

(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
2019年9月6日(06.09.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/167656 A1

(51) 国際特許分類:

G06Q 50/04 (2012.01) *H02J 3/00* (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01) *H02J 3/14* (2006.01)
G06Q 10/04 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/005430

(22) 国際出願日: 2019年2月14日(14.02.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-033366 2018年2月27日(27.02.2018) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社
(**mitsubishi heavy industries, ltd.**)

[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内
三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 手島 哲平 (**TESHIMA Teppei**);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 榎本 智
之(**ENOMOTO Tomoyuki**); 〒1008332 東京都千
代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会
社内 Tokyo (JP). 大津 秀伸(**OTSU Hidenobu**);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

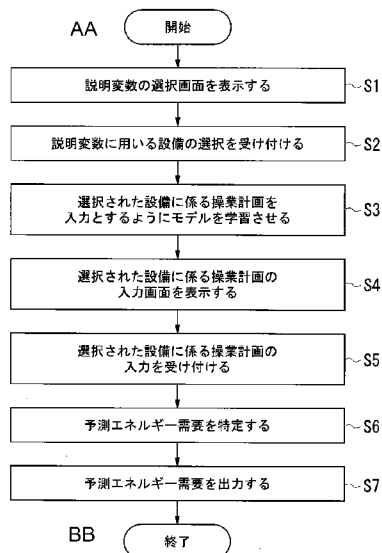
(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(**MATSUNUMA Yasushi**
et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一
丁目9番2号 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** PREDICTION SYSTEM, PREDICTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 予測システム、予測方法、およびプログラム

[図3]



S1 Display explanatory variable selection screen
S2 Receive selection of facility used for
explanatory variable
S3 Cause model to be learned so as to input
operation plan regarding selected facility
S4 Display input screen of operation plan
regarding selected facility
S5 Receive input of operation plan
regarding selected facility
S6 Identify predicted energy demand
S7 Output predicted energy demand
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** According to the present invention, a selection unit receives selection of at least one explanatory variable from among a plurality of candidate explanatory variables regarding the operation of a factory. A value input unit receives an input of a value regarding the selected explanatory variable. An energy demand identification unit identifies the value of a target variable regarding the operation of the factory on the basis of the inputted value. An output unit outputs the identified value of the target variable.

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 選択部は、工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも1つの説明変数の選択を受け付ける。値入力部は、選択された説明変数に係る値の入力を受け付ける。エネルギー需要特定部は、入力された値に基づいて工場の稼働に係る目的変数の値を特定する。出力部は、特定した目的変数の値を出力する。

明 細 書

発明の名称：予測システム、予測方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、予測システム、予測方法、およびプログラムに関する。

本願は、2018年2月27日に日本に出願された特願2018-033366号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、多数の製造ラインを備えた工場群のトータルの電力需要を予測する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-129322号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の技術においては、製造ラインそれぞれについて予め操業スケジュールが電力管理用計算機システムにインプットされ、電力管理用計算機システムは、当該操業スケジュールに基づいて、複数の製造ラインそれぞれのエネルギー需要を求める。特許文献1によれば、電力管理用計算機システムによって予測された電力需要が契約電力の上限を超える場合に、電力使用制限がなされる。他方、工場の管理者等においては、予め電力需要が契約電力の上限を超えないように操業計画を立てたいという要望がある。

[0005] 特許文献1に記載の技術において、操業計画を変更して再度エネルギー需要を求めるためには、管理者等は、すべての製造ラインについての細かな操業計画を電力管理用計算機システムにインプットする必要がある。しかしながら、製造ラインの数が多量である場合、再計算のために入力すべき操業計画の情報量が多くなるため、管理者等の負担が大きくなる。

[0006] 負荷の大きい設備の操業計画に基づいて計算を行うようにシミュレータを

設計することも考えられるが、予めどの設備の負荷が大きいかが分からない場合、シミュレータを設計することができない。

本発明の目的は、複数の設備を備える工場において、任意の設備の稼働に係る説明変数の入力に基づいて、工場の稼働を予測することができる予測システム、予測方法、およびプログラムを提供することにある。特に、工場のエネルギー需要を予測することができる予測システム、予測方法、およびプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の第1の態様によれば、予測システムは、工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも1つの説明変数の選択を受け付ける選択部と、選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付ける値入力部と、入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を特定する特定部と特定した前記目的変数の値を出力する出力部とを備える。
- [0008] 本発明の第2の態様によれば、第1の態様に係る予測システムにおいて、前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値であるものであってよい。
- [0009] 本発明の第3の態様によれば、第1または第2の態様に係る予測システムが、工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場の稼働に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットを含む履歴データを記憶する記憶部と、前記履歴データに基づいて、選択された前記説明変数を入力とし、前記目的変数を出力とするモデルのパラメータを学習する学習部と、を備え、前記特定部は、入力された前記値を学習された前記モデルに入力することで、前記目的変数の値を特定するものであってよい。
- [0010] 本発明の第4の態様によれば、第3の態様に係る予測システムにおいて、前記記憶部が記憶する、前記工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場の稼働に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットは、前記工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場のエネルギー需要に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットであり、前記モデルが出力する前記

目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値であってよい。

- [0011] 本発明の第5の態様によれば、第1から第3の何れかの態様に係る予測システムが、前記履歴データに追加する説明変数候補の値の入力を受け付ける候補入力部を備えるものであってよい。
- [0012] 本発明の第6の態様によれば、第1から第5の何れかの態様に係る予測システムにおいて、前記値入力部は、前記説明変数に係る値の時系列の入力を受け付けるものであってよい。
- [0013] 本発明の第7の態様によれば、第6の態様に係る予測システムが、前記説明変数に係る値の時系列における単位時間の変更を受け付ける単位時間変更部をさらに備えるものであってよい。
- [0014] 本発明の第8の態様によれば、第1から第7の何れかの態様に係る予測システムにおいて、前記出力部は、特定した前記目的変数の値と、前記履歴データに含まれる前記目的変数の値または前記目的変数の比較値とを含む表示画面を出力するものであってよい。
- [0015] 本発明の第9の態様によれば、第1から第8の何れかの態様に係る予測システムにおいて、前記入力部は、複数の工場における選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付け、前記特定部は、入力された前記値に基づいて複数の工場の稼働に係る目的変数の値を統合した値を特定するものであってよい。
- [0016] 本発明の第10の態様によれば、予測方法は、工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも1つの説明変数の選択を受け付けるステップと、選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付けるステップと、入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を特定するステップと特定した前記目的変数の値を出力するステップとを含む。
- [0017] 本発明の第11の態様によれば、第10の態様に係る予測方法において、前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値であってよい。
- [0018] 本発明の第12の態様によれば、プログラムは、コンピュータに、工場の

稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも１つの説明変数の選択を受け付けるステップと、選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付けるステップと、入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を特定するステップと特定した前記目的変数の値を出力するステップとを実行させる。

[0019] 本発明の第１３の態様によれば、第１２の態様に係るプログラムにおいて、前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値であってよい。

発明の効果

[0020] 上記態様のうち少なくとも１つの態様によれば、エネルギー需要予測システムは、複数の設備を備える工場において、任意の設備の稼働に係る説明変数の入力に基づいて、工場のエネルギー需要を予測することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図１]第１の実施形態に係るエネルギー需要予測システムの構成を示す概略図である。

[図２]第１の実施形態に係るエネルギー需要予測装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図３]第１の実施形態に係るエネルギー需要予測装置の動作を示すフローチャートである。

[図４]説明変数の選択画面の例を示す図である。

[図５]操業計画の入力画面の例を示す図である。

[図６]第１の実施形態に係るエネルギー需要の予測結果の出力画面の例である。

[図７]第２の実施形態に係るエネルギー需要の予測結果の出力画面の例である。

[図８]少なくとも１つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0022] 〈定義〉

本明細書において「特定する」とは、第１の値を用いて複数の値を取り得る第２の値を定めることである。例えば、「特定する」は、第１の値から第２の値を算出すること、テーブルを参照して第１の値に対応する第２の値を読み出すこと、第１の値をクエリとして第２の値を検索すること、第１の値に基づいて複数の候補の中から第２の値を選択すること、第１の値から第２の値を推定・予測することを含む。

「取得する」とは、新たに値を得ることである。例えば、「取得する」は、値を受信すること、値の入力を受け付けること、テーブルから値を読み出すこと、ある値から他の値を算出することを含む。

[0023] 〈第１の実施形態〉

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

図１は、第１の実施形態に係るエネルギー需要予測システムの構成を示す概略図である。

エネルギー需要予測システム１は、複数の設備Ｅを備える工場Ｆと、エネルギー需要予測装置１０とを備える。

各設備Ｅは、外部から供給される電力によって稼働する。各設備Ｅは、操業計画に従って稼働し、また停止する。操業計画には、設備の稼働時間帯および稼働日に係る情報が含まれる。つまり操業計画は、設備Ｅの稼働状態の時系列である。

エネルギー需要予測装置１０は、各設備Ｅの操業計画と各設備Ｅの消費電力の実績値と工場Ｆ全体の消費電力の実績値とに基づいて、工場Ｆのエネルギー需要を予測する。各設備Ｅの消費電力の実績値は、例えば設備Ｅに設けられた図示しないセンサによって検出される。ここでは、工場Ｆの設備Ｅの稼働に係る情報が工場の稼働に係る説明変数候補であり、工場Ｆのエネルギー需要が工場の稼働に係る目的変数である。

[0024] 《エネルギー需要予測装置の構成》

図２は、第１の実施形態に係るエネルギー需要予測装置の構成を示す概略

ブロック図である。

エネルギー需要予測装置 10 は、履歴取得部 101、履歴記憶部 102、選択部 103、モデル記憶部 105、学習部 104、計画入力部 106、エネルギー需要特定部 107、出力部 108、候補入力部 109、単位時間変更部 110 を備える。

[0025] 履歴取得部 101 は、工場 F の各設備 E から、操業計画および消費電力の時系列を取得する。履歴取得部 101 は、操業計画を設備 E の制御装置から読み出してもよいし、工場 F の管理者等の利用者からの入力により取得してもよい。履歴取得部 101 は、消費電力を設備 E に設けられたセンサから取得する。複数の設備 E の操業計画、すなわち複数の設備 E の稼働時間帯および稼働日に係る情報は、工場の稼働に係る複数の説明変数候補の一例である。また、複数の設備 E の消費電力は、工場のエネルギー需要に係る目的変数の一例である。

[0026] 履歴記憶部 102 は、履歴取得部 101 が取得した複数の設備 E の操業計画および消費電力の時系列を記憶する。

[0027] 選択部 103 は、利用者から、複数の設備 E の操業計画の中から少なくとも 1 つの説明変数の選択を受け付ける。例えば、利用者は、工場 F の稼働において消費電力の増減への影響度が高いと思われる 1 つまたは複数の設備 E の操業計画を説明変数として選択することができる。つまり、利用者は、エネルギー需要の予測のために、工場 F が備えるすべての設備 E の操業計画を入力する必要がない。このとき、利用者は、設備 E の稼働時間帯または稼働日の一方のみを説明変数として選択してもよい。

[0028] モデル記憶部 105 は、操業計画に基づいて工場 F の総消費電力を特定するために用いられるモデルを記憶する。モデル記憶部 105 が記憶するモデルの例としては、ニューラルネットワークモデルやベイジアンモデルなどが挙げられる。

[0029] 学習部 104 は、履歴記憶部 102 が記憶する情報を教師データとして、利用者を選択された設備 E に係る操業計画を入力とし、工場 F の総消費電力

の時系列を出力とするように、モデル記憶部 105 が記憶するモデルを学習させる。すなわち、学習部 104 は、履歴記憶部 102 が記憶する情報に基づいて、モデル記憶部 105 が記憶するモデルにパラメータを割り当てる。

[0030] 計画入力部 106 は、利用者から、選択された設備 E に係る操業計画の入力を受け付ける。

[0031] エネルギー需要特定部 107 は、計画入力部 106 に入力された操業計画を、モデル記憶部 105 が記憶するモデルに入力することで、工場 F の総消費電力の時系列を特定する。つまり、エネルギー需要特定部 107 は、工場 F が備える一部の設備 E に係る操業計画に基づいて、工場 F 全体のエネルギー需要を予測する。以下、エネルギー需要特定部 107 が特定した総消費電力の時系列を、予測エネルギー需要ともよぶ。

[0032] 出力部 108 は、エネルギー需要特定部 107 が特定した工場 F の総消費電力を出力する。

[0033] 候補入力部 109 は、工場 F の設備 E のうち、履歴記憶部 102 に操業計画が記憶されていない設備 E に係る操業計画の入力を受け付ける。候補入力部 109 に入力された操業計画は、新たな説明変数候補として履歴記憶部 102 に記憶される。これにより、説明変数候補の数を増加させることができる。

[0034] 単位時間変更部 110 は、各設備 E の操業計画における稼働時間帯の単位時間の変更を受け付ける。例えば、履歴記憶部 102 が記憶する操業計画について稼働時間帯が 1 時間単位で設定されている場合に、単位時間変更部 110 は、利用者の入力に従って、計画入力部 106 に入力する操業計画の稼働時間帯の単位時間を 3 時間単位に変更することができる。

