

(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
2015 年 9 月 17 日(17.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/136642 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056508
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 12 日(12.03.2014)
- (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: 国立大学法人東北大学(TOHOKE UNI-
VERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区
片平二丁目 1 番 1 号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 山村朝雄(YAMAMURA, Tomoo); 〒
9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1
号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 坂本清
志(SAKAMOTO, Kiyoshi); 〒9808577 宮城県仙台市
青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北
大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 片山修平(KATAYAMA, Shuhei); 〒1040031
東京都中央区京橋 1 - 6 - 1 三井住友海上テ
ブコビル 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, LT, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER ESTIMATION DEVICE, POWER ESTIMATION PROGRAM, AND POWER ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 電力予測装置、電力予測プログラムおよび電力予測方法

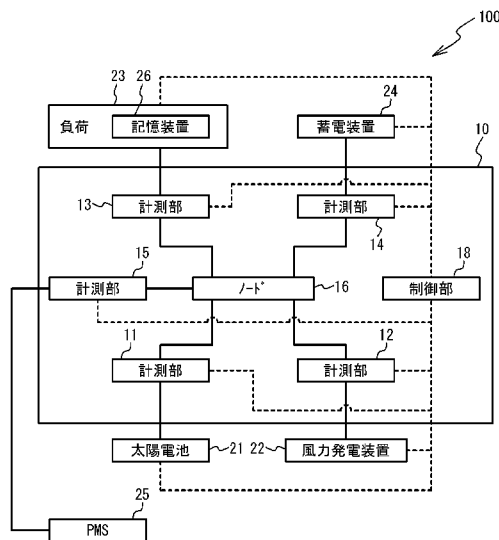


FIG. 1:
11, 12, 13, 14, 15 Measuring unit
16 Node
18 Control unit
21 Solar battery
22 Wind power generation device
23 Load
24 Electricity storage device
26 Storage device

(57) Abstract: A power estimation device comprises: an extraction unit for, from a plurality of intervals obtained by dividing power information at intervals of a constant period, extracting an interval analogous to the last power information, said power information being the information in which values relating to input/output power that is input to or output from a node (16) by one or a plurality of power devices (21-25) including a natural energy power generation device are described in time series; and an estimation unit for, based on the power information after the time corresponding to current time in the analogous interval, estimating the input/output power after the current time.

(57) 要約: 自然エネルギー発電装置を含む 1 または複数の電力装置 21-25 がノード 16 に入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間を抽出する抽出部と、前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測する予測部と、を具備する電力予測装置。

明 細 書

発明の名称：

電力予測装置、電力予測プログラムおよび電力予測方法

技術分野

[0001] 本発明は、電力予測装置、電力予測プログラムおよび電力予測方法に関し、自然エネルギー発電装置の出力電力を予測する電力予測装置に関する。

背景技術

[0002] 太陽電池や風力発電等の自然エネルギー発電は、再生可能エネルギーの一つとして注目されている。しかしながら、自然エネルギー発電の発電電力は、自然に大きく影響されるため、その予測が重要である。特許文献 1、2 には、気候、気温、風速や風向き等の気象予測に基づき、自然エネルギー発電の発電電力を予測する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 1 2 0 4 1 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 0 - 5 7 2 6 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1、2 の方法では、気象予測等の外部から入力される情報に基づき発電電力を予測する。この方法では、外部情報に依存しているため、外部情報が得られない場所や時間においては、発電電力を予測できない。

[0005] 本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、外部からの情報に依存せず電力予測を行なうことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、自然エネルギー発電装置を含む 1 または複数の電力装置がノー

ドに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間を抽出する抽出部と、前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測する予測部と、を具備することを特徴とする電力予測装置である。

[0007] 上記構成において、前記電力装置は負荷を含み、前記電力予測装置は、前記予測部が予測した前記自然エネルギー発電装置および前記負荷の前記現在の時刻以降の前記入出力電力に基づき、前記現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する判定部を具備する構成とすることができる。

[0008] 上記構成において前記電力装置は蓄電装置を含み、前記予測部は、予測した前記自然エネルギー発電装置および前記負荷の前記現在の時刻以降の前記入出力電力に基づき、前記蓄電装置の蓄積電力量を予測し、前記判定部は、前記現在の時刻以降の蓄積電力量に基づき、前記現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する構成とすることができる。

[0009] 上記構成において、前記入出力電力に関する値は、前記一定周期より短い期間毎の前記入出力電力の要約統計量である構成とすることができる。

[0010] 上記構成において、前記入出力電力に関する値は、前記期間毎の前記入出力電力の要約統計量、および前記期間毎の前記入出力電力の変動量の要約統計量である構成とすることができる。

[0011] 上記構成において、前記抽出部は、複数の前記類似する区間を抽出し、前記予測部は、前記複数の類似する区間に対応する複数の前記電力情報と、直前の前記電力情報と、の類似度に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測する構成とすることができる。

[0012] 上記構成において、前記電力装置は、前記電力情報を記憶する記憶装置を備え、前記電力装置が前記ノードに接続されたときに、前記抽出部は、接続された前記電力装置の前記記憶装置から前記電力情報を読み出す構成とすることができる。

[0013] 上記構成において、前記ノードは外部の電源系統に接続されていない構成

とすることができる。

[0014] 上記構成において、前記自然エネルギー発電装置は太陽光を用いた発電装置であり、前記一定周期は24時間である構成とすることができる。

[0015] 本発明は、プロセッサまたはコンピュータに、自然エネルギー発電装置を含む1または複数の電力装置がノードに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間から、直前の電力情報に類似する区間を抽出するステップと、前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報から前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測するステップと、を実行させることを特徴とする電力予測プログラムである。

[0016] 本発明は、プロセッサまたはコンピュータが実行する電力予測方法であって、自然エネルギー発電装置を含む1または複数の電力装置がノードに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間から、直前の電力情報に類似する区間を抽出するステップと、前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報から前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測するステップと、を含むことを特徴とする電力予測方法である。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、外部からの情報に依存せず電力予測を行なうことができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、実施例1に係る電力予測装置が用いられるシステムを示すブロック図である。

[図2]図2(a)は、実施例1における制御部のブロック図、図2(b)は、電力予測装置の機能ブロック図である。

[図3]図3は、実施例1における電力予測装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]図4(a)および図4(b)は、実施例1における電力予測を説明する

ための時間に対する電力を示す図である。

[図5]図5は、実施例2に係る電力予測装置の動作を示すフローチャートである。

[図6]図6は、実施例2における各電力装置の1つの区間内の電力情報を示す図である。

[図7]図7(a)は、時間 t に対する算出された蓄積電力量の平均 $C(t)$ の例を示す図、図7(b)は、時間に対する算出された蓄積電力量の標準偏差 $\sigma C(t)$ の例を示す図、図7(c)は、 $C(t) \pm \sigma C(t)$ の例を示す図である。

[図8]図8は、実施例2における判定部の動作の例を示すフローチャートである。

[図9]図9(a)は、PMSの表示装置の画面の例を示す図、図9(b)は、負荷のコンセントの例を示す図である。

[図10]図10(a)から図10(c)は、太陽電池のそれぞれ発電電圧、電流および電力を示す図である。

[図11]図11(a)から図11(c)は、風力発電装置のそれぞれ発電電圧、電流および電力を示す図である。

[図12]図12(a)および図12(b)は、それぞれ太陽電池および風力発電の出力電力をフーリエ変換し、周期に対し示した図である。

[図13]図13(a)および図13(b)は、ある一日における時間に対するそれぞれ太陽電池の電力および電力変動量を示す図、図13(c)は図13(a)の各記号を説明する図である。

[図14]図14(a)および図14(b)は、ある一日における時間に対するそれぞれ電力および電力変動量の平均値、標準偏差、スキューネスおよびクルトシスを示す図である。

[図15]図15は、算出した類似性因子 SF の分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照し本発明の実施例について説明する。

実施例 1

[0020] 図1は、実施例1に係る電力予測装置が用いられるシステムを示すブロック図である。図1に示すように、電力システム100は、複数のPMS（パワーマネジメントシステム）10および25がネットワーク状に接続されている。各PMS10および25のノード16は、一定の電圧に設定されている。ノード16の電圧は例えば直流電圧であり48Vである。各PMS10および25のノード16は、ほぼ同じ電圧に設定されている。ノード16は、交流電圧に設定されていてもよい。ノード16が交流電圧の場合、各PMS10および25のノード16の電圧、周波数、位相等をほぼ同じとする。

[0021] PMS10には、電力装置21から25が接続されている。電力装置21から25は、それぞれ太陽電池、風力発電装置、負荷、蓄電装置および他のPMSである。負荷は、例えば家電機器、情報機器等の電力を消費する機器である。蓄電装置は、例えば二次電池または電気二重層キャパシタ等の電力を蓄積する機器である。電力装置21から24は、記憶装置26を備えていてもよい。記憶装置26は、例えばハードディスクまたは半導体メモリである。電力装置21から25との間には、電圧を変換するコンバータおよび／または直流－交流コンバータ等が設けられている。PMS10は、計測部11から15、および制御部18を備えている、計測部11から15は、電力装置21から25がノード16に出力または入力される電力を計測する。制御部18は、各計測部11から15、電力装置21から24を制御する。ノード16は、他のPMSを介し、または直接外部の電源系統に接続されていてもよい。また、ノード16は、外部の電源系統に接続されておらず、自立していてもよい。

