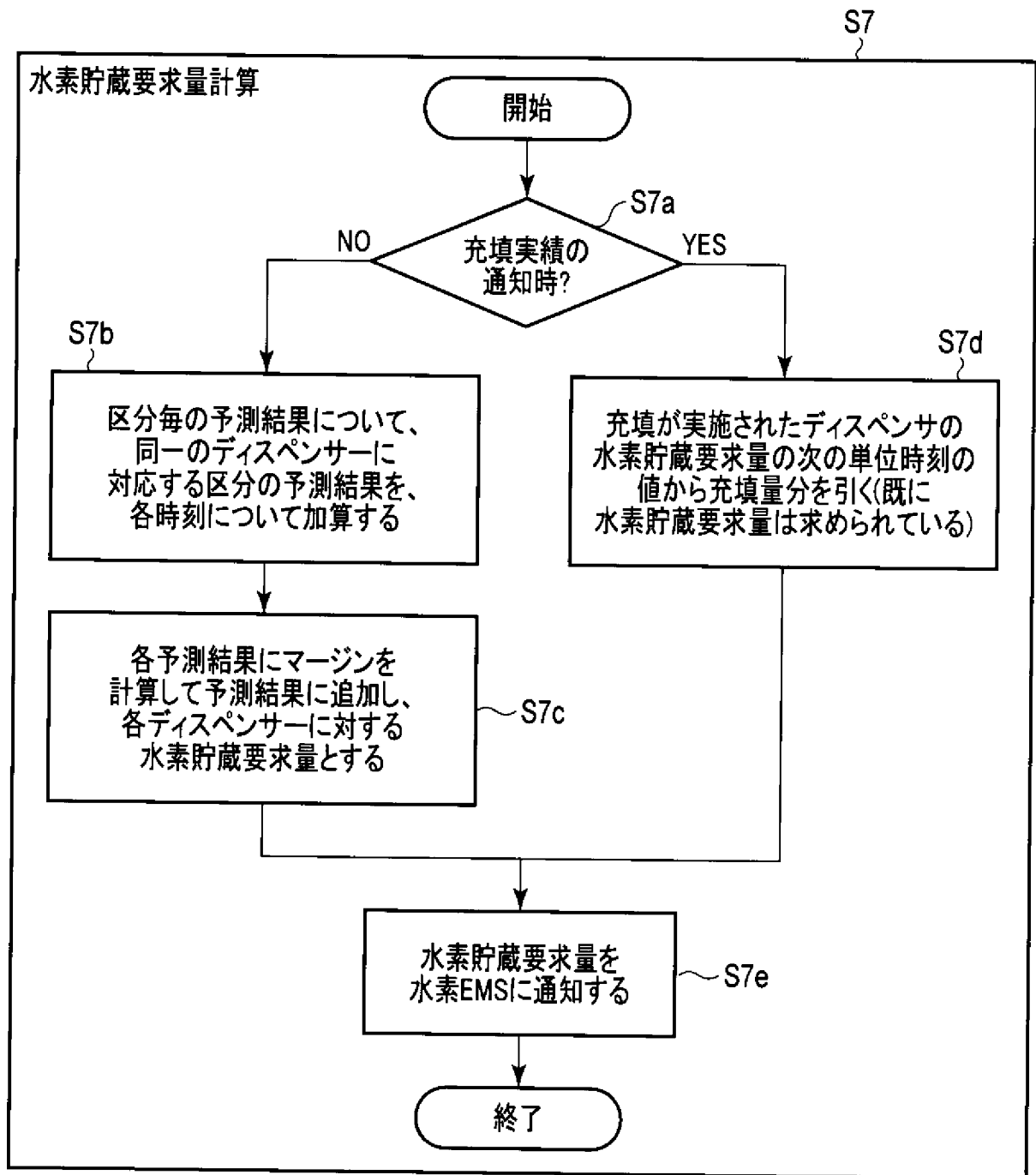
[図17]



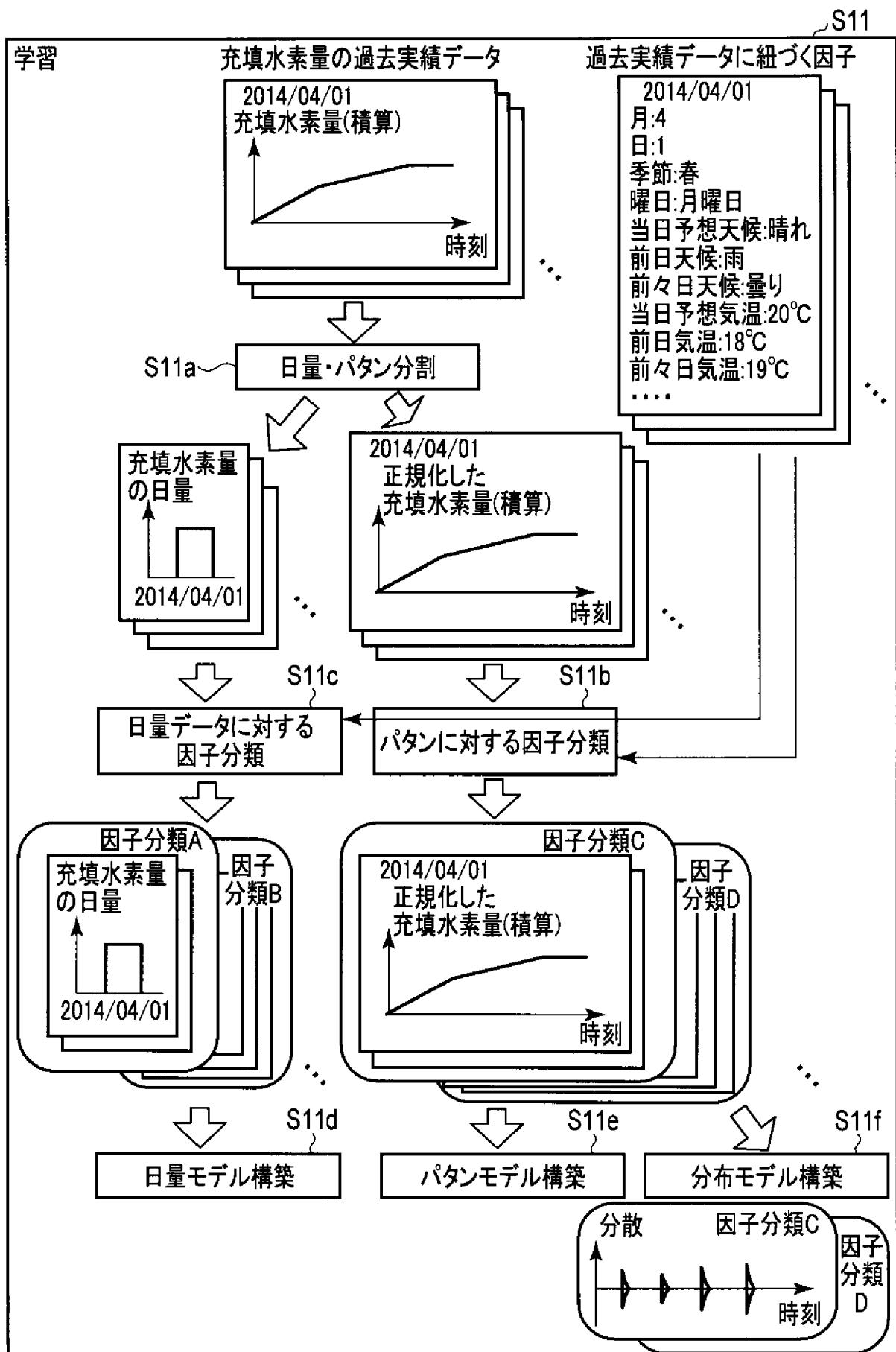
[図18]