[0035] 《エネルギー需要予測装置の動作》

図 3 は、第 1 の実施形態に係るエネルギー需要予測装置の動作を示すフローチャートである。

エネルギー需要予測装置 10 の履歴取得部 101 は、エネルギー需要の予測処理の実施前に、工場 F の各設備 E から操業計画および消費電力を取得し

、履歴記憶部 102 に記録しておく。

[0036] エネルギー需要の予測処理を開始すると、エネルギー需要予測装置 10 の選択部 103 は、説明変数候補である設備 E の一覧を含む説明変数の選択画面を表示する（ステップ S1）。図 4 は、説明変数の選択画面の例を示す図である。説明変数の選択画面には、各設備 E について、名称と定格出力とチェックボックスとが表示される。選択部 103 は、利用者から、エネルギー需要の予測処理における説明変数に用いる設備 E の選択を受け付ける（ステップ S2）。利用者は、説明変数に用いる設備 E の欄のチェックボックスをオンにすることで、説明変数に用いる設備 E を選択する。また、利用者は、各説明変数候補の名称および定格出力を書き換えてもよい。また、利用者は、設備 E の欄のチェックボックスをオフにすることで、オフにされたチェックボックスに係る設備 E を選択から外し、結果として説明変数から外すことができる。

[0037] 選択部 103 が設備 E の選択を受け付けると、学習部 104 は、履歴記憶部 102 が記憶する情報を教師データとして、利用者を選択された設備 E に係る操業計画を入力とし、工場 F の総消費電力の時系列を出力とするように、モデル記憶部 105 が記憶するモデルを学習させる（ステップ S3）。これにより、エネルギー需要予測装置 10 は、利用者が選択した設備 E の操業計画に基づいて工場 F の総消費電力を予測するためのモデルを生成することができる。学習部 104 が設備 E の選択結果に基づいてモデルを学習することで、エネルギー需要予測装置 10 は、選択されなかった設備 E について操業計画が入力されなくても、各設備 E が停止しているものとみなされずに適切に工場 F の総消費電力を予測することができる。

[0038] 次に、計画入力部 106 は、選択された各設備 E に係る操業計画の入力画面を表示する（ステップ S4）。つまり、計画入力部 106 は、稼働時間帯の入力画面および稼働日の入力画面を画面に表示する。図 5 は、操業計画の入力画面の例を示す図である。操業計画の入力画面には、選択された各設備 E の複数の時間帯または複数の日付について、稼働か停止かを表すチェック

ボックスが表示される。計画入力部 106 は、利用者から、選択された各設備 E に係る操業計画の入力を受け付ける（ステップ S5）。利用者は、各設備 E について、時間帯または日付に係るチェックボックスのオン／オフを組み合わせることで、各設備 E の操業計画を入力する。

[0039] エネルギー需要特定部 107 は、計画入力部 106 に入力された操業計画を、モデル記憶部 105 が記憶するモデルに入力することで、工場 F の総消費電力の時系列（予測エネルギー需要 E1）を特定する（ステップ S6）。出力部 108 は、エネルギー需要特定部 107 が特定した予測エネルギー需要 E1 を出力する（ステップ S7）。図 6 は、第 1 の実施形態に係るエネルギー需要の予測結果の出力画面の例である。出力部 108 は、エネルギー需要特定部 107 が特定した予測エネルギー需要 E1 に加え、履歴記憶部 102 が記憶する消費電力の時系列（実測エネルギー需要 E2）と、工場 F の契約電力値 Th（目的変数の比較値）とを出力する。これにより、利用者は、予測エネルギー需要 E1 と実測エネルギー需要 E2 との乖離を視認することができ、また工場 F の総消費電力が将来的に契約電力値 Th を超えるか否かを視認することができる。

[0040] なお、予測エネルギー需要 E1 と実測エネルギー需要 E2 との乖離が大きい場合、利用者は、説明変数に用いる設備 E を追加し、または変更することで、予測エネルギー需要 E1 と実測エネルギー需要 E2 との乖離が小さくなるように、モデルを再学習させることができる。これにより、利用者は、工場 F において総消費電力の支配因子となる設備 E を特定することができる。

[0041] また、予測エネルギー需要 E1 が契約電力値 Th を超える場合、利用者は操業計画を変更し、再度エネルギー需要予測装置 10 にエネルギー需要を予測させることができる。この際、全ての設備についての操業計画を入力する必要がないため、利用者は、エネルギー需要の予測のための操業計画の変更を容易に実施することができる。

[0042] また、利用者は、エネルギー需要予測装置 10 にさらに精度よくエネルギー需要の予測をさせたい場合、説明変数候補を追加することができる。候補

入力部 109 は、利用者から新たな説明変数候補に係る操業計画の入力を受け付けると、これを履歴記憶部 102 に記録する。その後、学習部 104 は、モデル記憶部 105 が記憶するモデルを、追加された説明変数候補に係る操業計画を用いて学習させることができる。

[0043] また、利用者は、ステップ S5 における操業計画の入力項目が多く煩雑である場合に、またより細かに操業計画を指定したい場合に、操業計画の単位時間を変更することができる。単位時間変更部 110 は、利用者から変更後の単位時間の入力を受け付ける。単位時間変更部 110 は、履歴記憶部 102 が記憶する操業計画を、入力された単位時間に係る操業計画に変換する。例えば、単位時間変更部 110 は、1 時間単位の操業計画を 3 時間単位の操業計画に変更する。例えば、単位時間変更部 110 は、3 時間単位のある時間帯において 2 時間が稼働を示し 1 時間が停止を示す場合など、変更後の単位時間に係る時間帯に異なる状態が含まれる場合、当該時間帯において少なくとも稼働が含まれていれば当該時間帯の設備 E の状態を稼働状態に決定してもよいし、稼働と停止のうち多い方の状態を適用してもよいし、当該時間帯において少なくとも停止が含まれていれば当該時間帯の設備 E の状態を停止状態に決定してもよい。単位時間変更部 110 が単位時間の変更を受け付けると、計画入力部 106 は、変更後の単位時間に係る操業計画の入力画面を表示する。

[0044] 《作用・効果》

このように、第 1 の実施形態によれば、エネルギー需要予測システム 1 は、工場 F の複数の設備 Eの中から少なくとも 1 つの設備 E の選択を受け付け、選択された設備 E に係る操業計画の入力を受け付ける。そして、エネルギー需要予測システム 1 は、入力された操業計画に基づいて工場 F の総消費電力を特定する。これにより、利用者は、複数の設備 E を備える工場 F において、任意の設備 E の操業計画について入力することで、工場 F 全体のエネルギー需要を得ることができる。したがって、工場 F が備える設備 E の数によらず、利用者にとって操業計画の入力が煩雑にならない。