[0022] 図2（a）は、実施例1における制御部のブロック図、図2（b）は、電力予測装置の機能ブロック図である。図2（a）に示すように、制御部18は、プロセッサ32、記憶装置34、入力装置36、出力装置38およびバス35を備えている。プロセッサ32は、例えばCPU（Central Processin

g Unit) である。記憶装置 34 は、例えばハードディスクまたは半導体メモリである。入力装置 36 は、例えば計測部 11 から 15 等から情報が入力する入力回路である。出力装置 38 は、例えば表示装置または情報を入力する出力回路等である。バス 35 は、プロセッサ 32、記憶装置 34、入力装置 36 および出力装置 38 間のデータを伝送する。制御部 18 は、例えば、コンピュータ、マイクロプロセッサ、または専用回路である。制御部 18 またはプロセッサ 32 は、電力予測プログラムおよび電力予測方法を実行する。電力予測プログラムを格納する記憶媒体として可搬型記憶媒体を用いることができる。可搬型記憶媒体としては、例えば、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) ディスク、DVD (Digital Video Disc) ディスク、ブルーレイディスクまたは USB (Universal Serial Bus) メモリ等を用いることができる。記憶媒体として、フラッシュメモリまたは HDD 等を用いてもよい。

[0023] 図 2 (b) に示すように、電力予測装置 30 は、抽出部 42、予測部 44 および判定部 46 を備えている。制御部 18 またはプロセッサ 32 がソフトウェアと協働して、抽出部 42、予測部 44 および判定部 46 として機能する。

[0024] 図 3 は、実施例 1 における電力予測装置の動作を示すフローチャートである。図 2 (b) および図 3 に示すように、抽出部 42 は、過去の電力情報および直前の電力情報を取得する (ステップ S10)。電力情報は、計測部 11 から 15 が計測する入出力電力に関する値の時系列に表した情報である。電力情報は、入出力電力を時系列に表した情報でもよいし、入出力電力を加工した情報でもよい。電力装置 21 および 22 (太陽電池および風力発電装置) では、入出力電力は、電力装置 21 および 22 からノード 16 に出力される電力である。電力装置 23 (負荷) では、入出力電力は、電力装置 23 にノード 16 から入力される電力である。電力装置 24 (蓄電装置) および 25 (他の PMS) では、入出力電力は、電力装置 24 および 25 にノード 16 から出力または入力される電力である。電力装置 24 の蓄積電力量は、

入出力電力を時間に対し積分することにより算出することができる。また、電力装置 24 の蓄積電力量は、蓄電装置の SOC (State of Charge) から算出することもできる。入出力電力は、電力装置 21 から 25 とノード 16 との間の入出力電力または入出力電流を測定することにより得られる。また、入出力電力は、電力装置 21 から 25 内での電力、電圧もしくは電流等を測定することにより求めてもよい。過去の電力情報および直前の電力情報は、例えば記憶装置 34、または電力装置 21 から 24 が備える記憶装置 26 に記憶されている。抽出部 42 は、過去の電力情報を一定周期で区切った複数の区間から直前の電力情報に類似する区間を抽出する（ステップ S12）。ここで、一定周期は、1 時間、24 時間、4 日または 7 日等の任意の予め設定された周期である。

[0025] 予測部 44 は、抽出部 42 が抽出した区間の電力情報から現在の時刻以降の入出力電力を予測する（ステップ S14）。判定部 46 は、予測部 44 の予測に基づき現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する（ステップ S16）。例えば、判定部 46 は、今後の電力供給が電力需要を下回る場合、警告するように判定する。判定部 46 は、判定結果を出力する（ステップ S18）。判定部 46 は、例えば判定結果を出力装置 38 に出力する。例えば、ユーザは、出力装置 38 の表示により負荷の電力消費を抑制することができる。また、制御部 18 は、判定結果に基づき、負荷を制御してもよい。

[0026] 図 4（a）および図 4（b）は、実施例 1 における電力予測を説明するための時間に対する電力を示す図である。図 4（a）を参照し、電力は、電力装置 21 から 25 のいずれかに入出力する電力を示す。時刻 t_0 は現在の時刻である。区間 T_0 から T_3 は一定周期であり、例えば 24 時間である。時刻 t_0 を起点に時間を遡り一定区間で区切り、それぞれ区間 T_0 から T_3 とする。時刻 t_0 が午前 11 時とすると、区間 T_0 の開始時刻 t_1 は 1 日前の午前 11 時である。同様に、区間 T_1 から 3 の開始時刻 t_2 から t_4 は、それぞれ 2 から 4 日前の午前 11 時である。

[0027] 抽出部 42 は、区間 T_1 から T_3 から区間 T_0 に類似する区間を抽出する

。類似性を判断する区間は、区間T 0からT 3の一部でもよい。例えば、午前6時から午前11時の期間において区間T 0と区間T 1からT 3との類似性を判断してもよい。区間T 0からT 3は、予め定めた開始時刻から開始される区間でもよい。例えば、午前0時から翌日の午前0時を予め定めた1区間とし、区間内の午前6時から午前11の類似性から区間を抽出することもできる。

[0028] 図4 (b) を参照し、実線は過去の電力、破線は予測した電力である。例えば、区間T 3が類似する区間の場合、予測部44は、時刻t 0以降の電力を図4 (a) の時刻t 3以降の電力から予測する。例えば予測電力を時刻t 3以降の電力とする。図4 (a) および図4 (b) では、1つの区間T 3を抽出しているが、類似する区間を複数抽出し、複数の区間から電力を予測してもよい。

[0029] 実施例1によれば、図1のように、ノード16には、少なくとも自然エネルギー発電装置（太陽電池または風力発電装置）を含む電力装置21から24が接続されている。自然エネルギー発電装置としては、太陽電池および風力発電装置以外にも、太陽光発電装置、太陽熱発電装置、潮汐発電装置、波力発電装置、海流発電装置または温度差発電装置を用いることができる。このように、自然エネルギー発電装置は、自然エネルギーを電気エネルギーに変換するものであればよい。自然エネルギー発電装置の出力電力は一定周期で変動する。例えば、太陽光を用いた発電装置の出力電力は、24時間周期となる。その他の発電でも、24時間、24時間より短い、または24時間より長い周期で変動する。

[0030] そこで、図4 (a) のように、抽出部42は、過去の電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間T 3を抽出する。図4 (b) のように、予測部44は、類似する区間T 3における現在の時刻t 0に対応する時刻t 3以降の電力情報に基づき、現在の時刻t 0以降の入出力電力を予測する。これにより、外部情報によらず、入出力情報を予測できる。自然エネルギー発電装置は複数設けられていてもよい。例えば

、太陽電池と風力発電装置とでは、区間を区切る一定周期を異ならせてもよい。

[0031] さらに、ノード16には、負荷が接続されている。負荷が消費する電力は、人間の活動および／または自然環境に影響される。よって、負荷の入力電力は、24時間およびまたは7日等の一定周期で変動する。例えば、3日夜勤、1日休暇、3日昼勤、2日休暇のサイクルの勤労者の生活パターンは9日周期である。この場合、9日を一定周期とする。このように、判定部46は、予測部44が予測した自然エネルギー発電装置および負荷の現在の時刻以降の入出力電力に基づき、現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する。これにより、外部情報に依存せず、電力需給バランスを判定できる。

[0032] さらに、ノード16は、蓄電装置に接続されている。予測部44は、予測した自然エネルギー発電装置および負荷の現在の時刻以降の入出力電力に基づき、蓄電装置の蓄積電力量を予測する。判定部46は、現在の時刻以降の蓄積電力量に基づき、現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する。このように、蓄電装置の蓄積電力量から今後の電力需給バランスを判定することができる。蓄電装置の蓄積電力量は、例えば、自然エネルギー発電装置の予測出力電力と負荷の予測入力電力の差の積分により算出することができる。また、ノード16と蓄電装置との間の予測入出力電力の積分から蓄積電力量を算出してもよい。

[0033] さらに、ノード16は外部の電源系統に接続されていないことがある。例えば、PMS10は、自立したシステムであり、外部から電力が供給されない。このように、オフグリッドのPMS10の場合、自然エネルギー発電装置で負荷が消費する電力をまかなうことになり、電力の需給バランスの予測が十分でないと、必要なときに電力を使用できないということが起こりうる。そこで、電力予測装置を用いることが好ましい。なお、ノード16が外部電力源に接続されていても実施例1を適用することもできる。

実施例 2

[0034] 実施例2は、実施例1の具体例である。実施例2のシステムのブロック図

および電力予測装置の機能ブロック図は、実施例 1 と同じであり説明を省略する。図 5 は、実施例 2 に係る電力予測装置の動作を示すフローチャートである。図 5 に示すように、各電力装置 2 1 から 2 4 が記憶装置 2 6 を備えている場合、過去の電力情報は記憶装置 2 6 に記憶させてもよい。この場合、電力装置 2 1 から 2 4 がノード 1 6 に接続されたときに、制御部 1 8 は、記憶装置 2 6 から電力情報を取得する（ステップ S 5 0）。電力情報を制御部 1 8 の記憶装置 3 4 が記憶する場合、このステップはなくてもよい。

[0035] 制御部 1 8 は、計測部 1 1 から 1 5 に各電力装置 2 5 とノード 1 6 との間
の入出力電力を計測させる（ステップ S 3 2）。計測のサンプリング時間は
例えば 1 0 秒である。制御部 1 8 は、一定期間経過したか判定する（ステッ
プ S 3 4）。一定期間は、区間より短い期間であり、例えば 1 時間である。
ステップ S 3 4 において N o の場合、ステップ S 3 2 に戻る。ステップ S 3
4 において、Y e s の場合、一定期間内の入出力電力の要約統計量を算出す
る（ステップ S 3 6）。入出力電力の変動量の要約統計量を算出してもよい
。要約統計量は、平均値および／または標準偏差である。要約統計量として
は、例えば平均値、分散、標準偏差、中央値、四分位点、最大値、最小値、
尖度（クルトシス）、および歪度（スキューネス）の少なくとも 1 つを用い
ることができる。中央値および四分位点は平均値および標準偏差より簡単に
算出できるため、要約統計量として、中央値および／または四分位点を用い
てもよい。制御部 1 8 は、期間の要約統計量を電力情報の一部として記憶装
置 3 4 または 2 6 に記憶させる。