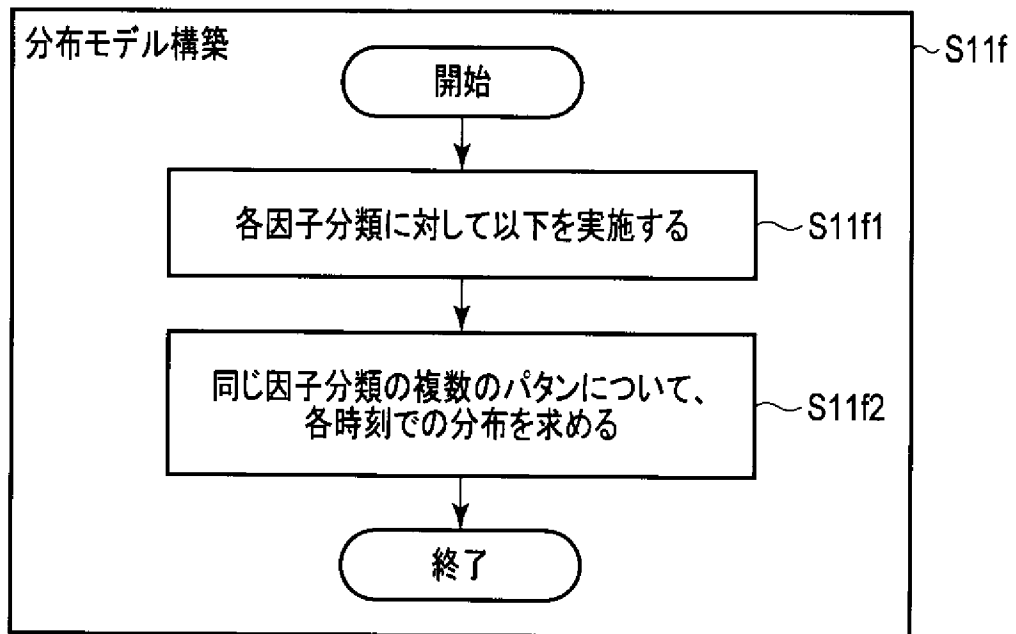
[図19]



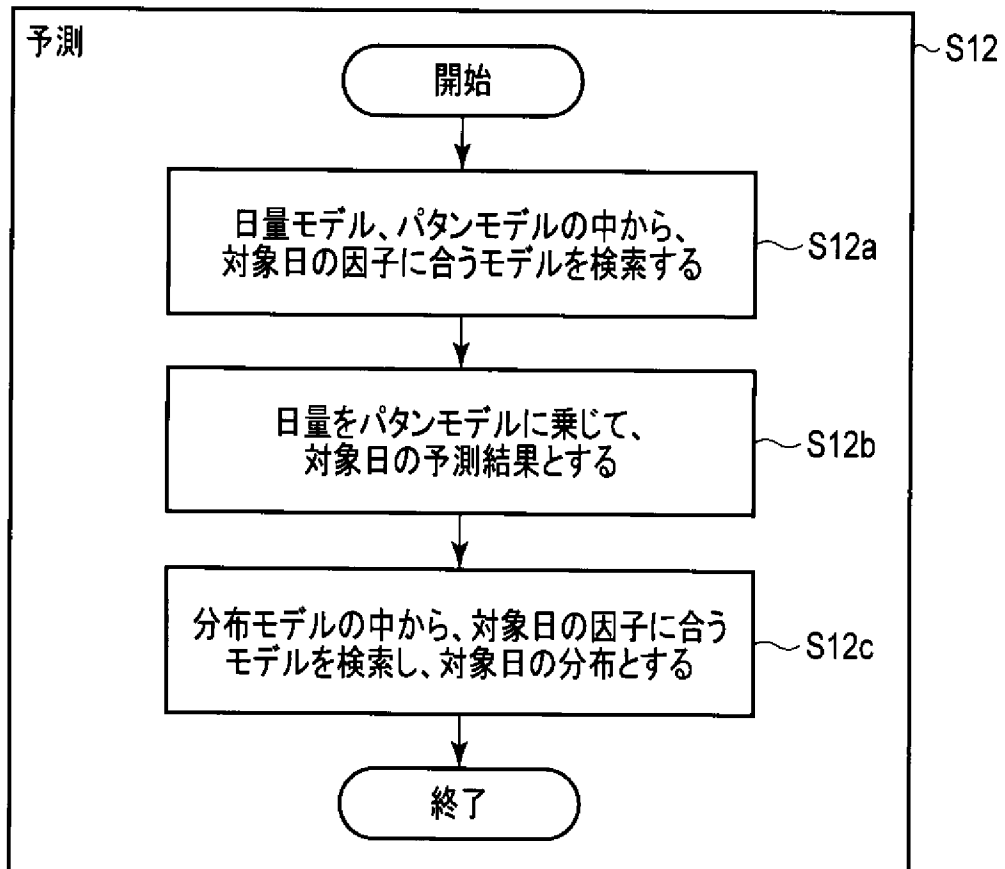
[図20]



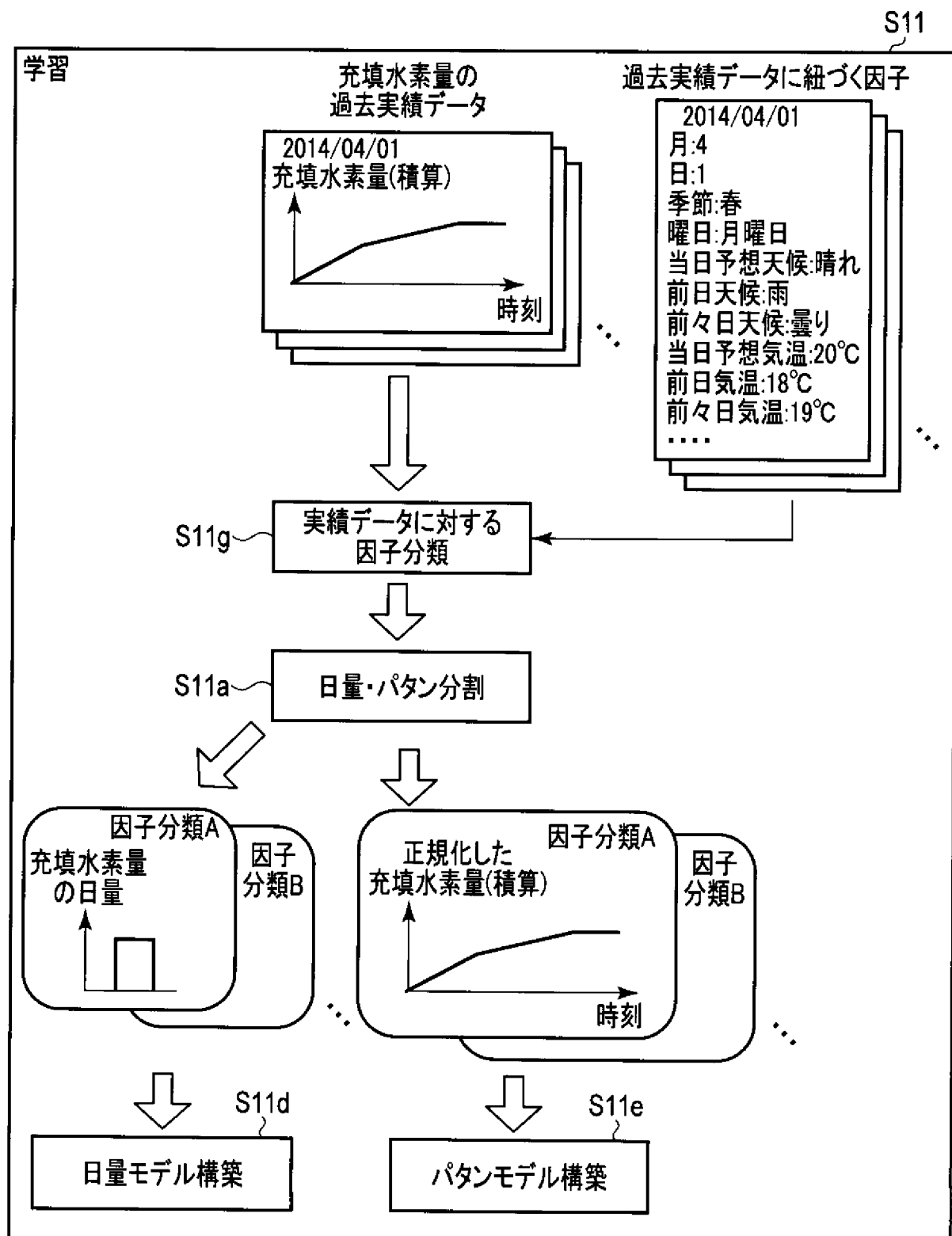
[図21]