[0045] 〈第2の実施形態〉

第1の実施形態に係るエネルギー需要予測システム1は、1つの工場Fについての総消費電力を算出する。ところで、電力の契約は、必ずしも工場単位でなされるとは限らず、複数の工場Fについて一の契約電力が定められる可能性がある。この場合、複数の工場Fの稼働日や稼働時間帯をずらす運用がとられることがある。つまり、一の工場Fの情報に基づいて他の工場を制御することや、複数の工場Fの情報を相互に参照して工場F全体を制御することなどがなされている。そこで、第2の実施形態に係るエネルギー需要予測システム1は、複数の工場Fに係る総消費電力を算出する。

[0046] 第2の実施形態に係るエネルギー需要予測装置10の構成は、第1の実施形態と同様である。このとき、履歴取得部101は、複数の工場Fの各設備Eから操業計画および消費電力の時系列を取得する。利用者は、複数の工場Fの複数の設備Eから、説明変数に係る設備Eを選択する。このとき、一部の工場Fについて設備Eが選択されなくてもよい。学習部104は、選択された設備Eに係る操業計画を入力とし、全工場Fの総消費電力を出力するように、モデルを学習させる。エネルギー需要特定部107は、入力された操業計画に基づいて、全工場Fの総消費電力すなわち予測エネルギー需要E1を特定する。出力部108は、エネルギー需要特定部107が特定した全工場Fの予測エネルギー需要E1を出力する。図7は、第2の実施形態に係るエネルギー需要の予測結果の出力画面の例である。出力部108は、エネルギー需要特定部107が特定した予測エネルギー需要E1に加え、履歴記憶部102が記憶する工場Fごとの消費電力の時系列（実測エネルギー需要E2）と、契約電力値Thとを出力する。

[0047] なお、第2の実施形態に係るエネルギー需要予測システム1は、選択された設備Eに係る操業計画を入力とし、全工場Fの総消費電力を出力するようにモデルを学習させ、これにより全工場Fの総消費電力を特定するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係るエネルギー需要予測システム1は、選択された設備Eに係る操業計画を入力とし、各工場Fの総消費電力

を出力とするようにモデルを学習させ、各工場の総消費電力の総和をとることで全工場Fの総消費電力を特定してもよい。

[0048] 以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、上述した実施形態において、説明変数として各設備Eの操業計画を用いるが、これに限られない。例えば、他の実施形態においては、工場Fの生産計画、設備Eの機種、設備Eを操作する作業員の配置計画、工場Fのイベントカレンダーなどを説明変数に用いてもよい。

[0049] また、上述の実施形態においては、予測システムがエネルギー需要を予測するエネルギー需要予測装置10に実装される例について説明したが、これに限られず、他の実施形態に係る予測システムはエネルギー需要以外の目的変数を特定してもよい。例えば、他の実施形態においては、予測システムは、工場Fにおける製品の製造に係るパラメータを説明変数として用い、完成品に発生する不良箇所数を目的変数としてもよい。

[0050] より詳細には、予測システムは、工場Fにおける完成品の不良箇所数を予測するために、複数の製造工程のそれぞれについて少なくとも1つの製造に係るデータを取得する。予測システムは、これらのデータの一部もしくは全てを説明変数として、工場Fのエネルギー需要の予測に代わり、完成品に発生する不良箇所数を予測してもよい。この場合、完成品の完成に至る途中の製造工程における仕掛の段階で収集されるデータから、完成品の不良箇所数を予測することが可能となる。途中の製造工程において完成品の不良箇所数が所定の閾値を超えると予測される場合は、その仕掛品の製造を中止することで、その仕掛品に必要な以上の工数や労力を割くことを抑制できるのみならず、工場にてその工数や労力のためのエネルギーを消費することを抑制することが可能となる。

[0051] 工場Fが鋳造工場である場合、複数の設備による複数の製造工程を経て完成品としての鋳造物ができあがる。各工程の仕掛品が各工程で定められてい

る所定の公差や品質を満たしていても、最後の製造工程を経た後に、完成品に複数の不良箇所（表面の欠陥等）が発生することがある。これらの不良箇所は、通常は別途修正を施すが、不良箇所数が過剰である場合、大幅な工数の増加となるため、望ましくない場合がある。予測システムは、各製造工程の製造に係るデータ、例えば製造工程の雰囲気温度、鑄造に係る速度・品質パラメータ・温度、材料の温度・品質パラメータ、各工程中で特定の作業に要した時間等を説明変数とし、完成品である鑄造物の不良箇所数を目的変数とすることで、鑄造に係る製造工程の途中段階で、完成品の不良箇所数を予測することができる。これにより、各工程の仕掛品が、各工程で定められている所定の公差や品質を満たしている場合でも、それまでの製造に係るデータに基づいて完成品の不良箇所数が所定の閾値を超える場合、その仕掛品の製造を中止するという判断が可能となる。結果として、その仕掛品に以後の製造工程で必要以上の工数や労力を割くことを抑制し、工場にてエネルギーを消費することを抑制できる。

[0052] また、上記において説明変数に用いられるパラメータを製造工程の管理に利用することもできる。

より詳細には、不良箇所数が所定の閾値を越える際に、不良箇所数について寄与度の高い製造に係るパラメータが明らかになった場合、そのパラメータを管理することで、不良箇所数が所定の閾値を越えることを抑制することも可能となる。

例えば、予測システムにおいて複数の説明変数候補から説明変数を選択する過程において、特定の製造工程の製造に係るデータ、例えば特定の製造工程の雰囲気温度が、完成品の不良箇所数の予測時に最も寄与度の高いパラメータであり、その雰囲気温度が所定値以上になることで完成品の不良箇所数が所定の閾値を越えることが明らかになった場合、管理者は、その製造工程の雰囲気温度を所定値以上にならないように管理することで、完成品の不良箇所数が所定の閾値を越えないよう管理することが可能となる。これにより、不良箇所の修正に過剰な工数を割くことを抑制し、工場にて必要以

上のエネルギーを消費することを抑制できる。この場合、管理するパラメータは1つである必要は無く、必要に応じて不良箇所数の予測に寄与する複数のパラメータを管理しても良い。

[0053] なお、本実施形態における完成品は、製品としての完成品に限られず、工場Fにおいて対象としている複数の製造工程の最終成果物ではあるが、製品としては中間生成物であるものも含まれる。

また、予測システムは、目的変数として、不良箇所数に代えて、不良品か良品かの判断結果を予測してもよい。製品の外観や形状不良を、不良品か良品かの判断基準とする場合、必ずしも完成品にて計測できるパラメータが存在するとは限らない。このような場合、予測システムは、例えば不良品を0、良品を1とするパラメータを目的変数することで、0以上、1以下の値となる予測値を得ることができる。管理者は、完成品の完成に至る途中の製造工程における仕掛品の段階で、この予測値が閾値より小さければ不良品である確率が高く、閾値より大きければ良品である確率が高いとして、完成品の品質を予想することができる。