[0036] 図 6 は、実施例 2 における各電力装置の 1 つの区間内の電力情報を示す図
である。図 6 に示すように、1 つの区間内の電力情報には、期間 1 から期間
2 4 までの情報が含まれる。1 つの区間は例えば 2 4 時間であり、各期間 1
から 2 4 はそれぞれ 1 時間である。1 区間の電力情報は、入出力電力の平均
値 $A(1, 1)$ から $A(1, 24)$ 、入出力電力の標準偏差 $A(2, 1)$ か
ら $A(2, 24)$ 、電力変動量の平均値 $B(1, 1)$ から $B(1, 24)$ 、
電力変動量の標準偏差 $B(2, 1)$ から $B(2, 24)$ の 2 4 行 × 4 列行列

である。行は期間 1 から 24 に対応し、時系列に配列されている。平均値および標準偏差は、期間内の平均値および標準偏差である。電力変動量は単位時間当たりの電力の変動率である。記憶装置 34 または 26 には、過去の複数区間の電力情報が記憶されている。

[0037] 図 5 に戻り、抽出部 42 は、複数の区間の電力情報と直前の区間の電力情報との類似度を算出する。抽出部 42 は、複数の区間の類似度から類似度の大きい区間を抽出する（ステップ S40）。例えば、抽出部 42 は、類似度の大きい区間を n 個抽出する。

[0038] 類似度の算出方法の例を説明する。ある区間 1 の電力情報を図 6 のように $A1(i, t)$ 、 $B1(i, t)$ 、別の区間 2 の電力情報を $A2(i, t)$ 、 $B2(i, t)$ とする。このとき、区間 1 と区間 2 との自乗誤差 $d i f f$ を式 1 とする。

$$d i f f = \sum_{i, t} (A1(i, t) - A2(i, t))^2 + W \times \sum_{i, t} (B1(i, t) - B2(i, t))^2 \quad \text{式 1}$$

式 1 は式 2 でも表される。

$$d i f f = \text{sum}(\text{sum}((A1 - A2) * (A1 - A2))) + W * \text{sum}(\text{sum}((B1 - B2) * (B1 - B2))) \quad \text{式 2}$$

ここで、 W は、電力変動率の重み係数で、適宜設定できる。電力に比べ、電力変動率は、類似性に影響しにくいと考えられる。そこで、 W を 1 以下とする。例えば W を 0.2 とする。

[0039] 類似性因子 $S F$ を式 3 で表す。

$$S F = -\log(d i f f) \quad \text{式 3}$$

このように、2 つの区間の類似度として類似性因子を算出できる。

[0040] 次に、予測部 44 は、抽出された区間の入出力電力から現在の時刻からの入出力電力を予測する（ステップ S42）。例えば、 n 個の $A_k(1, t)$ から入出力電力 $P(t)$ を予測する。 t は期間 1 から 24（つまり時間）に対応する。 $t = 1$ は現在の時刻直後の期間に対応する。例えば現在の時刻が午前 11 の場合、期間 1 は午前 11 から午前 12 の期間である。

[0041] 入出力電力 $P(t)$ の予測の例を説明する。予測入出力電力 $P(t)$ を、 $A_k(1, t)$ の線形結合とし、式4とする。

$$P(t) = \sum_k (a_k \times A_k(1, t)) \quad \text{式4}$$

ここで、 k は1から n の整数である。係数 a_k は $\sum_k a_k = 1$ のように全ての係数 a_k の和は1である。係数 a_k が全て $1/n$ のとき、 $P(t)$ は、 $A_k(1, t)$ の単純平均となる。係数 a_k が異なるとき加重平均となる。

[0042] 例えば、類似性因子 SF が正規分布である場合、係数 a_k は以下のように算出できる。類似度が k 番目に高い区間の類似性因子 SF_k とする。類似性因子 SF_k の全体の中の相対的位置は評価できる。この場合、高いほうから k 番目である。類似性因子 SF_k の相対的位置が高い（類似度が高い）場合係数 a_k を高くすることが好ましい。そこで、例えば係数 a_k を式5とする。

$$a_k = cdf(SF_k) / \sum_k cdf(SF_k) \quad \text{式5}$$

ここで、 cdf は SF の累積分布関数である。

このようにして、各電力装置の予測入出力電力 $P(t)$ が算出される。

[0043] 予測部44は、蓄電装置の蓄積電力量とその標準偏差を算出する（ステップS44）。負荷の予測入力電力を $P_D(t)$ 、太陽電池の予測出力電力を $P_{PV}(t)$ 、風力発電装置の予測出力電力を $P_{WP}(t)$ 、蓄電装置の予測入出力電力を $P_B(t)$ および蓄電装置の蓄電電力量 $C_B(t)$ とすると、これらの関係は式6で表される。

$$\begin{aligned} P_D(t) &= P_{PV}(t) + P_{WP}(t) + P_B(t) \\ &= P_{PV}(t) + P_{WP}(t) + dC_B(t) / dt \quad \text{式6} \end{aligned}$$

よって、 $P_{PV}(t)$ 、 $P_{WP}(t)$ および $P_D(t)$ から、 $C_B(t)$ を予測できる。なお、積分定数として、現在の蓄電装置の蓄積電力量を用いる。

[0044] 算出される $C_B(t)$ は蓄積電力量の平均値に相当する。ここで、予測入出力電力 $P(t)$ は複数の $A_l(1, t)$ の加重平均に相当する。同様に、加重した標準偏差 $\sigma P(t)$ を求めることができる。なお、 $P(t)$ および $\sigma P(t)$ は単純平均および単純な標準偏差でもよい。 $\sigma P(t)$ から蓄積電力量の標準偏差 $\sigma C(t)$ を算出することができる。

[0045] 図7(a)は、時間 t に対する算出された蓄積電力量の平均 $C(t)$ の例を示す図、図7(b)は、時間に対する算出された蓄積電力量の標準偏差 $\sigma C(t)$ の例を示す図、図7(c)は、 $C(t) \pm \sigma C(t)$ の例を示す図である。図7(a)に示すように、この例では、時間に対し、 $C(t)$ が変化する。図7(b)に示すように、この例では、時間に対し、 $\sigma C(t)$ も変化する。図7(c)に示すように、時間に対する $C(t) \pm \sigma C(t)$ の範囲を示す。

[0046] 図5に戻り、判定部46は、蓄積電力量の平均 $C(t)$ と標準偏差 $\sigma C(t)$ を用い、今後の需給バランスが安定か否かを判定する(ステップS46)。Yesの場合、判定部46は、安定と判定する(ステップS50)。Noの場合、判定部46は不安定と判断する(ステップS48)。制御部18は、終了か否かを判定する(ステップS52)。例えば、電力装置をノード16に接続または離脱する場合、制御部18はYesと判定し、電力装置をノード16に接続または離脱した後、ステップS30から開始する。ステップS46において、Yesの場合終了する。Noの場合、ステップS32に戻る。

[0047] 図8は、実施例2における判定部の動作の例を示すフローチャートである。図8に示すように、判定部46は、 $C(t)$ および $\sigma C(t)$ に基づき判定する(ステップS60)。判定部46は、 $C(t) - \sigma C(t) > 0$ の場合、需給バランスは安定と判定する(ステップS62)。この場合、図7(c)において、直線C1が0の場合に相当する。判定部46は、 $C(t) > 0$ かつ $C(t) - \sigma C(t) \leq 0$ の場合、電力需給バランスは注意と判定する(ステップS64)。この場合、図7(c)において、直線C2が0の場合に相当する。判定部46は、 $C(t) \leq 0$ の場合、需給バランスは不安定と判定する(ステップS66)。この場合、図7(c)において、直線C3が0の場合に相当する。その後終了する。なお、判定部46の判定基準は任意に設定できる。例えば判定部46は、 $C(t) + S \times \sigma C(t)$ を判定基準に電力需給バランス安定性を判定できる。ここで、 S は任意に設定した実

数である。

[0048] 図9(a)は、PMSの表示装置の画面の例を示す図、図9(b)は、負荷のコンセントの例を示す図である。図9(a)に示すように、表示装置60に複数の表示領域62が設けられている。判定部46が安定と判断した場合、表示装置60は、表示領域62に青色を点灯する。判定部46が注意と判断した場合、表示装置60は、表示領域62に黄色を点灯する。判定部46が不安定と判断した場合、表示装置60は、表示領域62に赤色を点灯する。判定部46の判定は、複数の期間において行い、複数の表示領域62にそれぞれの期間の安定性を表示してもよい。例えば、表示領域62は、今後1時間の間、24時間の間、4日の間、7日の間の電力需給バランスに対応した色を表示してもよい。このように色で不安定性を表示することにより、電力需給バランスを視覚的に認識することができる。表示装置60は、電力需給バランスが不安定になると予測される時刻を表示してもよい。

[0049] 図9(b)に示すように、負荷が接続されるコンセント64の近くに表示領域62を配置することもできる。さらに、複数の負荷がノード16に接続される場合、コンセント毎に表示領域62を配置することもできる。

[0050] 太陽電池および風力発電装置の出力電力について、測定を行なった。太陽電池および風力発電装置は、宮城県仙台市に設置した。測定は、2013年11月6日から2014年2月8日まで行なった。図10(a)から図10(c)は、太陽電池のそれぞれ発電電圧、電流および電力を示す図である。例えば横軸の11/1は11月1日を示している。図11(a)から図11(c)は、風力発電装置のそれぞれ発電電圧、電流および電力を示す図である。図10(a)から図10(c)に示すように、太陽電池の発電電圧、電流および電力は周期性がある。図11(a)および図11(c)に示すように、風力発電装置の太陽電池の発電電圧、電流および電力は周期性があまりない。