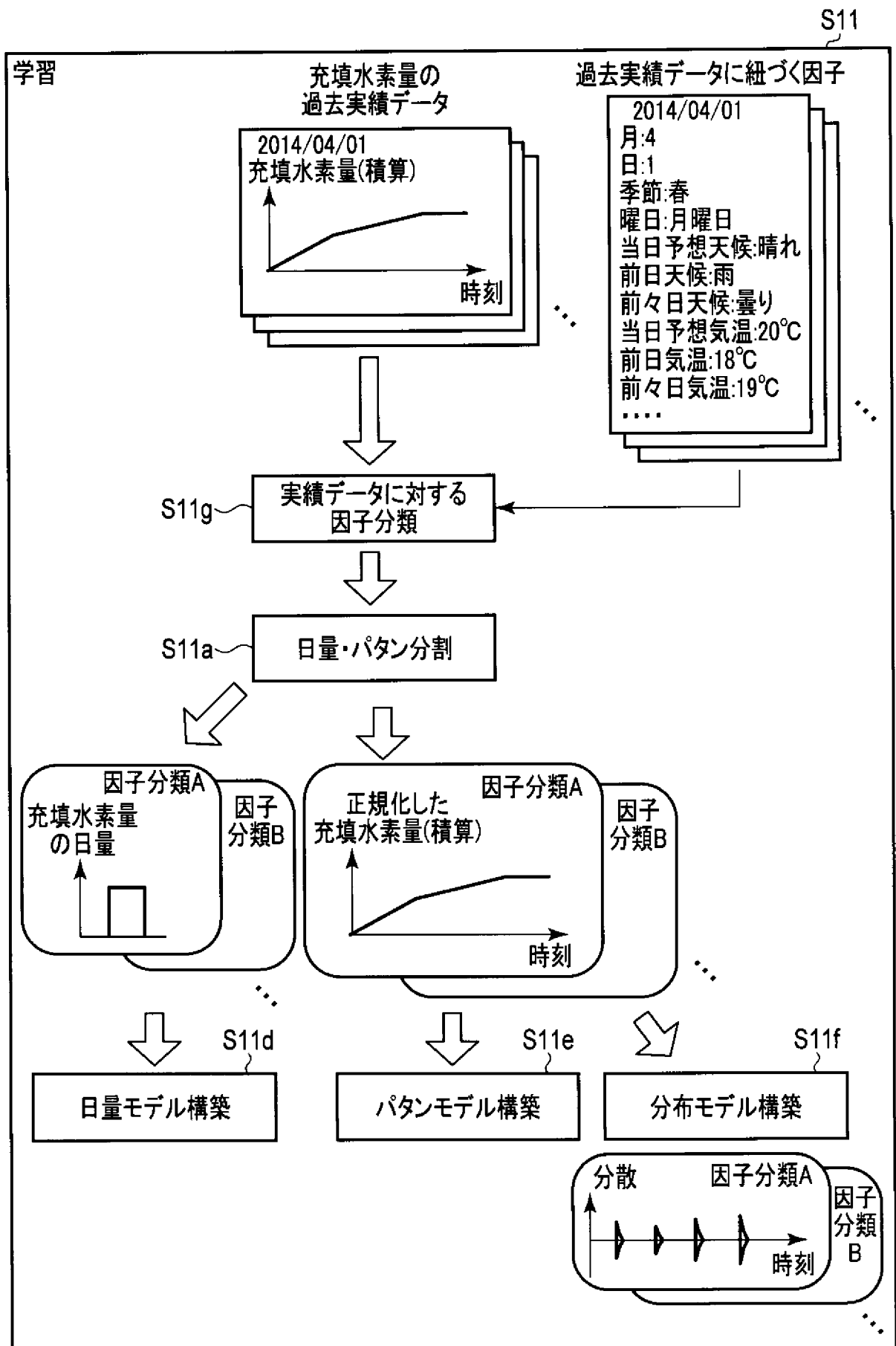
[図22]



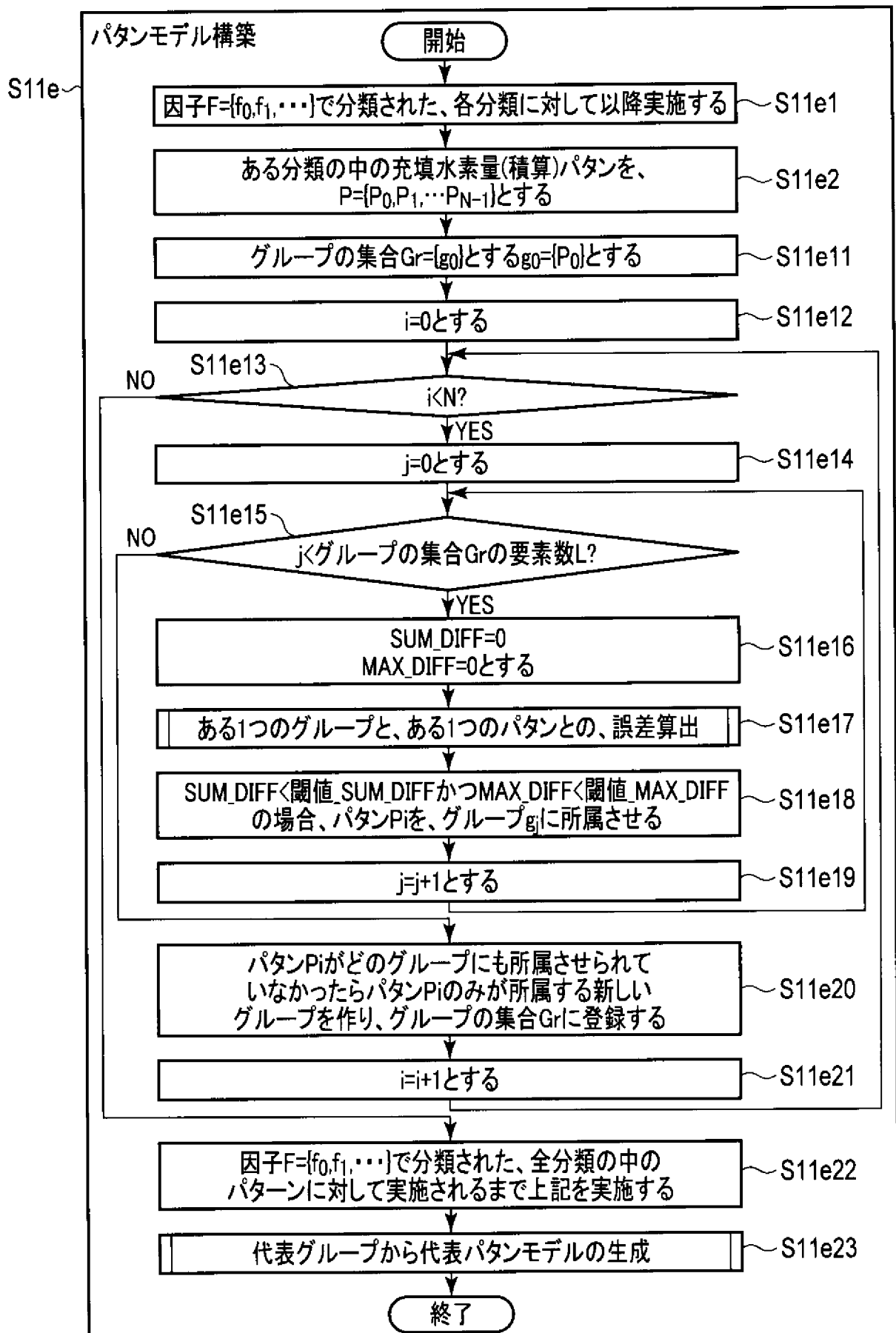
[図23]