また、予測システムは、目的変数として、不良箇所数に代えて、不良箇所の場所または不良の種類を予測しても良い。すなわち、管理者は、予測システムに不良箇所の場所や不良の種類を学習させることで、完成品の所定の場所が不良になる確率、または完成品が所定の種類の不良となる確率を予測値として得ることができる。管理者は、予測システムが出力する予測値を参照することで、完成品の完成に至る途中の製造工程における仕掛品の段階で、完成品の品質を予想することができる。

[0054] 図8は、少なくとも1つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

コンピュータ90は、プロセッサ91、メインメモリ92、ストレージ93、インタフェース94を備える。

上述のエネルギー需要予測装置10は、コンピュータ90に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式でストレージ93に

記憶されている。プロセッサ 91 は、プログラムをストレージ 93 から読み出してメインメモリ 92 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、プロセッサ 91 は、プログラムに従って、上述した履歴記憶部 102 に対応する記憶領域をメインメモリ 92 に確保する。

[0055] ストレージ 93 の例としては、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disc Read Only Memory)、半導体メモリ等が挙げられる。ストレージ 93 は、コンピュータ 90 のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース 94 または通信回線を介してコンピュータ 90 に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 90 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 90 が当該プログラムをメインメモリ 92 に展開し、上記処理を実行してもよい。少なくとも 1 つの実施形態において、ストレージ 93 は、一時的でない有形の記憶媒体である。

[0056] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、当該プログラムは、前述した機能をストレージ 93 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

産業上の利用可能性

[0057] 上記態様のうち少なくとも 1 つの態様によれば、エネルギー需要予測システムは、複数の設備を備える工場において、任意の設備の稼働に係る説明変数の入力に基づいて、工場のエネルギー需要を予測することができる。

符号の説明

[0058] 1 エネルギー需要予測システム

10 エネルギー需要予測装置

101 履歴取得部

102 履歴記憶部

- 1 0 3 選択部
- 1 0 4 学習部
- 1 0 5 モデル記憶部
- 1 0 6 計画入力部
- 1 0 7 エネルギー需要特定部
- 1 0 8 出力部
- 1 0 9 候補入力部
- 1 1 0 単位時間変更部
- E 設備
- F 工場
- E 1 予測エネルギー需要
- E 2 実測エネルギー需要
- T h 契約電力値

請求の範囲

- [請求項1] 工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも1つの説明変数の選択を受け付ける選択部と、
選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付ける値入力部と、
入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を特定する特定部と 特定した前記目的変数の値を出力する出力部と
を備える予測システム。
- [請求項2] 前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値である
請求項1に記載の予測システム。
- [請求項3] 工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場の稼働に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットを含む履歴データを記憶する記憶部と、
前記履歴データに基づいて、選択された前記説明変数を入力とし、前記目的変数を出力とするモデルのパラメータを学習する学習部と、
を備え、
前記特定部は、入力された前記値を学習された前記モデルに入力することで、前記目的変数の値を特定する
請求項1または請求項2に記載の予測システム。
- [請求項4] 前記記憶部が記憶する、前記工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場の稼働に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットは、前記工場の稼働に係る複数の説明変数候補の値と前記工場のエネルギー需要に係る少なくとも1つの目的変数の値とのセットであり、
前記モデルが出力する前記目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値である 請求項3に記載の予測システム。
- [請求項5] 前記履歴データに追加する説明変数候補の値の入力を受け付ける候補入力部を備える 請求項1から請求項3の何れか1項に記載の予測

システム。

[請求項6] 前記値入力部は、前記説明変数に係る値の時系列の入力を受け付ける

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の予測システム。

[請求項7] 前記説明変数に係る値の時系列における単位時間の変更を受け付ける単位時間変更部をさらに備える

請求項 6 に記載の予測システム。

[請求項8] 前記出力部は、特定した前記目的変数の値と、前記履歴データに含まれる前記目的変数の値または前記目的変数の比較値とを含む表示画面を出力する

請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項に記載の予測システム。

[請求項9] 前記入力部は、複数の工場における選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付け、

前記特定部は、入力された前記値に基づいて複数の工場の稼働に係る目的変数の値を統合した値を特定する

請求項 1 から請求項 8 の何れか 1 項に記載の予測システム。

[請求項10] 工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも 1 つの説明変数の選択を受け付けるステップと、

選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付けるステップと、

入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を特定するステップと 特定した前記目的変数の値を出力するステップと