[0051] 図12(a)および図12(b)は、それぞれ太陽電池および風力発電の出力電力をフーリエ変換し、周期に対し示した図である。図12(a)に示

すように、太陽電池では、周期が24時間のときにピークが現れる。その他の周期においてもピークが現れる時間がある。風力発電装置では、ピークは観察されない。

[0052] このように、太陽電池には周期性がある。風力発電装置には周期性は認められなかったが、例えば沿岸地域では24時間周期があると考えられる。また、気候周期により出力電力の周期が現れる場合もあると考えられる。

[0053] 図13(a)および図13(b)は、ある一日における時間に対するそれぞれ太陽電池の電力および電力変動量を示す図、図13(c)は図13(a)の各記号を説明する図である。図13(c)に示すように、長方形の左右の中心線70が1時間の期間内の中央値、長方形の上下線72が四分位点、小さい+74が最大値、小さい-76が最小値、大きい+78は外れ値である。

[0054] 図14(a)および図14(b)は、ある一日における時間に対するそれぞれ電力および電力変動量の平均値、標準偏差、スキューネスおよびクルトシスを示す図である。

[0055] 図13(a)および図13(b)と、図14(a)および図14(b)を比較すると、平均値と標準偏差を用い、各期間の電力および電力変動量をほぼ代表できることがわかる。

[0056] 太陽電池について、午前0時から翌日の午前0時までの24時間を区間として、図6のような区間毎の電力情報を作成した。各区間の間の類似性因子SFを算出した。重み係数Wを0.2とした。算出方法は前述のとおりである。図15は、算出した類似性因子SFの分布を示す図である。図15に示すように、類似性因子SFは正規分布に近いことがわかる。

[0057] このように、少なくとも太陽電池については、実施例2における出力電力の予測が適用できることがわかる。風力発電装置においても設置される場所特有な周期性があると考えられる。負荷の入力電力においても設置される場所および使用するユーザ特有の周期性があると考えられる。

[0058] 実施例2によれば、図6のように、入出力電力に関する値を、一定期間毎

の入出力電力の要約統計量とする。このように、要約統計量で期間の入出力電力を代表させることにより、記憶装置 34 または 26 の記憶容量の削減、プロセッサ 32 の処理負担の軽減ができる。要約統計量は平均値と標準偏差とすることができる。これにより、図 14 (a) および図 14 (b) のように、より期間内の入出力電力を代表できる。電力装置の種類および／または設置場所により、その他の要約統計量の 1 つまたは複数で期間内の入出力電力を代表させることもできる。

[0059] また、図 6 のように、入出力電力に関する値を、一定期間毎の入出力電力の要約統計量、および一定期間毎の入出力電力の変動量の要約統計量とする。このように、図 5 のステップ S 40 において、類似度を変動量も含め算出することで、より類似性の高い区間を抽出できる。

[0060] 式 1 から式 3 のように、類似度は自乗誤差に基づき算出することができる。例えば類似度を類似性因子とする。これにより、類似度の精度をより向上できる。類似度は、その他の方法で算出することもできる。

[0061] さらに、予測部 44 は、複数の類似する区間に対応する電力情報と、直前の電力情報と、の類似度に基づき、現在の時刻以降の入出力電力を予測する。これにより、予測の精度を向上させることができる。式 4 および式 5 のように、入出力電力を複数の電力情報の線形結合として予測する。これにより、予測の精度をより高めることができる。

[0062] さらに、電力装置 21 から 24 の記憶装置 26 が、電力情報を記憶する。図 5 のステップ S 30 のように、電力装置 21 から 24 がノード 16 に接続されたときに、抽出部 42 は、接続された電力装置から電力情報を読み出す。これにより、電力装置を異なる PMS 10 に接続した場合も電力情報を継続して用いることができる。

[0063] 以上、発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

符号の説明

[0064]	1 0	P M S
	1 1 — 1 5	計測部
	1 6	ノード
	1 8	制御部
	2 1 — 2 5	電力装置
	2 6	記憶装置
	3 0	電力予測装置
	4 2	抽出部
	4 4	予測部
	4 6	判定部

請求の範囲

- [請求項1] 自然エネルギー発電装置を含む1または複数の電力装置がノードに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間を抽出する抽出部と、
- 前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測する予測部と、
- を具備することを特徴とする電力予測装置。
- [請求項2] 前記電力装置は負荷を含み、
- 前記電力予測装置は、前記予測部が予測した前記自然エネルギー発電装置および前記負荷の前記現在の時刻以降の前記入出力電力に基づき、前記現在の時刻以降の電力需給バランスを判定する判定部を具備することを特徴とする請求項1記載の電力予測装置。
- [請求項3] 前記電力装置は蓄電装置を含み、
- 前記予測部は、予測した前記自然エネルギー発電装置および前記負荷の前記現在の時刻以降の前記入出力電力に基づき、前記蓄電装置の蓄積電力量を予測し、
- 前記判定部は、前記現在の時刻以降の蓄積電力量に基づき、前記現在の時刻以降の電力需給バランスを判定することを特徴とする請求項2記載の電力予測装置。
- [請求項4] 前記入出力電力に関する値は、前記一定周期より短い期間毎の前記入出力電力の要約統計量であることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項記載の電力予測装置。
- [請求項5] 前記入出力電力に関する値は、前記期間毎の前記入出力電力の要約統計量、および前記期間毎の前記入出力電力の変動量の要約統計量であることを特徴とする請求項4記載の電力予測装置。
- [請求項6] 前記抽出部は、複数の前記類似する区間を抽出し、

前記予測部は、前記複数の類似する区間に対応する複数の前記電力情報と、直前の前記電力情報と、の類似度に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項記載の電力予測装置。

[請求項7] 前記電力装置は、前記電力情報を記憶する記憶装置を備え、
前記電力装置が前記ノードに接続されたときに、前記抽出部は、接続された前記電力装置の前記記憶装置から前記電力情報を読み出すことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項記載の電力予測装置。

[請求項8] 前記ノードは外部の電源系統に接続されていないことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の電力予測装置。

[請求項9] 前記自然エネルギー発電装置は太陽光を用いた発電装置であり、前記一定周期は 24 時間であることを特徴とする請求項 1 記載の電力予測装置。

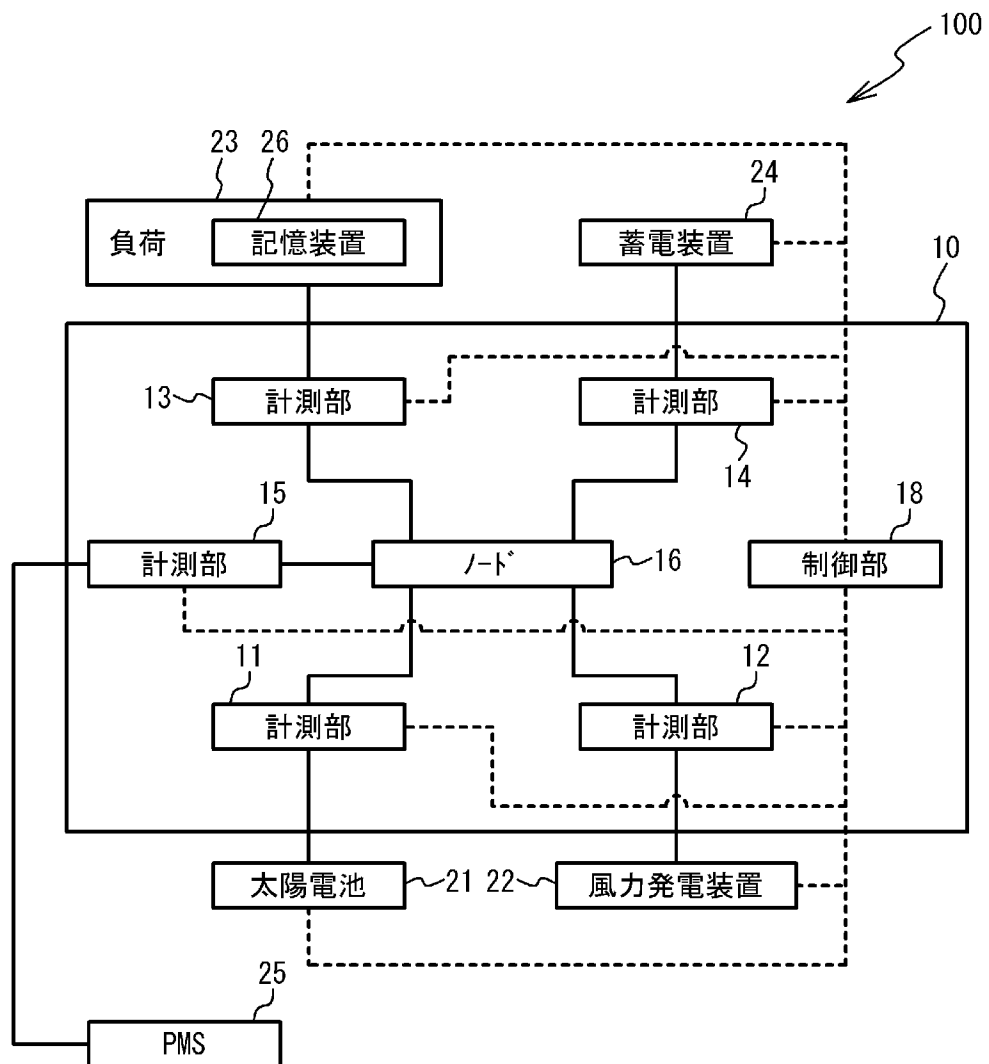
[請求項10] プロセッサまたはコンピュータに、
自然エネルギー発電装置を含む 1 または複数の電力装置がノードに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間を抽出するステップと、
前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電力情報に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測するステップと、
を実行させることを特徴とする電力予測プログラム。

[請求項11] プロセッサまたはコンピュータが実行する電力予測方法であって、
自然エネルギー発電装置を含む 1 または複数の電力装置がノードに入力または出力する入出力電力に関する値を時系列に表した電力情報を一定周期で区切った複数の区間の中から、直前の電力情報に類似する区間を抽出するステップと、
前記類似する区間における現在の時刻に対応する時刻以降の前記電