[図24]

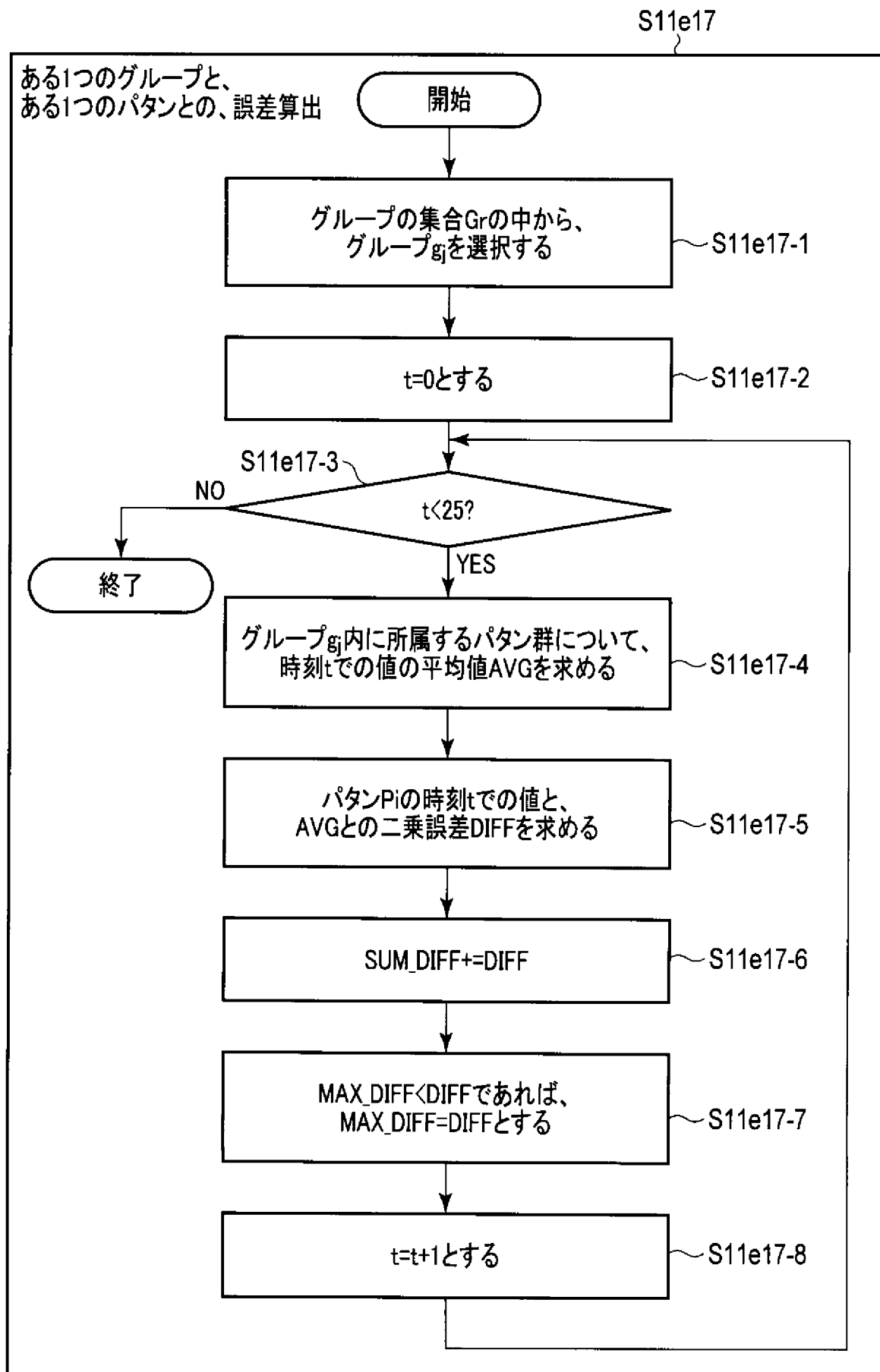


[図25]