を含む予測方法。

[請求項11] 前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要に係る値である

請求項 10 に記載の予測方法。

[請求項12] コンピュータに、

工場の稼働に係る複数の説明変数候補の中から少なくとも 1 つの説

明変数の選択を受け付けるステップと、

選択された前記説明変数に係る値の入力を受け付けるステップと、

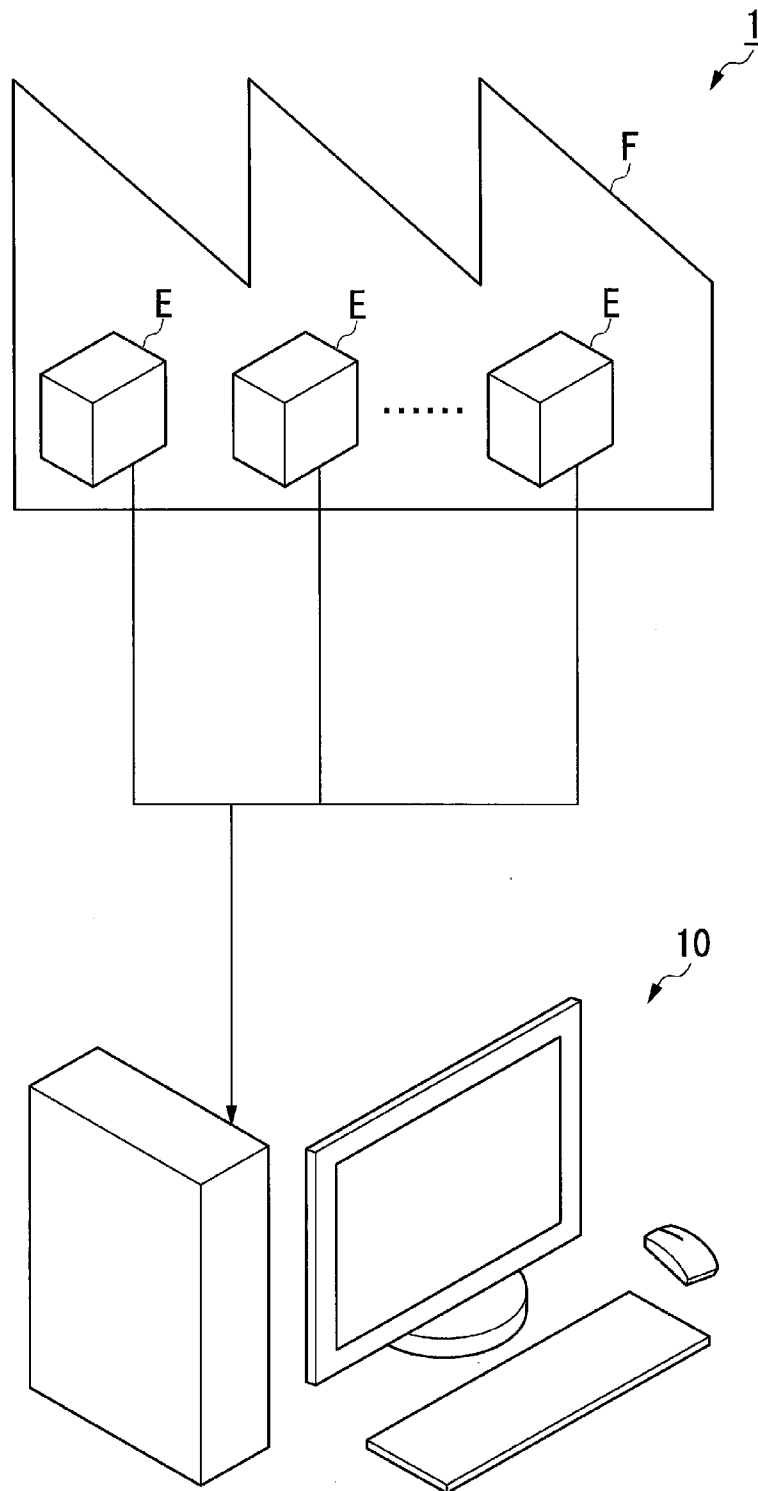
入力された前記値に基づいて前記工場の稼働に係る目的変数の値を
特定するステップと 特定した前記目的変数の値を出力するステップ
と

を実行させるためのプログラム。

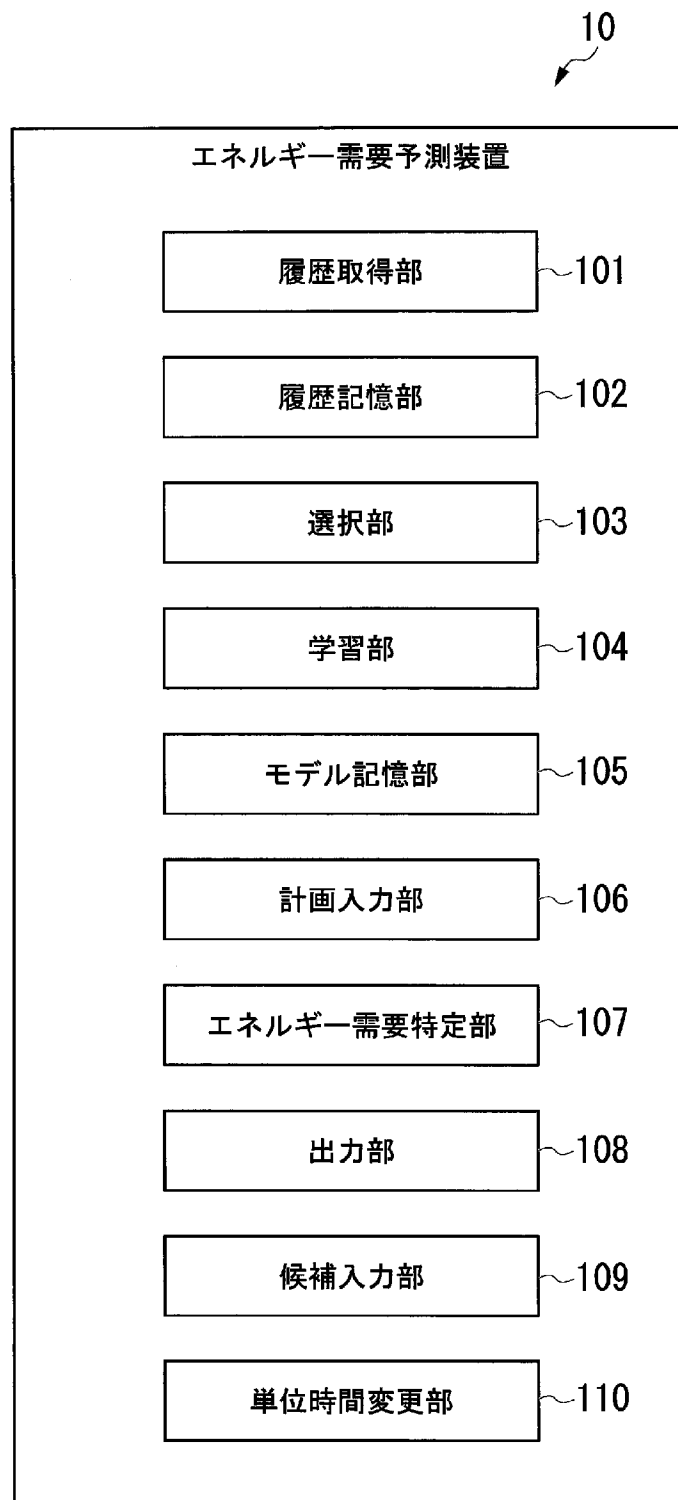
[請求項13] 前記工場の稼働に係る目的変数の値は、前記工場のエネルギー需要
に係る値である