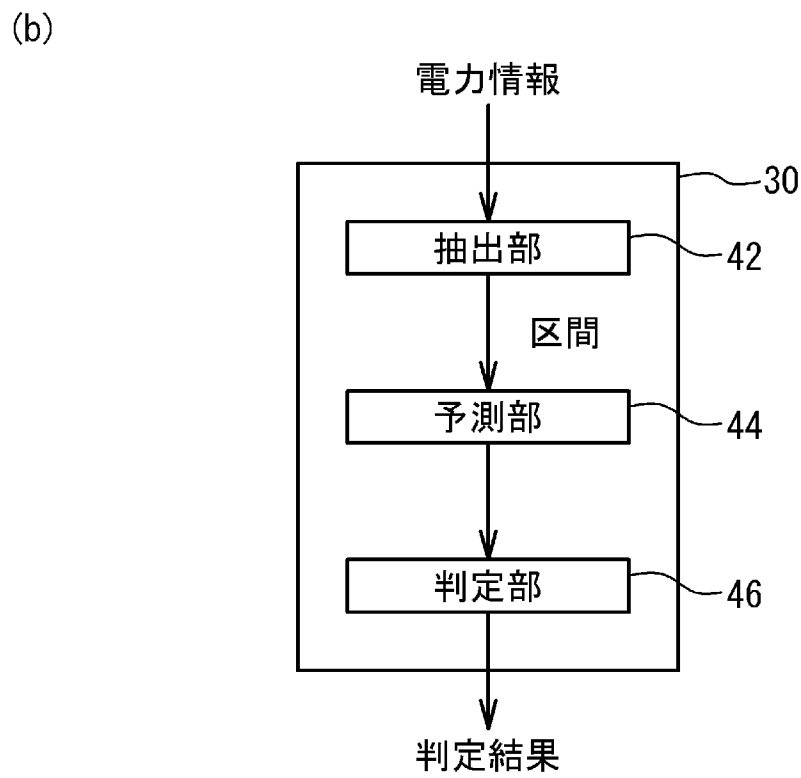
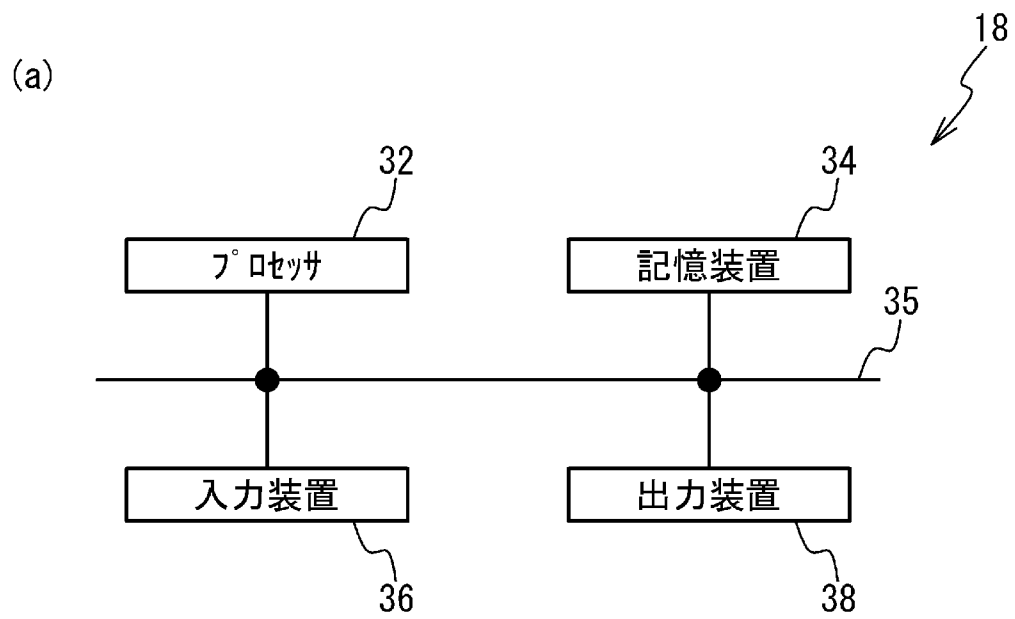
力情報に基づき、前記現在の時刻以降の前記入出力電力を予測するステップと、

を含むことを特徴とする電力予測方法。

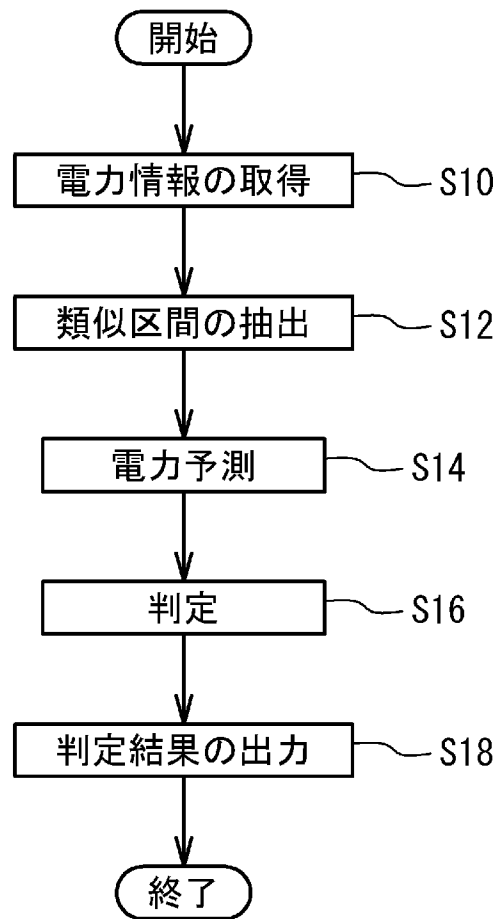
[図1]



[図2]

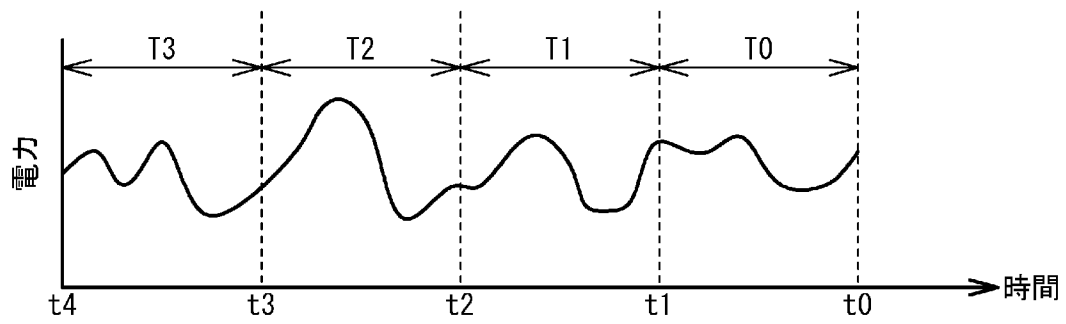


[図3]

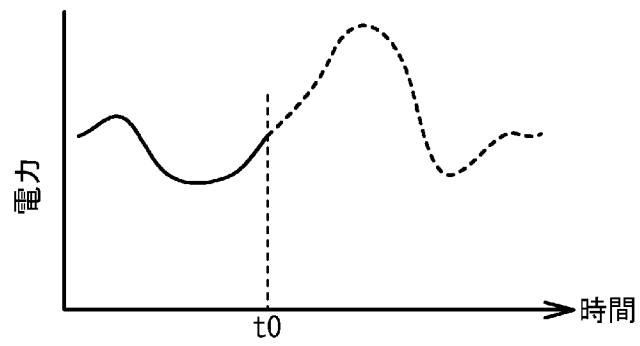


[図4]

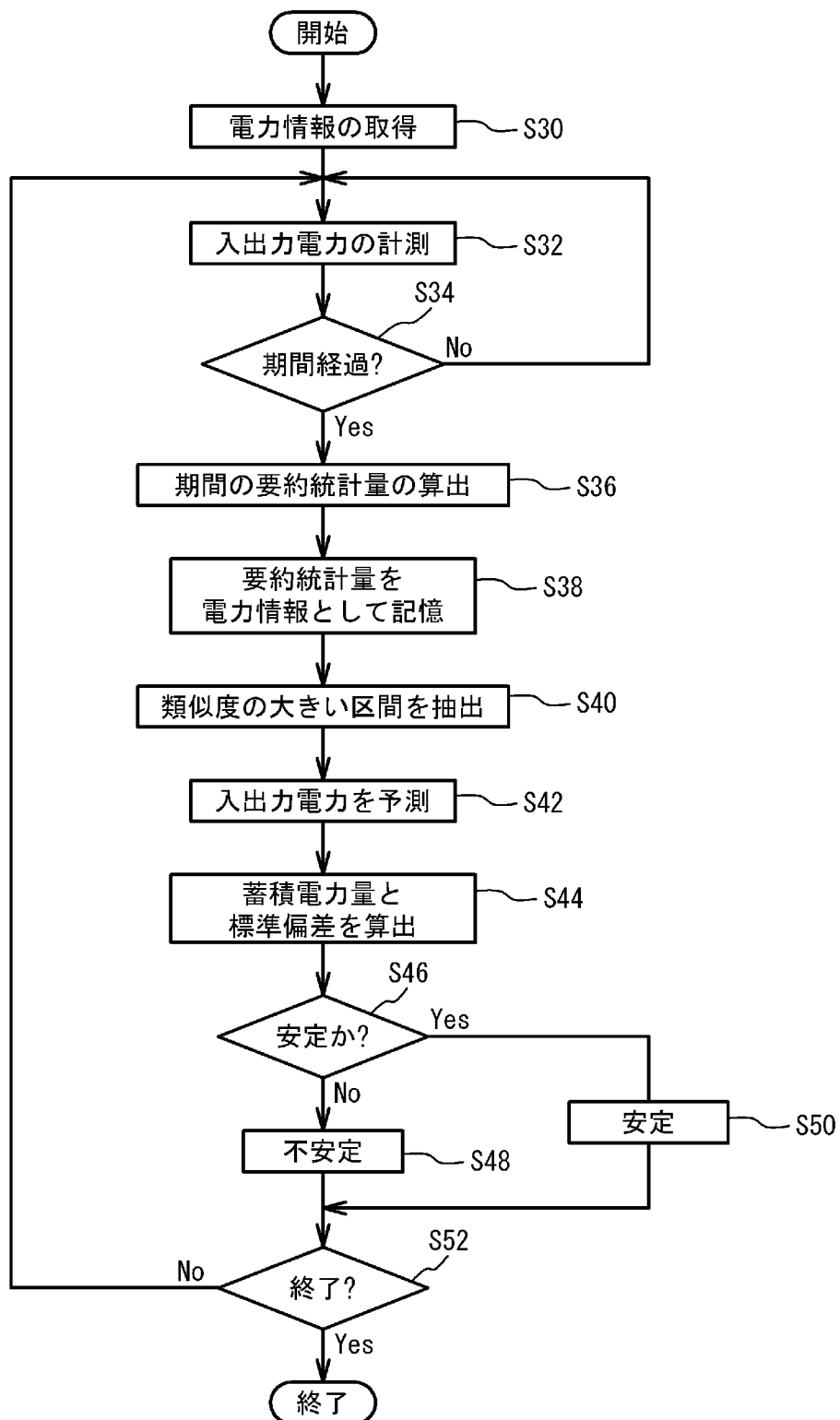
(a)