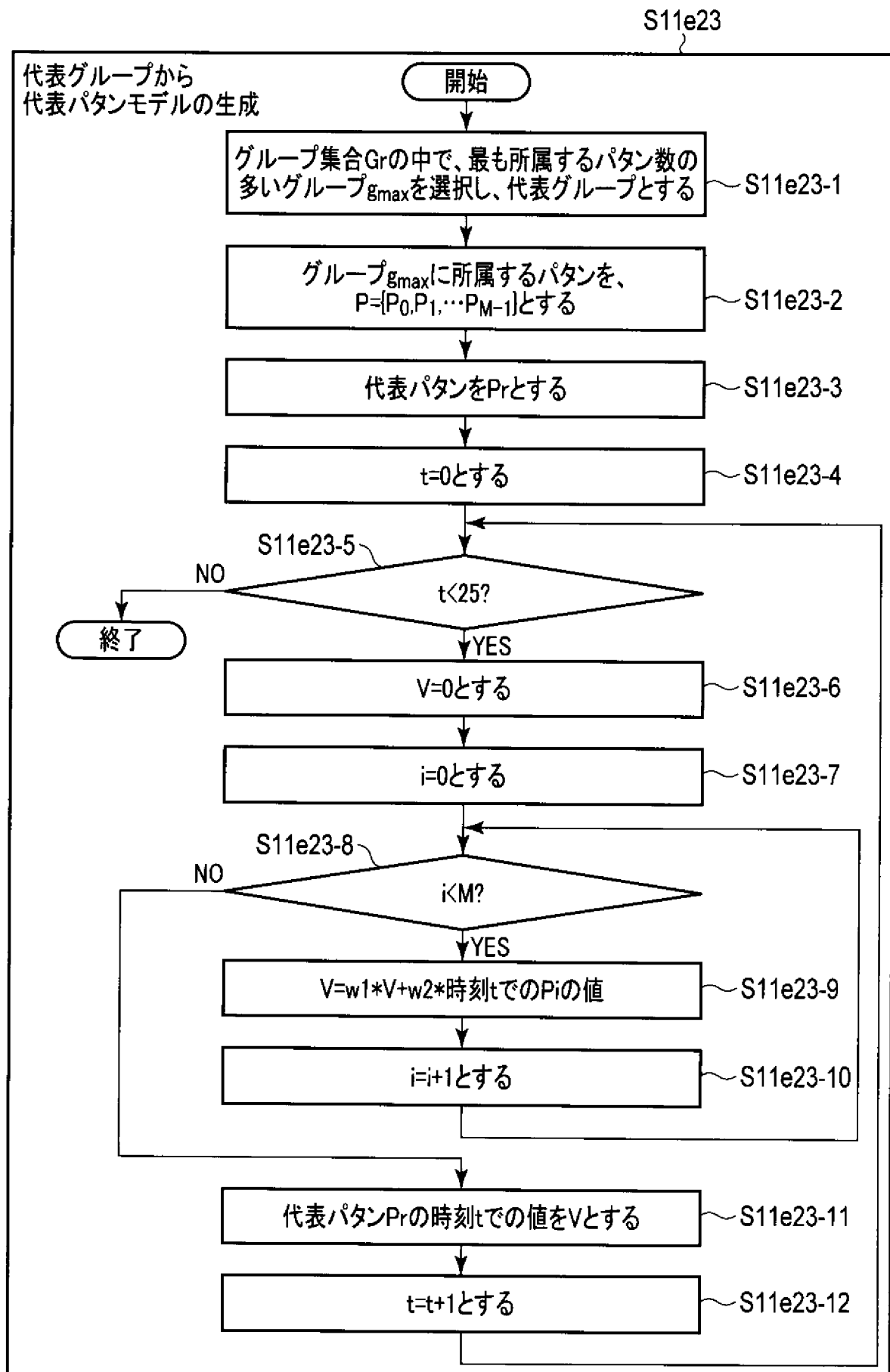




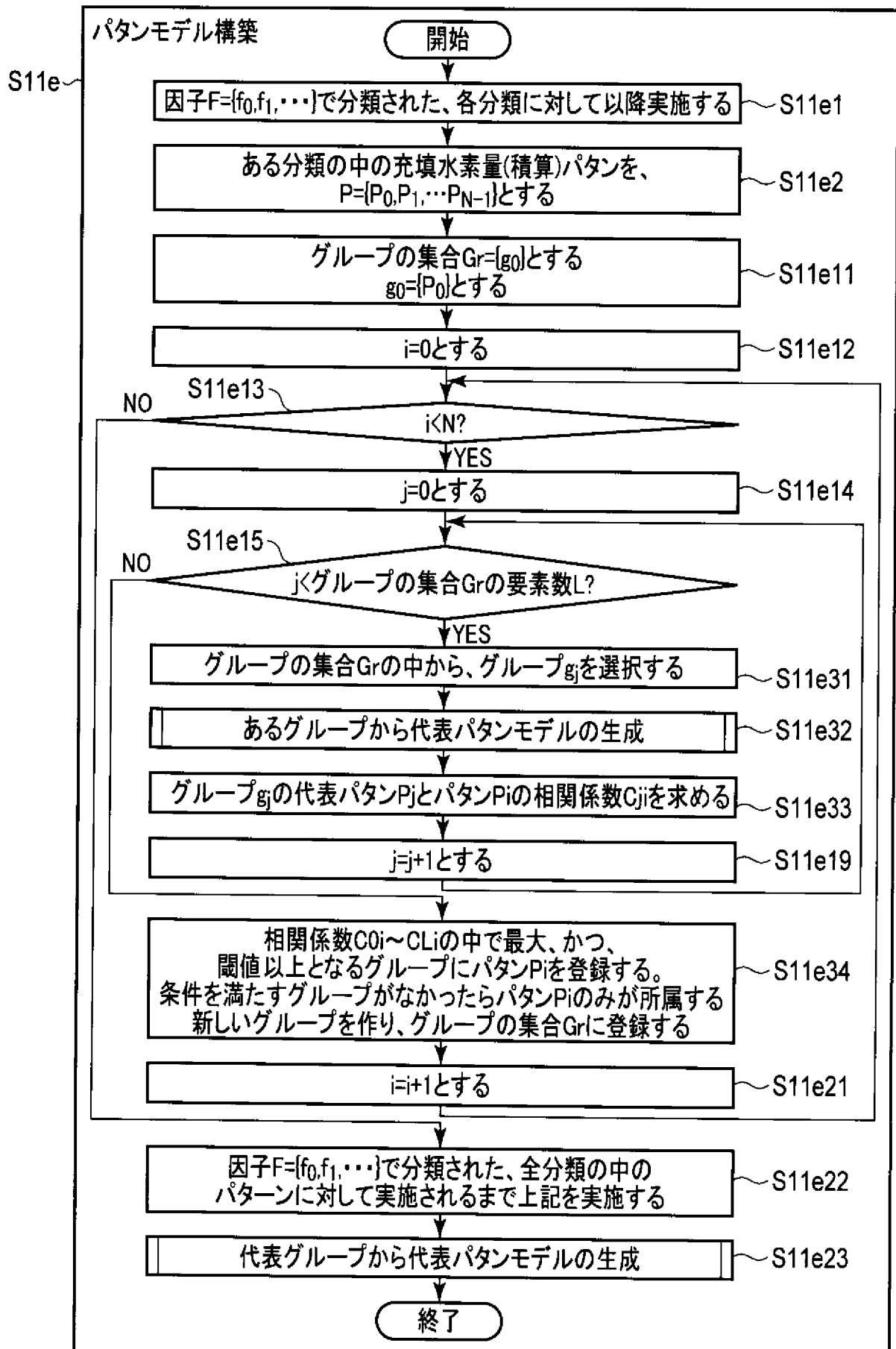
[図26]



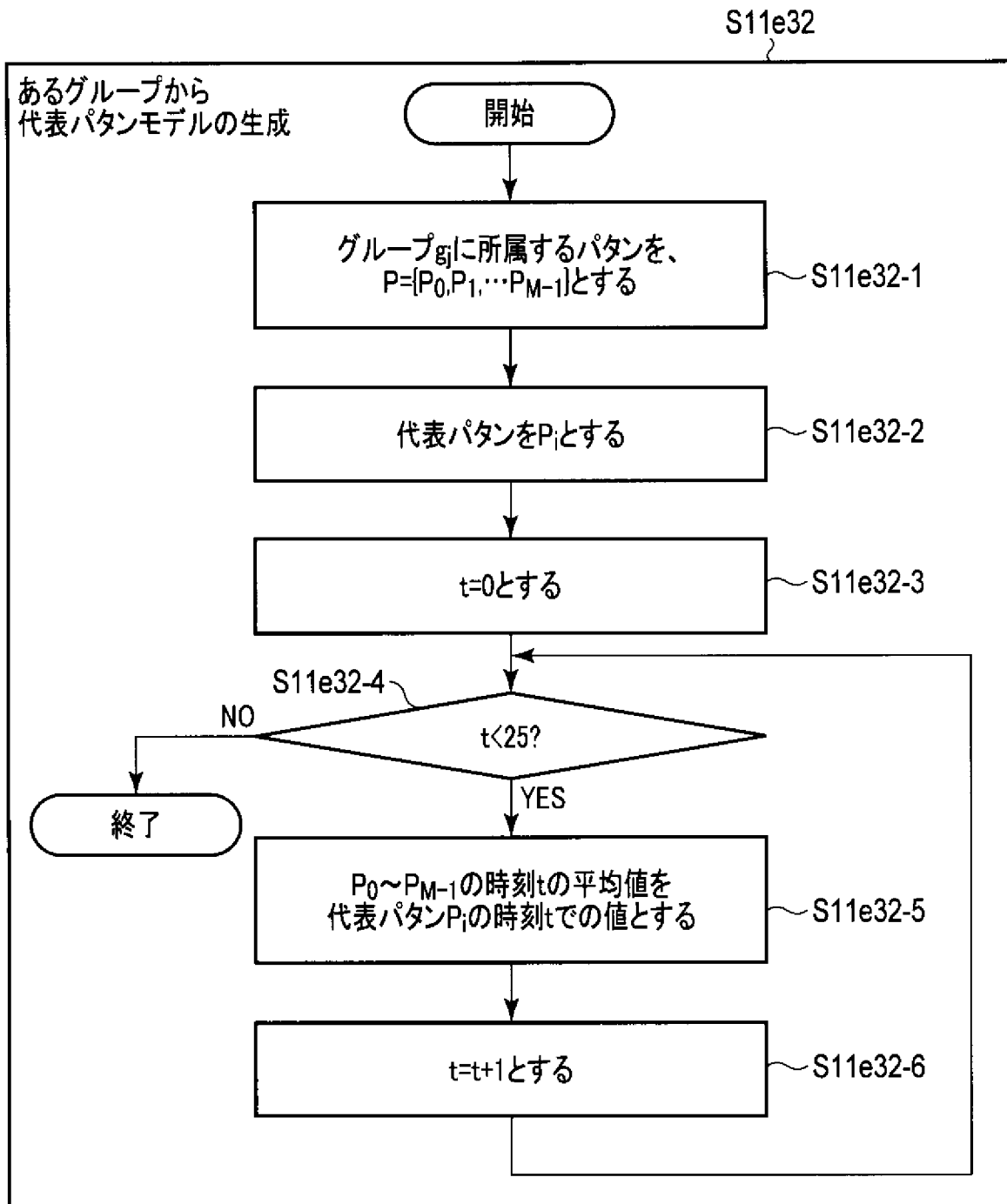
[図27]