請求項12に記載のプログラム。

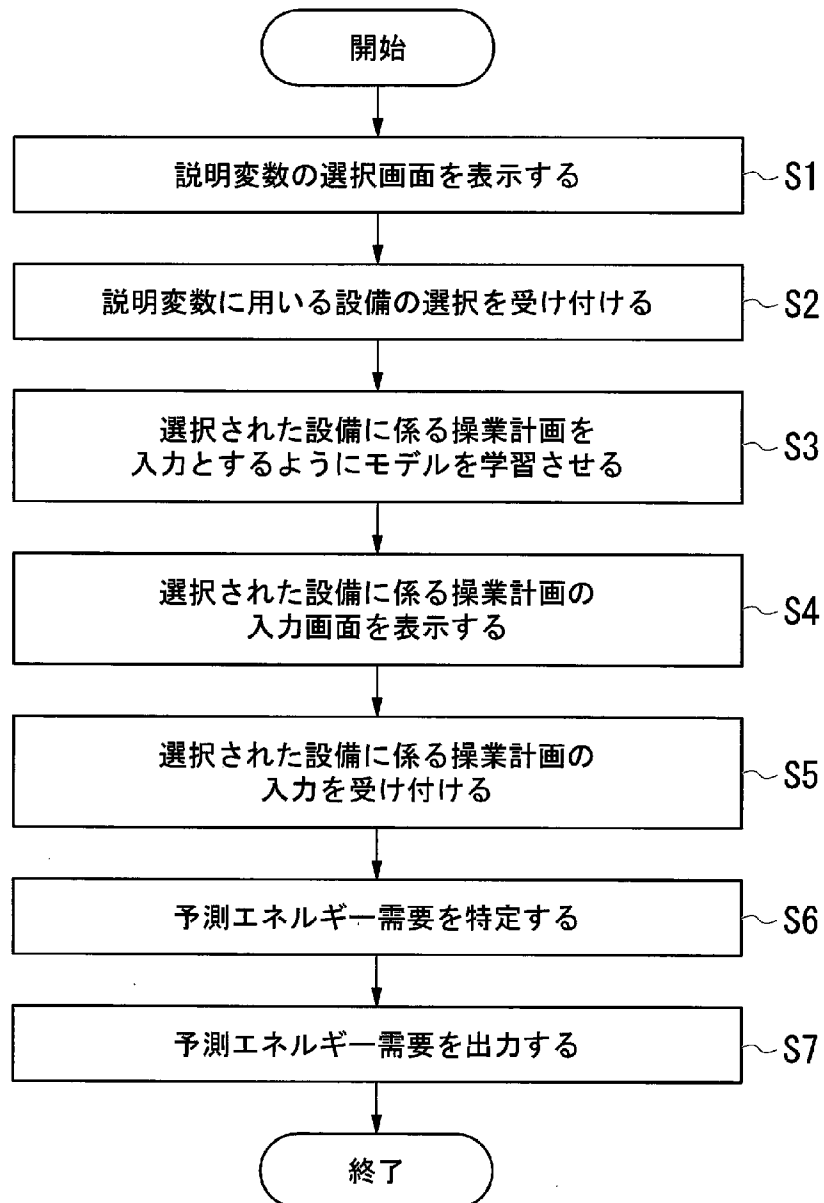
[図1]



[図2]



[図3]



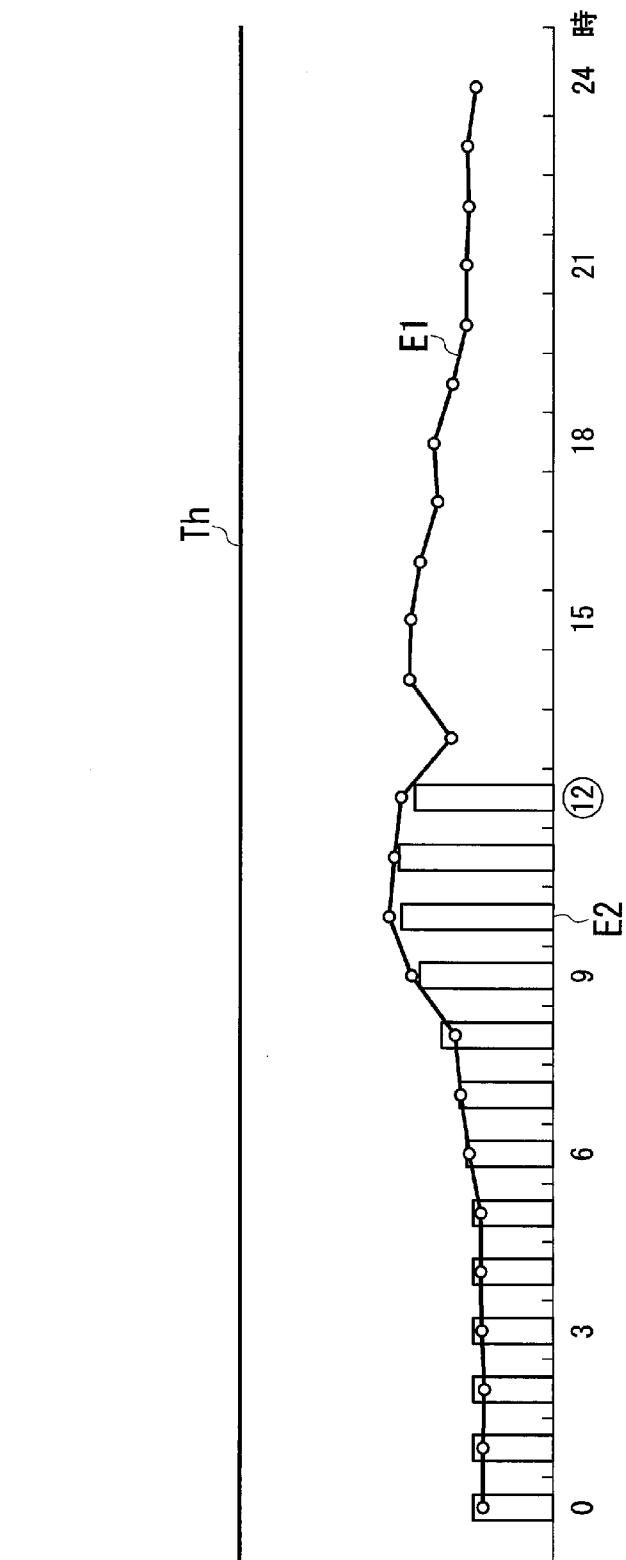
[図4]

No	使用	設備名称	定格出力
1	■	第1熱処理炉	600kW
2	■	第2熱処理炉	500kW
3	■	第3熱処理炉	800kW
4	■	冷凍機	1200kW
5	■	排水ポンプ	2000kW
6	■	第1工作機械	120kW
7	■	第1電源装置	800kW
8	■	第2電源装置	1100kW
9	□	大型クレーン	300kW
10	□	コンプレッサ	200kW