(b)



[図5]

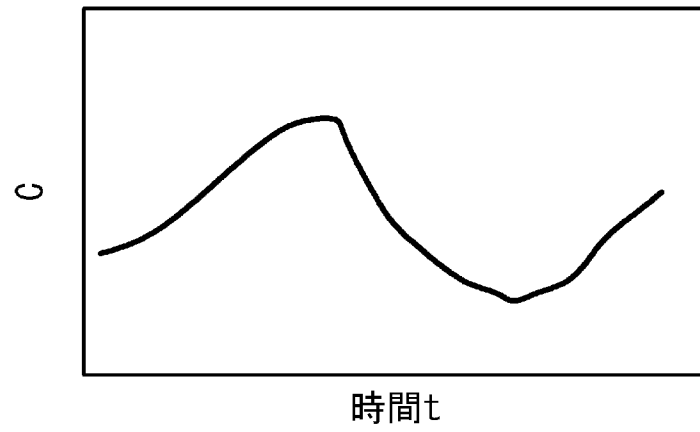


[図6]

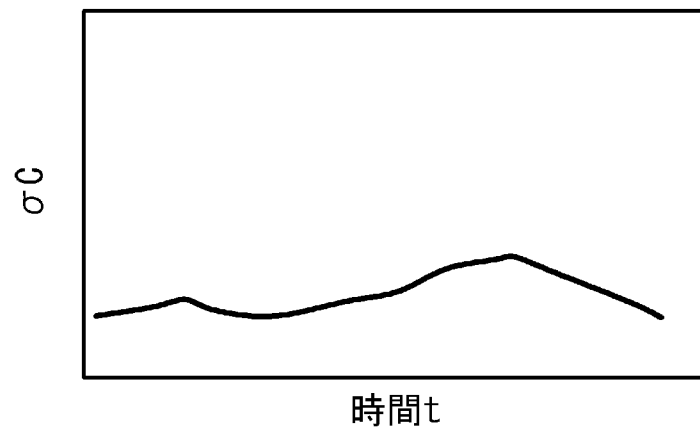
	電力 [W]		変動率 [W/s]	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
期間1	A(1, 1)	A(2, 1)	B(1, 1)	B(2, 1)
期間2	A(1, 2)	A(2, 2)	B(1, 2)	B(2, 2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
期間24	A(1, 24)	A(2, 24)	B(1, 24)	B(2, 24)

[図7]

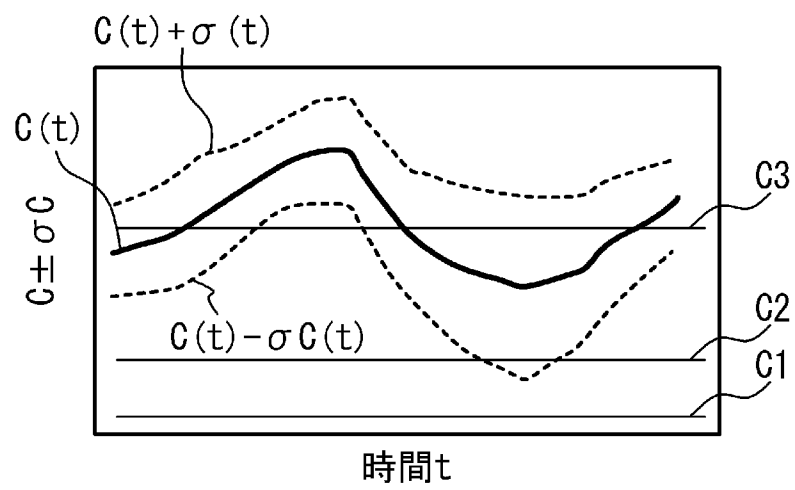
(a)



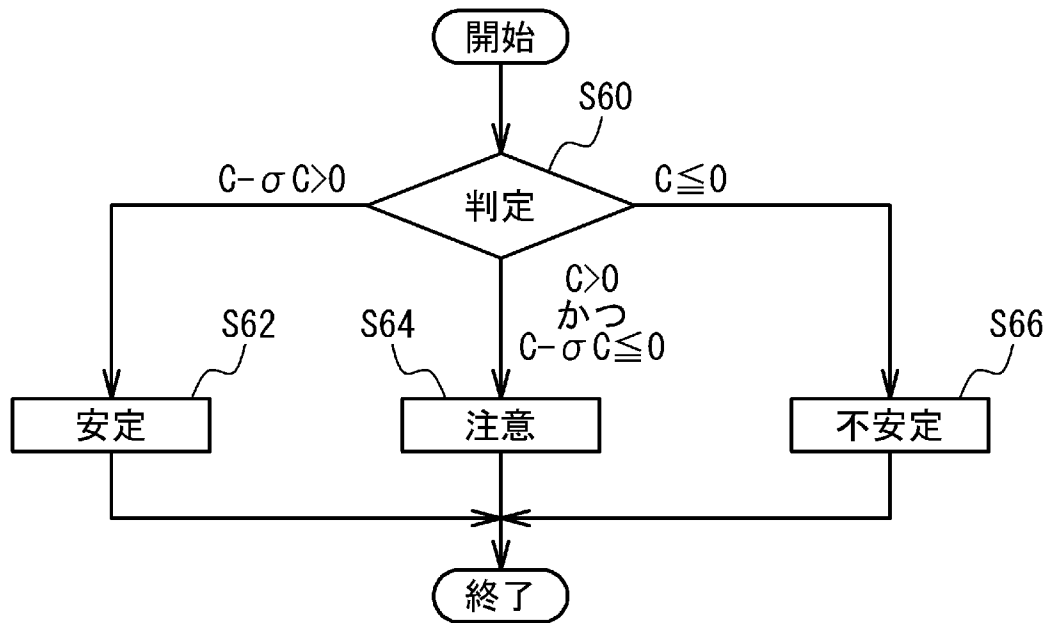
(b)



(c)

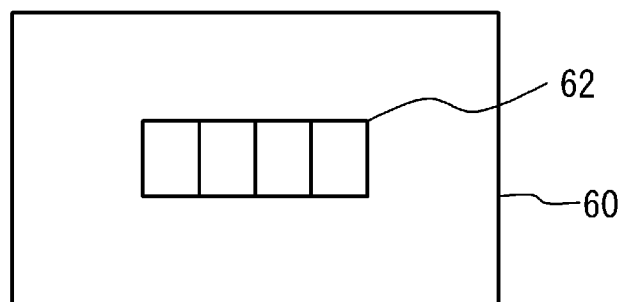


[図8]

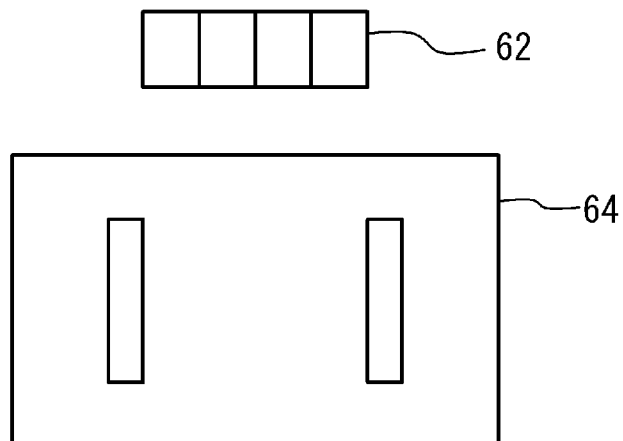


[図9]

(a)

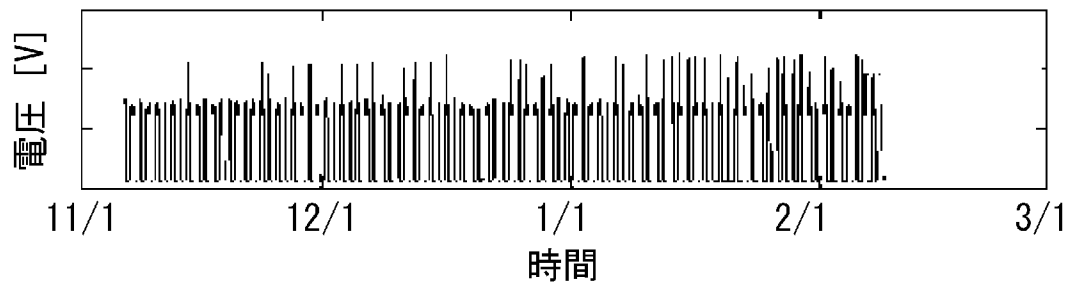


(b)