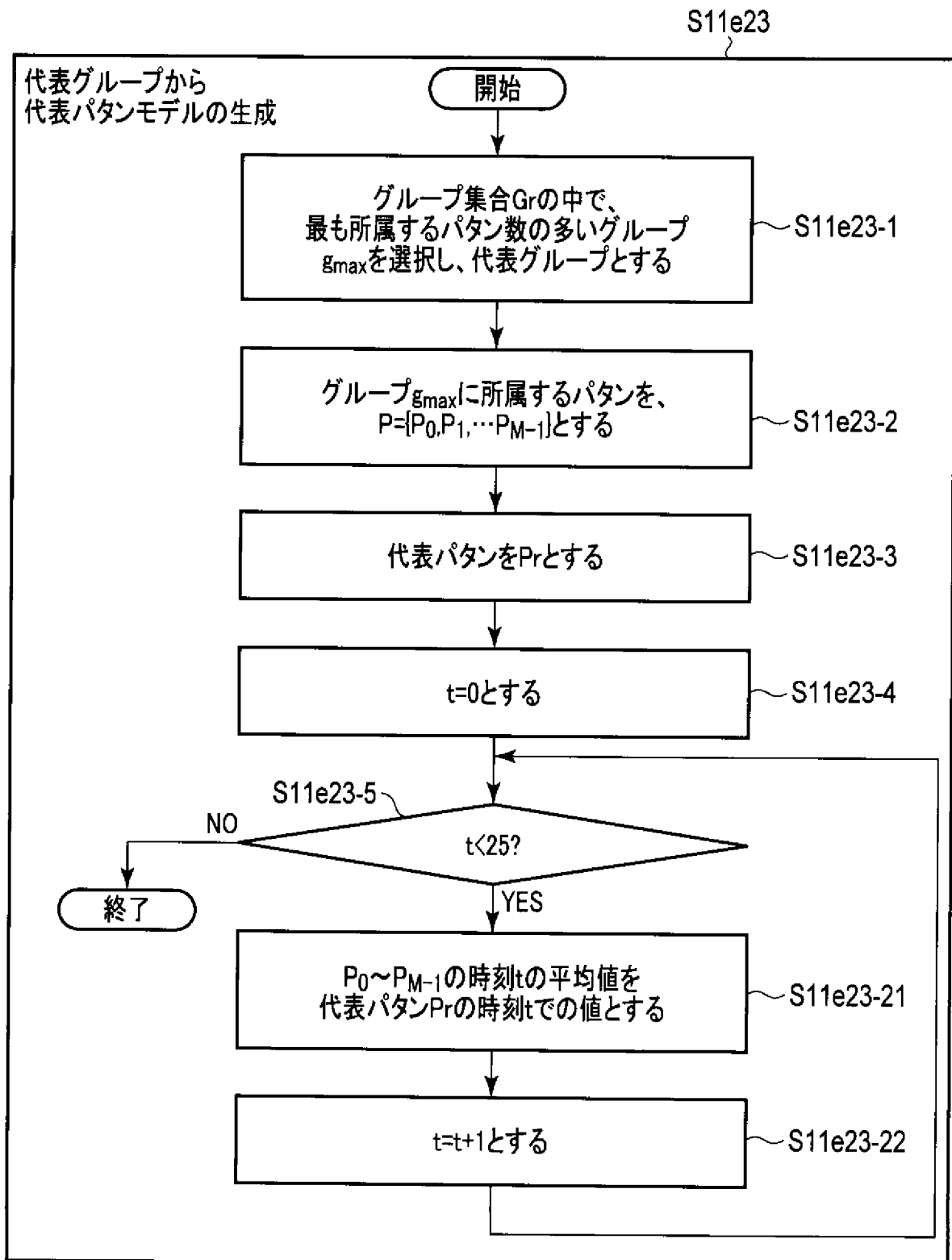
[図28]



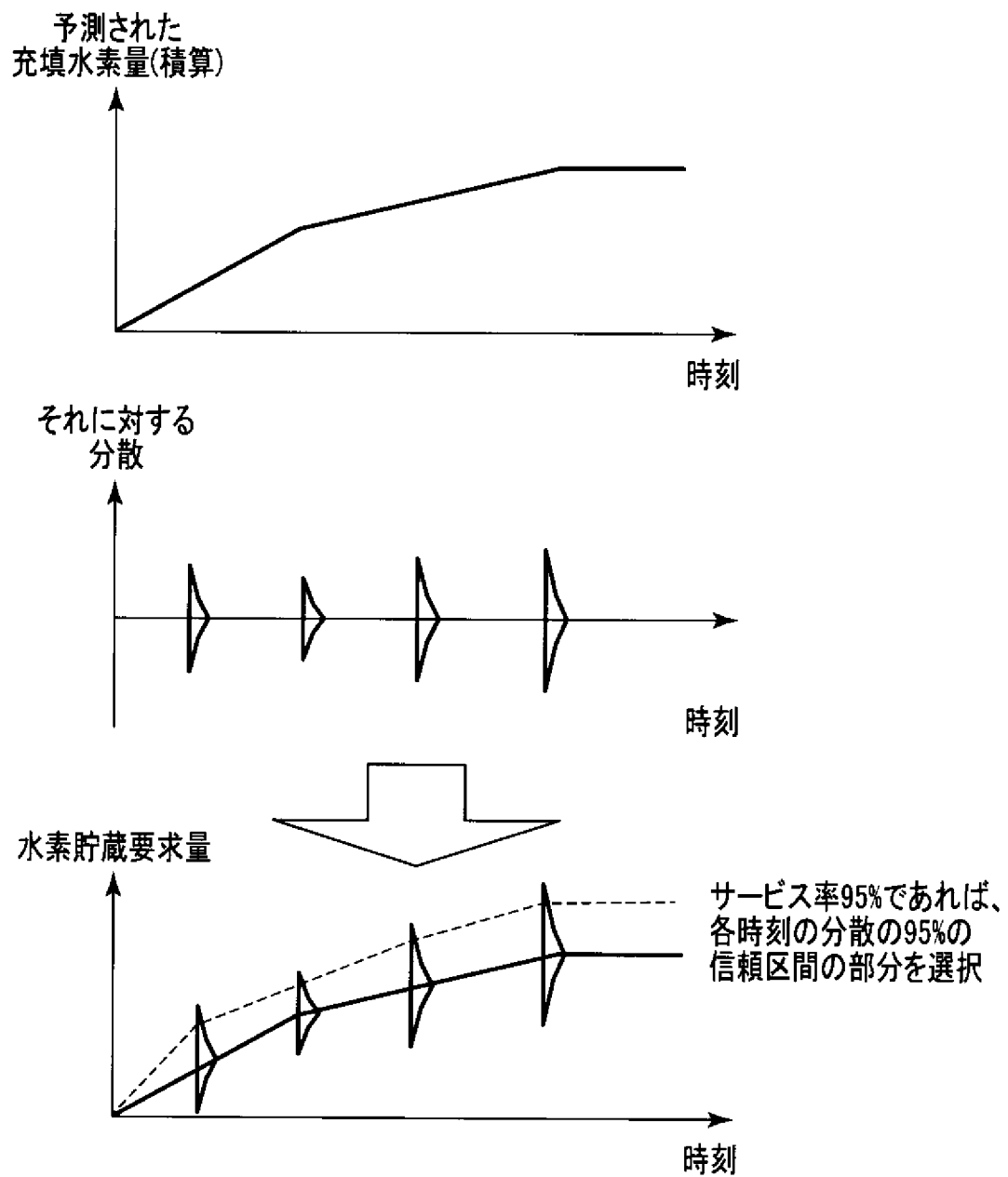
[図29]