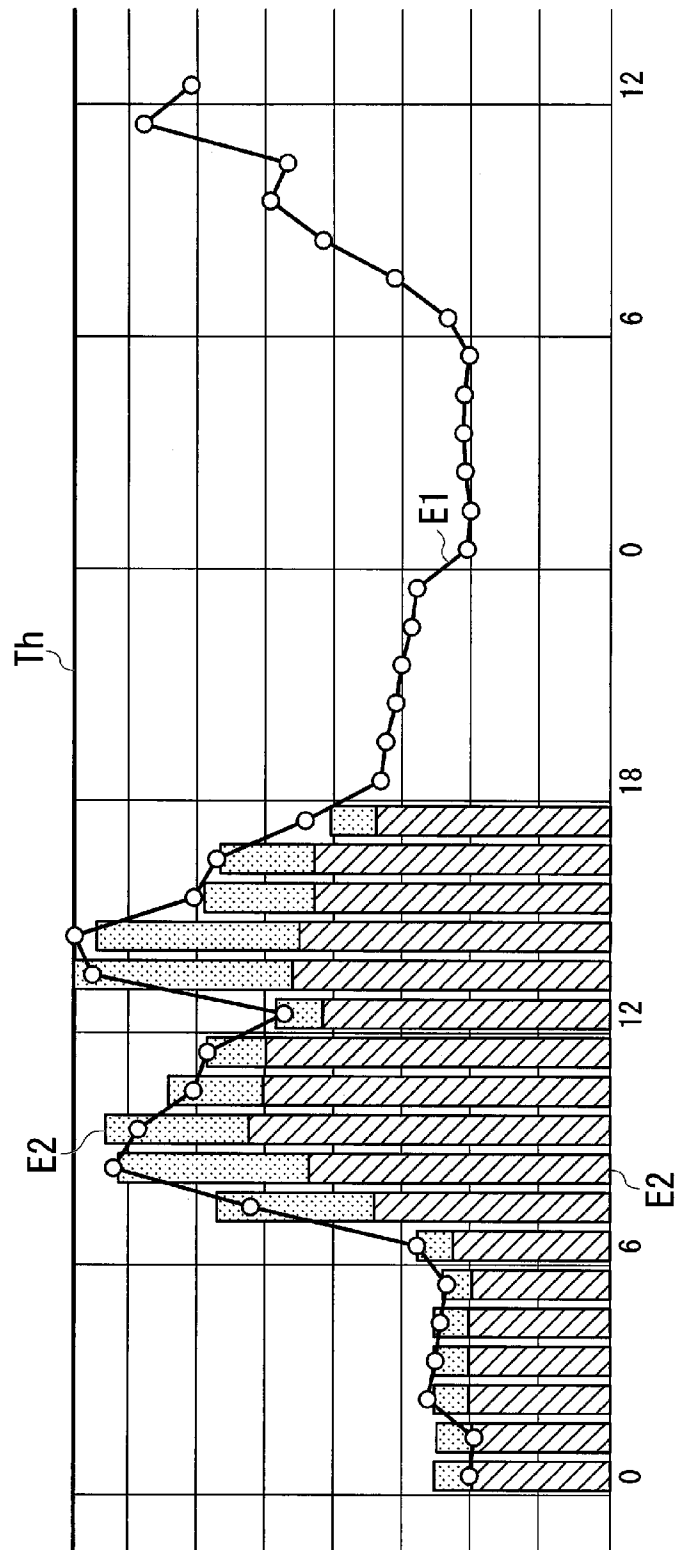
[図5]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
第1熱処理炉	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
第2熱処理炉	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
第3熱処理炉	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
冷凍機	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
排水ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
第1工作機械	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
第1電源装置	□	□	□	□	■	■	□	□	□	■	■	□	□	□	■	□	□	□	□	■	□	□	□	□
第2電源装置	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	■	□	□	■	■	□	□	□	□	□	■	□	□	□

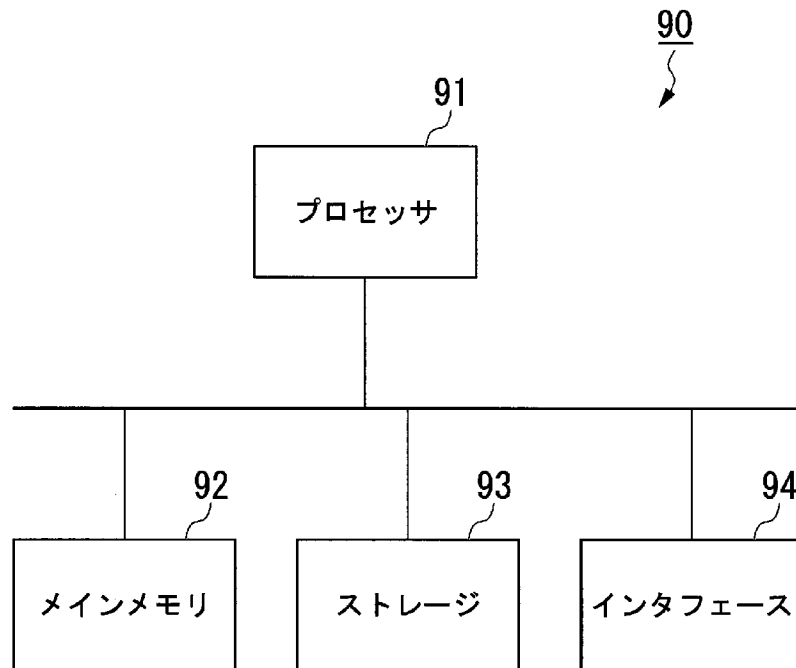
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/005430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q50/04 (2012.01) i, G05B19/418 (2006.01) i, G06Q10/04 (2012.01) i, H02J3/00 (2006.01) i, H02J3/14 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06Q10/00-99/00, G05B19/418, H02J3/00, H02J3/14

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	JP 2009-116842 A (OMRON CORP.) 28 May 2009, paragraphs [0126]-[0128], [0134]-[0146], [0165]-[0186], fig. 24-26, 29-31, 33 & US 2008/0219544 A1, paragraphs [0148]-[0150], [0156]-[0168], [0187]-[0207], fig. 24-26, 29-31, 33 & EP 1967996 A1 & CN 101414186 A	1-9, 10-13 9
Y	JP 2017-70167 A (JFE STEEL CORPORATION) 06 April 2017, paragraphs [0002]-[0003] (Family: none)	9



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
08 May 2019 (08.05.2019)

Date of mailing of the international search report
21 May 2019 (21.05.2019)

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/JP2019/005430

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 2000-217253 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 04 August 2000, paragraphs [0002]-[0003] (Family: none)	9
A	JP 2015-12753 A (NISSIN DENSETU INC. et al.) 19 November 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06Q50/04(2012.01)i, G05B19/418(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)i, H02J3/00(2006.01)i, H02J3/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06Q10/00-99/00, G05B19/418, H02J3/00, H02J3/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 9 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2009-116842 A（オムロン株式会社）2009.05.28, 段落【0126】-【0128】，【0134】-【0146】，【0165】-【0186】， 図 24-26, 29-31, 33 & US 2008/0219544 A1, [0148]-[0150], [0156]-[0168], [0187]-[0207], Fig. 24-26, 29-31, 33 & EP 1967996 A1 & CN 101414186 A	1-8, 10-13 9
Y	JP 2017-70167 A（J F E スチール株式会社）2017.04.06, 段落【0002】-【0003】（ファミリーなし）	9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

0 8 . 0 5 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 5 . 2 0 1 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

海江田 章裕

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 2

5 L

3 0 5 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-217253 A (住友金属工業株式会社) 2000.08.04, 段落【0002】 - 【0003】 (ファミリーなし)	9
A	JP 2015-12753 A (日新電設株式会社他) 2015.11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13