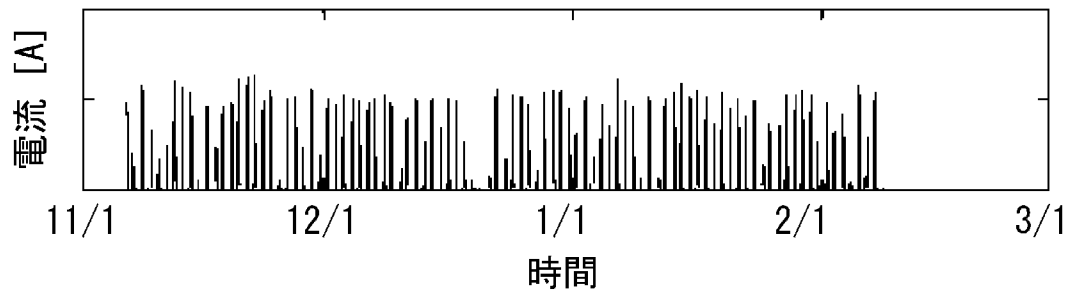


[図10]

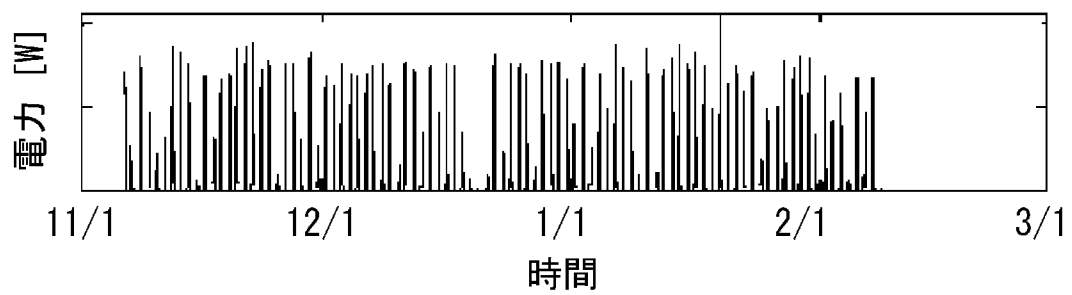
(a)



(b)

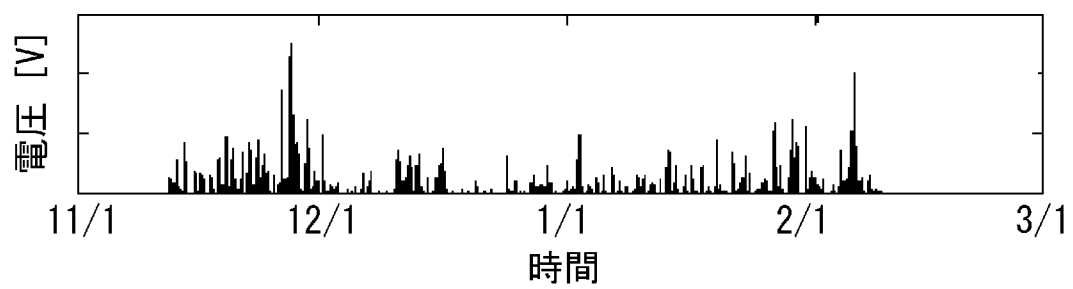


(c)

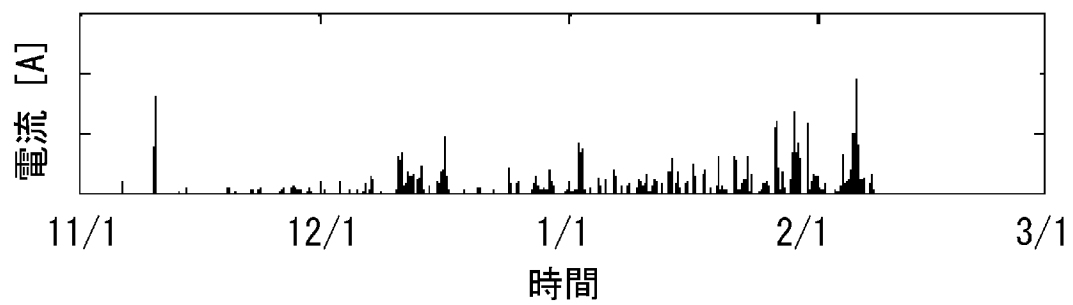


[図11]

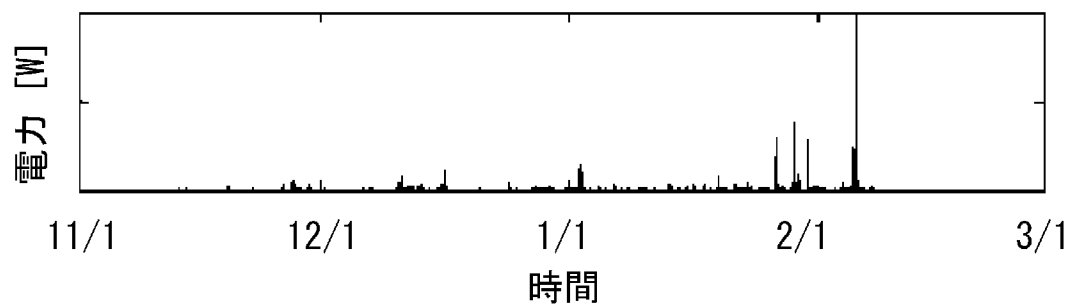
(a)



(b)

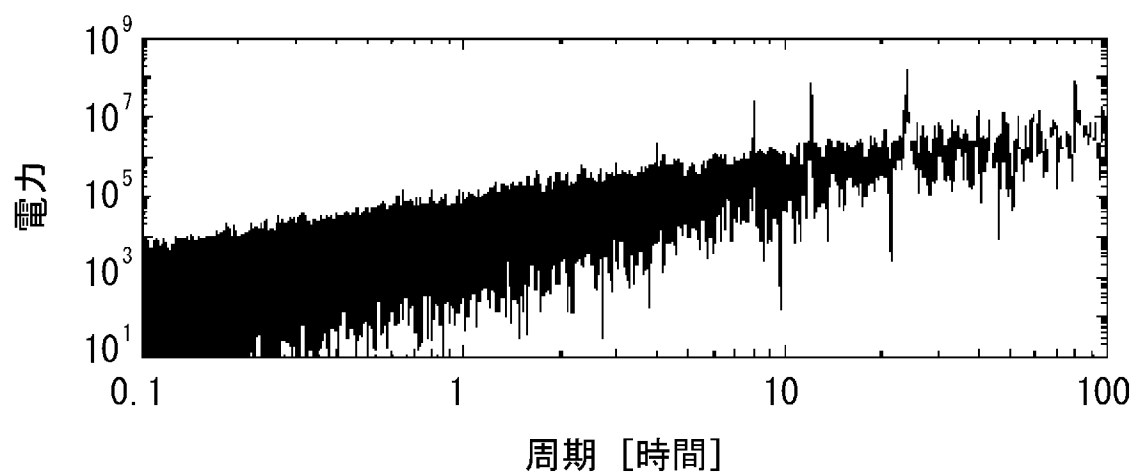


(c)

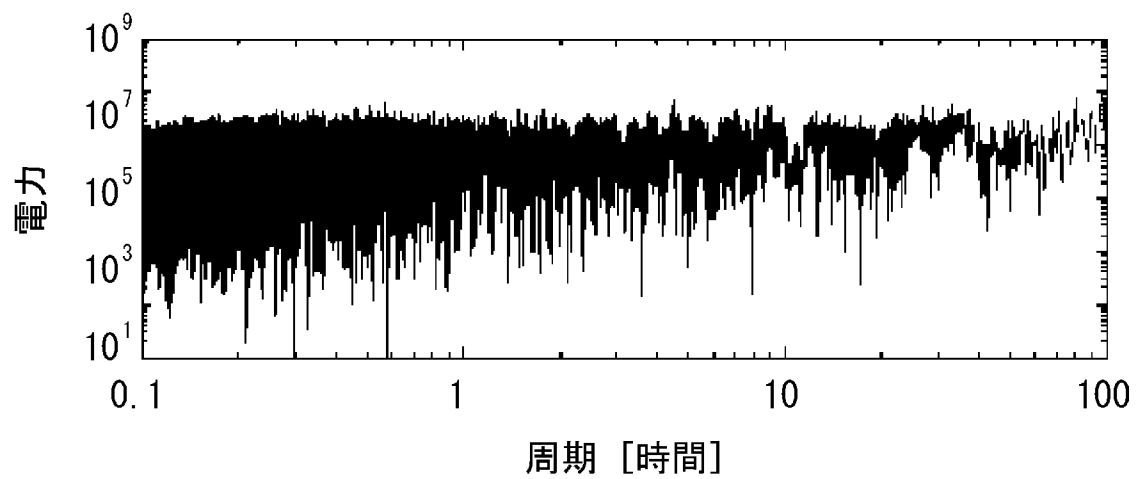


[図12]

(a)