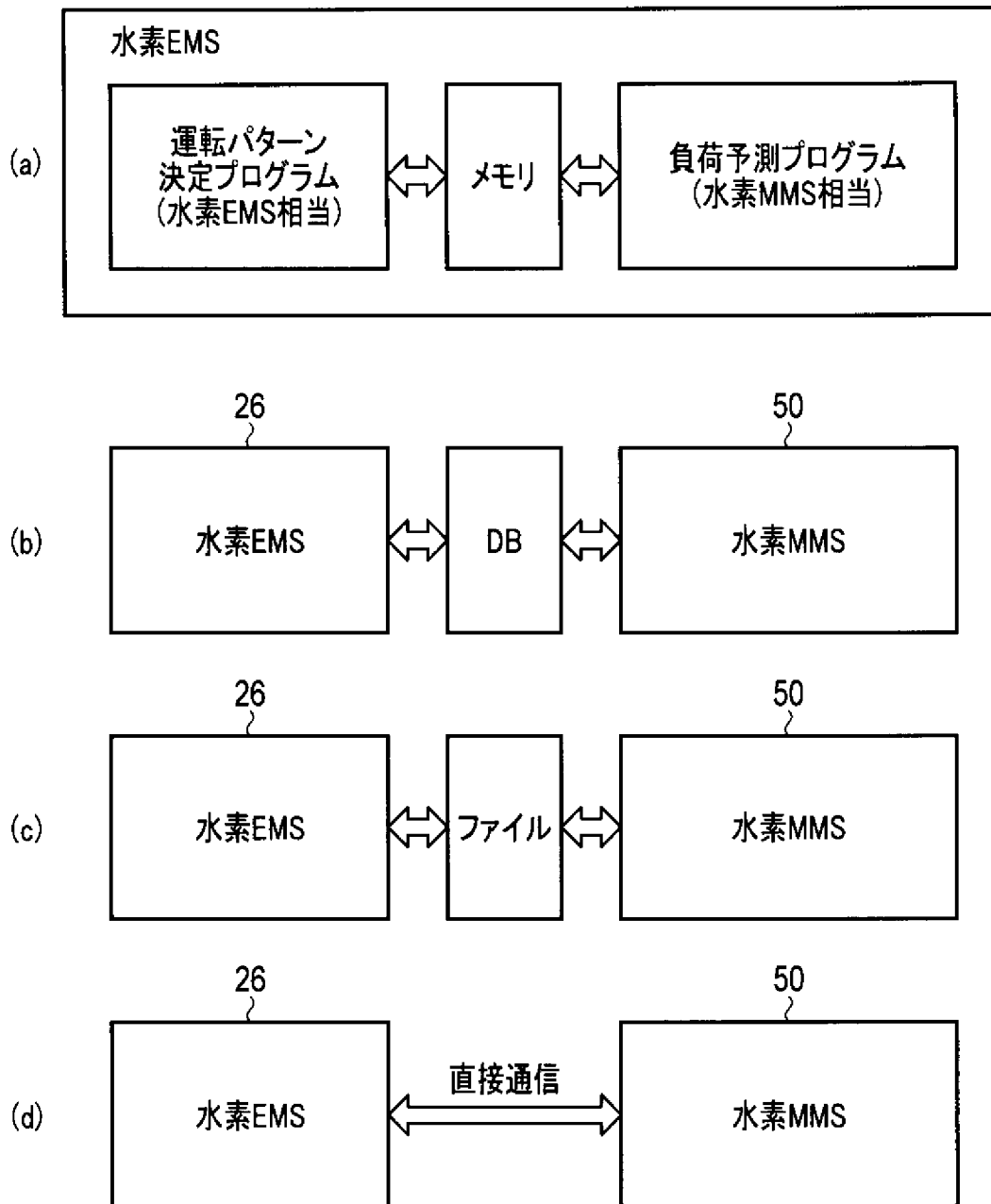
[図30]



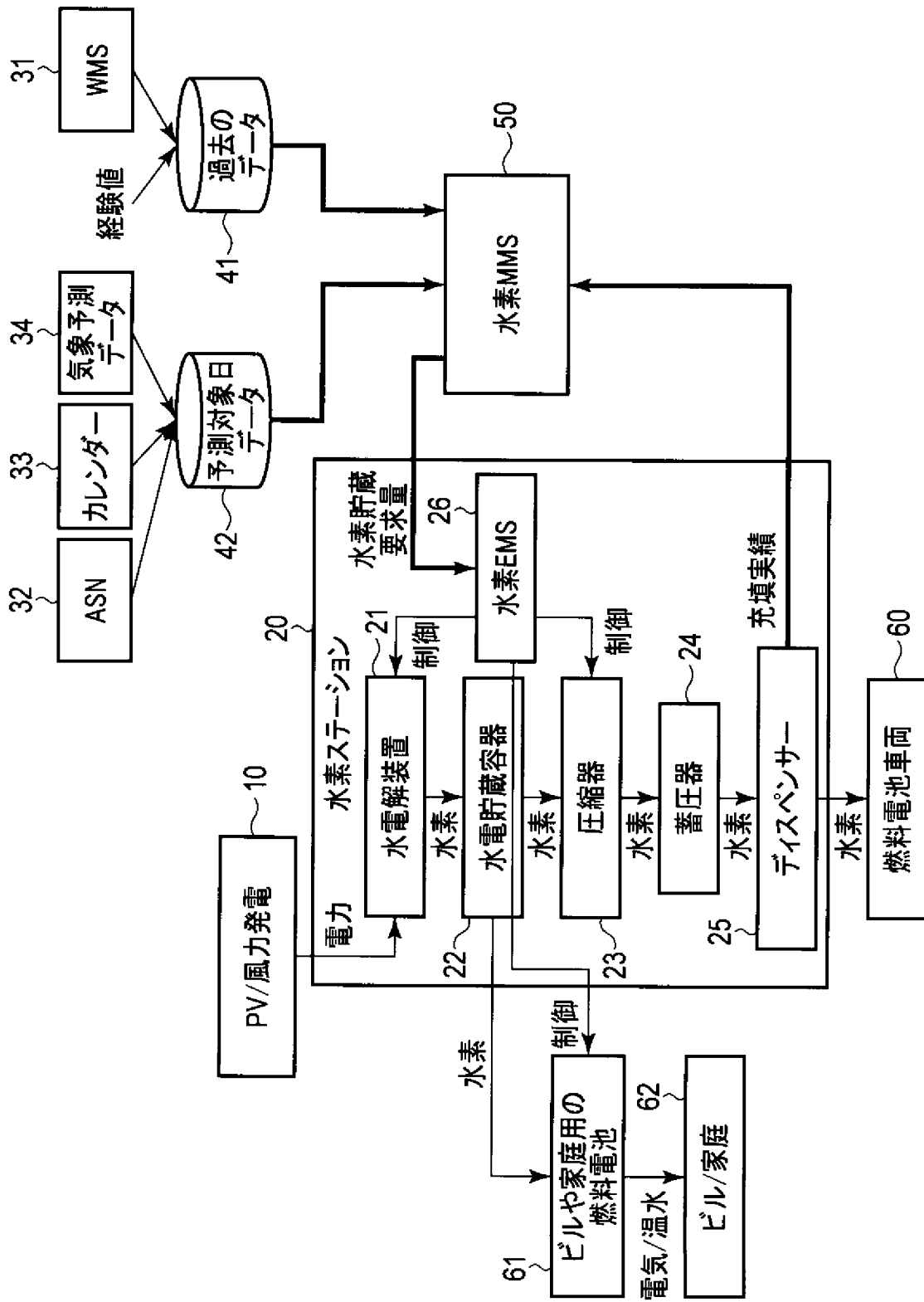
[図31]