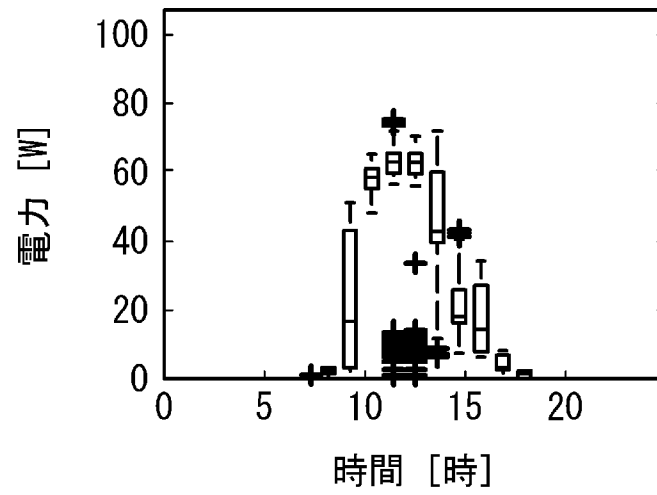


(b)

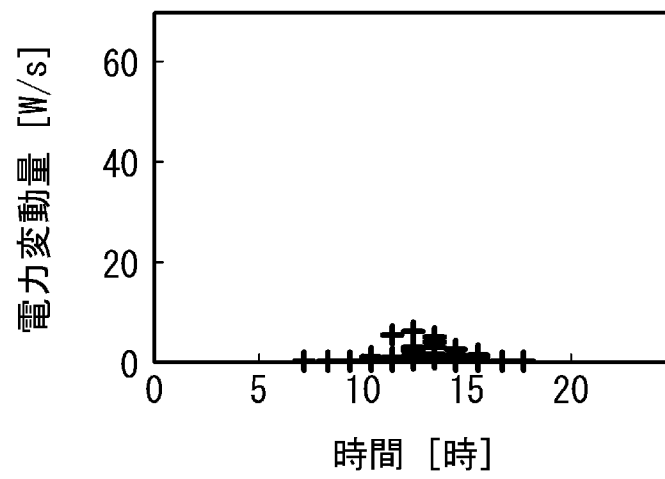


[図13]

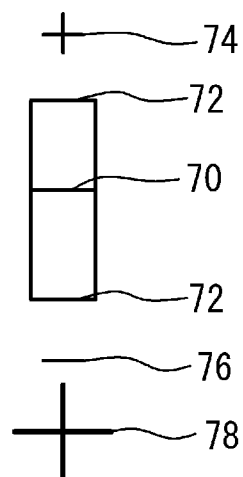
(a)



(b)

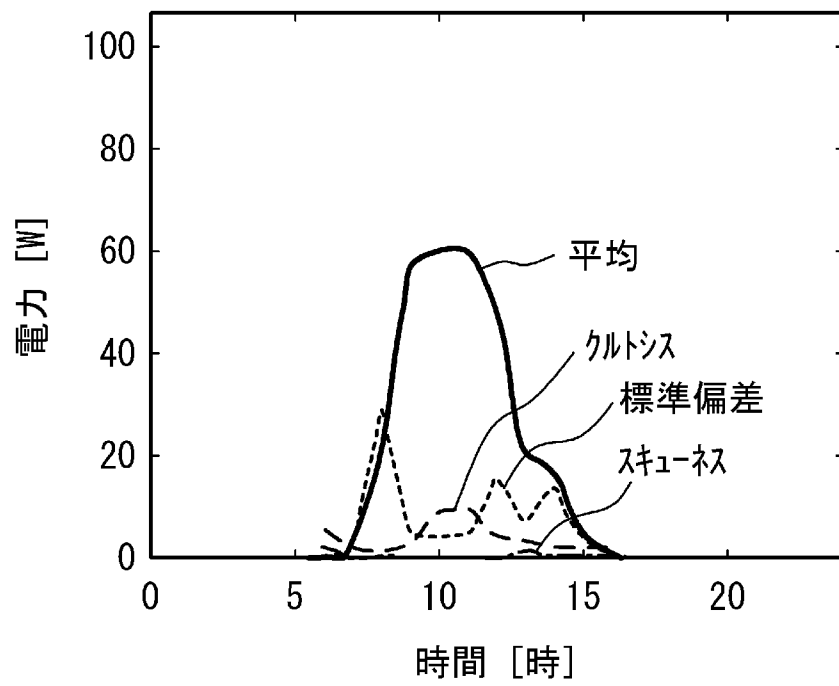


(c)

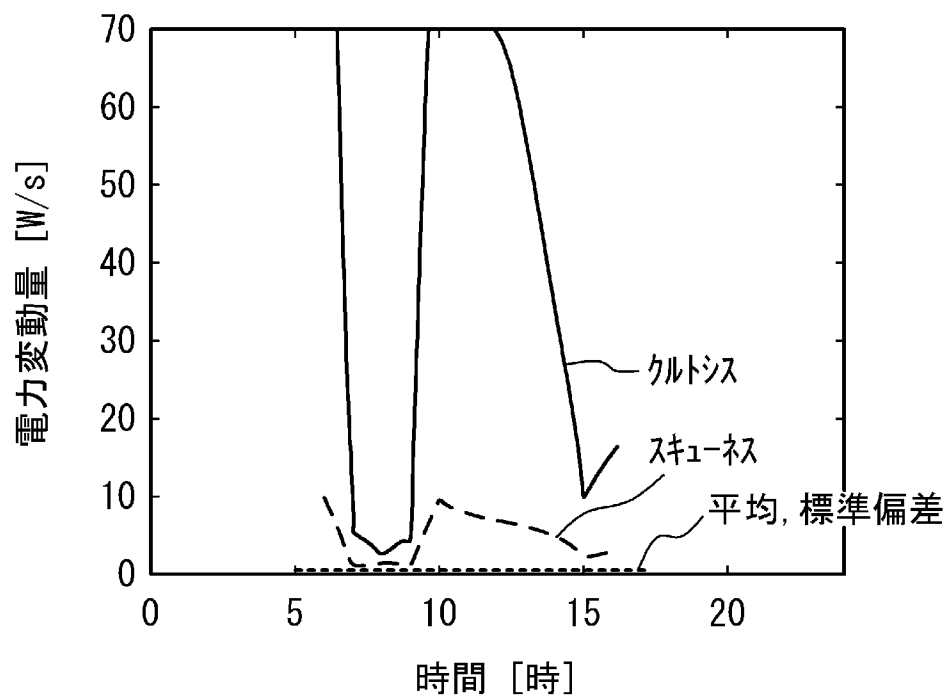


[図14]

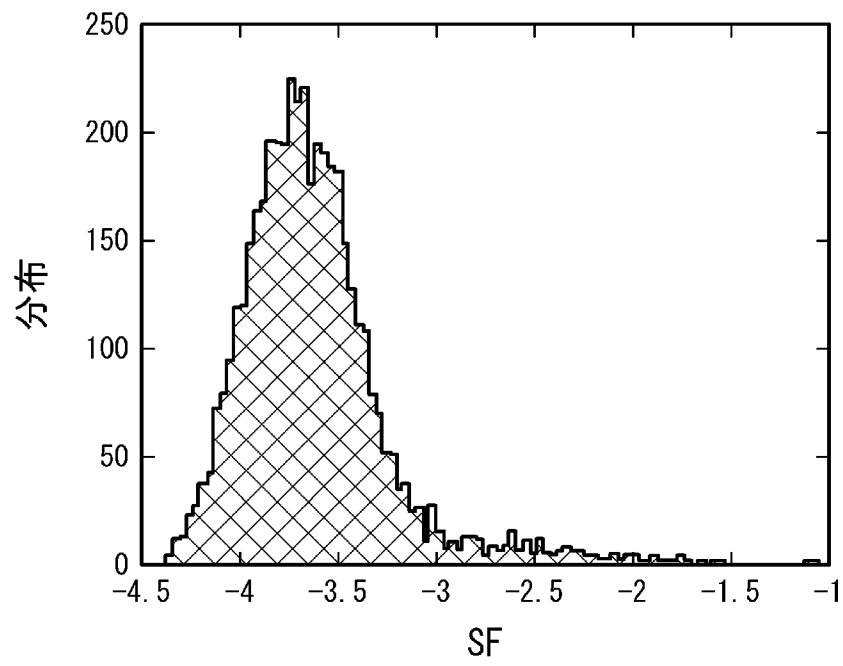
(a)



(b)



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/00(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)

H02J3/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2012-152081 A (Shimizu Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0013] to [0022]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 4-11
A	JP 2012-157132 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0077] to [0082]; fig. 21 (Family: none)	2
A	JP 2013-143901 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 22 July 2013 (22.07.2013), paragraph [0050]; fig. 1 (Family: none)	5

☒ 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
26 March, 2014 (26.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056508

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-114630 A (Fujitsu Ltd.), 10 June 2013 (10.06.2013), paragraph [0008] (Family: none)	6
A	JP 2009-217873 A (Sony Corp.), 24 September 2009 (24.09.2009), paragraph [0014]; fig. 1 (Family: none)	7
A	JP 2013-143838 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 July 2013 (22.07.2013), paragraphs [0018] to [0027], [0046] to [0048]; fig. 1, 7 (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/00(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. H02J3/00

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2012-152081 A（清水建設株式会社）2012.08.09, 段落【0013】 - 【0022】, 図 1-3（ファミリーなし）	1, 2, 4-11
A	JP 2012-157132 A（中国電力株式会社）2012.08.16, 段落【0077】 - 【0082】, 図 21（ファミリーなし）	2
A	JP 2013-143901 A（中国電力株式会社）2013.07.22, 段落【0050】, 図 1（ファミリーなし）	5

☒ 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

2 6 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

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）

関口 明紀

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

5 T

3 4 5 1

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
A	JP 2013-114630 A (富士通株式会社) 2013. 06. 10, 段落【0008】 (ファミリーなし)	6
A	JP 2009-217873 A (ソニー株式会社) 2009. 09. 24, 段落【0014】 , 図 1 (ファミリーなし)	7
A	JP 2013-143838 A (三洋電機株式会社) 2013. 07. 22, 段落【0018】 - 【0027】 , 【0046】 - 【0048】 , 図 1, 7 (ファミリーなし)	3