[図32]

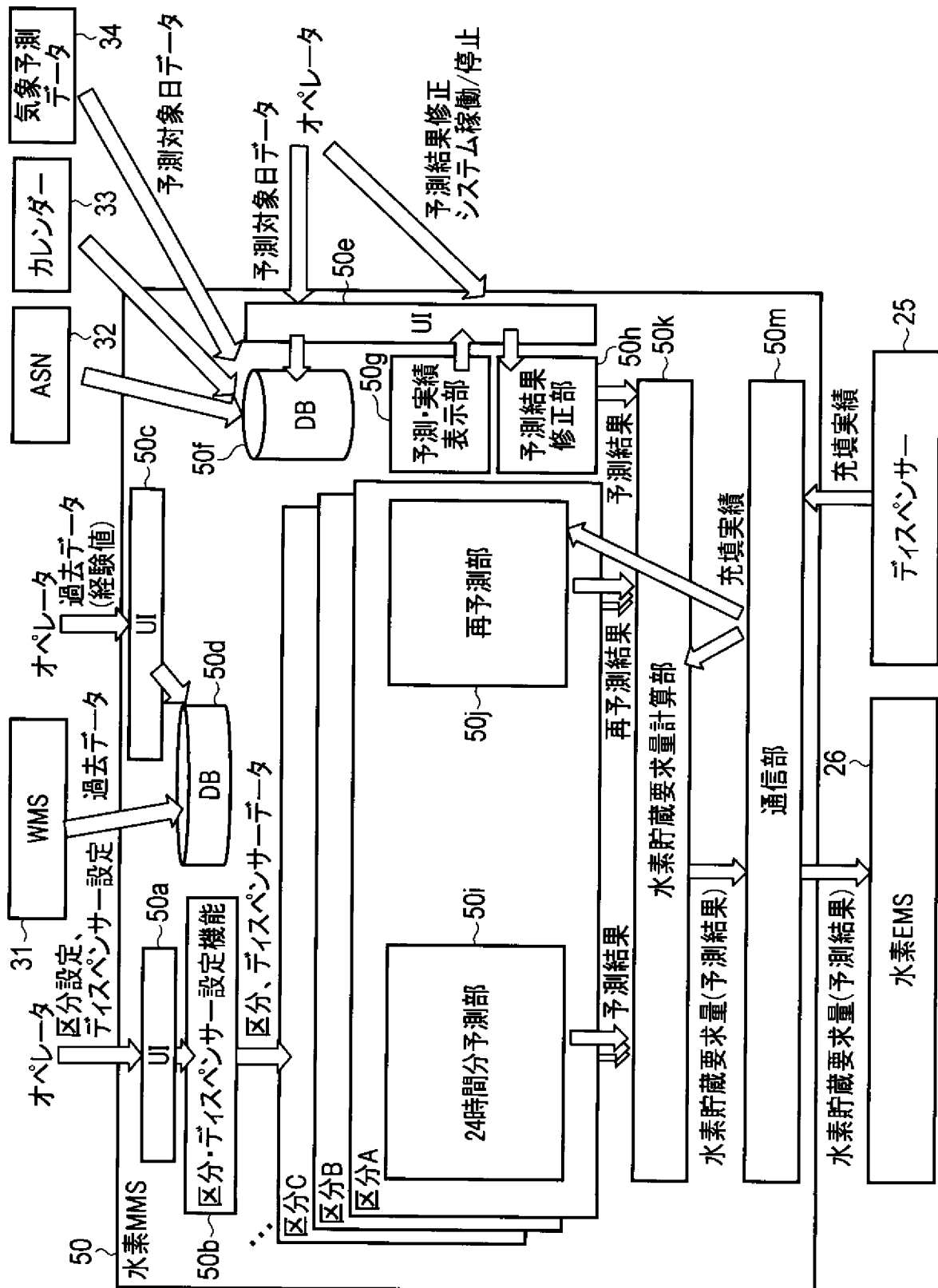


[図33]





[図34]





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052049

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L11/18(2006.01)i, C01B3/00(2006.01)i, H01M8/0606(2016.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L11/18, C01B3/00, H01M8/0606

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                  | Relevant to claim No.               |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Y<br>A    | JP 2006-1797 A (Toho Gas Co., Ltd.),<br>05 January 2006 (05.01.2006),<br>claim 1; paragraphs [0029] to [0030], [0032],<br>[0034] to [0037], [0052]; fig. 1, 4, 8, 15<br>(Family: none)                                                              | 1-2, 4, 8,<br>14-15<br>3, 5-7, 9-13 |
| Y         | JP 57-155621 A (Hitachi, Ltd.),<br>25 September 1982 (25.09.1982),<br>claim 1; page 4, upper left column, lines 2 to<br>18; page 4, lower left column, lines 2 to 14;<br>page 5, lower left column, lines 7 to 17; fig.<br>3 to 7<br>(Family: none) | 1-2, 4, 8,<br>14-15                 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 April 2016 (15.04.16)

Date of mailing of the international search report  
26 April 2016 (26.04.16)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/052049

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2006-179358 A (Seinan Sogo Kaihatsu Kabushiki Kaisha),<br>06 July 2006 (06.07.2006),<br>claim 1; fig. 4<br>(Family: none)                       | 1-2, 4, 8,<br>14-15   |
| A         | JP 2005-344996 A (Noritz Corp.),<br>15 December 2005 (15.12.2005),<br>paragraphs [0002], [0010], [0070]; fig. 5<br>(Family: none)                  | 3, 5-7, 9-12          |
| A         | JP 2010-218394 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.),<br>30 September 2010 (30.09.2010),<br>claim 1; paragraph [0069]; fig. 1 to 8<br>(Family: none) | 1-15                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60L11/18(2006.01)i, C01B3/00(2006.01)i, H01M8/0606(2016.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60L11/18, C01B3/00, H01M8/0606

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                    | 関連する<br>請求項の番号   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Y               | JP 2006-1797 A（東邦瓦斯株式会社）2006.01.05,<br>請求項1、段落【0029】－【0030】、【0032】、【0034】－【0037】、【0052】、<br>図1, 4, 8, 15（ファミリーなし）    | 1-2, 4, 8, 14-15 |
| A               |                                                                                                                      | 3, 5-7, 9-13     |
| Y               | JP 57-155621 A（株式会社日立製作所）1982.09.25,<br>特許請求の範囲1、第4ページ左上欄第2-18行、第4ページ左下欄<br>第2-14行、第5ページ左下欄第7-17行、第3-7図<br>（ファミリーなし） | 1-2, 4, 8, 14-15 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

清水 康

3H

3732

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                       |                  |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                     | 関連する<br>請求項の番号   |
| Y                     | JP 2006-179358 A (西南総合開発株式会社) 2006. 07. 06,<br>請求項 1、図 4 (ファミリーなし)                    | 1-2, 4, 8, 14-15 |
| A                     | JP 2005-344996 A (株式会社ノーリツ) 2005. 12. 15,<br>段落 【0002】, 【0010】, 【0070】, 図 5 (ファミリーなし) | 3, 5-7, 9-12     |
| A                     | JP 2010-218394 A (富士電機システムズ株式会社) 2010. 09. 30,<br>請求項 1、段落 【0069】、図 1-8 (ファミリーなし)     | 1-15             |