

(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 6 月 1 日(01.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/090151 A1

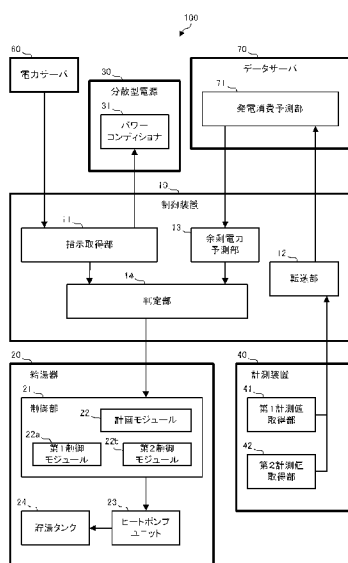
- (51) 国際特許分類:
F24H 1/00 (2006.01) H02J 3/32 (2006.01)
F24H 1/18 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083223
- (22) 国際出願日: 2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小川 雄喜(OGAWA Yuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機

株式会社内 Tokyo (JP). 矢部 正明(YABE Mas-aaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小松正之(KOMATSU Masayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 峯澤 聡司(MINEZAWA Satoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 新井 隆司(ARAI Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 赤木 智(AKAGI Satoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 貴島 淳子(KIJIMA Junko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大野 晶代(ONO Akiyo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 豊島

[続葉有]

(54) Title: WATER HEATER CONTROL SYSTEM, CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 給湯器制御システム、制御方法及びプログラム



- 10 Control device
11 Instruction acquisition unit
12 Forwarding unit
13 Excess power prediction unit
14 Determination unit
20 Water heater
21 Control unit
22 Planning module
22a First control module
22b Second control module
23 Heat pump unit
24 Hot-water storage tank
30 Distributed power source
31 Power conditioner
40 Measurement device
41 First measured value acquisition unit
42 Second measured value acquisition unit
60 Power server
70 Data server
71 Power generation consumption prediction unit

(57) Abstract: A water heater control system (100) controls a water heater (20) that produces hot water using power supplied from a commercial power system and/or a distributed power source (30) that supplies power to the commercial power system. The water heater control system (100) is provided with: an instruction acquisition unit (11) that acquires an instruction to inhibit the supply of power from the distributed power source (30) to the commercial power system at a first time; and a control unit (21) that causes the water heater (20) to produce hot water of a first temperature at a second time that is different than the first time, and, if an instruction is acquired by the instruction acquisition unit (11), causes the water heater (20) to produce hot water of a second temperature, which is higher than the first temperature, at the first time.

(57) 要約: 給湯器制御システム (100) は、商用電力系統と商用電力系統に電力を供給する分散型電源 (30) との少なくとも一方から供給される電力で湯を生成する給湯器 (20) を制御する。給湯器制御システム (100) は、第 1 の時間における分散型電源 (30) から商用電力系統への電力の供給を抑制する指示を取得する指示取得部 (11) と、第 1 の時間とは異なる第 2 の時間に給湯器 (20) に第 1 温度の湯を生成させ、指示取得部 (11) によって指示が取得された場合に、第 1 の時間に給湯器 (20) に第 1 温度より高い第 2 温度の湯を生成させる制御部 (21) と、を備える。



正樹(TOYOSHIMA Masaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼山 啓輔(TAKAYAMA Keisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 古谷野 赳弘(KOYANO Takehiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 木村 満(KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 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), 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：給湯器制御システム、制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、給湯器制御システム、制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、自然エネルギーを活用する技術が注目されており、太陽光及び風力に代表される自然エネルギーにより発電する分散型電源が需要家に設置されるケースが多くなっている。このような需要家は、分散型電源による発電電力を自ら消費したり商用電力系統へ供給して電気事業者に売ったりする。これにより、需要家は、商用電力系統から購入する電力を減少させて、経済的利益を得ることができる。

[0003] 需要家から商用電力系統へ電力が供給される逆潮流により、商用電力系統の需給バランスが崩れることがある。例えば、快晴の休日には、需要が大幅に減少するとともに、太陽光による発電量が増加して供給量が増加する。

[0004] そこで、商用電力系統の需給バランスを保つために、電気事業者が需要家に対して時間を指定して逆潮流の抑制を予め指示するための制度の整備が進められている。例えば、2014年には日本の資源エネルギー庁から、太陽光発電に対する出力制御ルールが公示されている。この出力制御ルールは、分散型電源の発電量を調整して、商用電力系統への売電を抑えるものである。

[0005] また、発電電力を需要家で極力消費して、逆潮流を減少させるための技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。特許文献1には、逆潮電力量が最も多くなる時間帯を含む運転時間帯に、貯湯タンクを備える給湯暖房装置を動作させる技術が記載されている。貯湯タンクを備える給湯装置の消費電力は一般的に大きいため、特許文献1に記載の技術は、逆潮電力量を効果的に減少させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2012/090365号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に記載の技術は、上述のような逆潮流を抑制するための指示に応じて逆潮流を減少させるものではないため、商用電力システムの需給バランスを改善するとは限らない。また、特許文献1に記載の技術は、逆潮電力量が多くなる時間帯に、その後に必要とされる熱量を生成するため、当該時間帯までに貯湯タンクの最大容量付近まで蓄熱されている場合には、給湯暖房装置を動作させることで消費される電力が小さく、逆潮流の減少量は小さくなる。この場合において逆潮流を抑制することが指示されると、発電電力を制限する必要がある、分散型電源の発電能力を十分に活用することができないおそれがあった。ひいては、特許文献1に記載の技術には、電力の利用効率を向上させる余地があった。

[0008] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、電力の利用効率を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の給湯器制御システムは、商用電力システムと商用電力システムに電力を供給する分散型電源との少なくとも一方から供給される電力で湯を生成する給湯器を制御する給湯器制御システムであって、第1の時間における分散型電源から商用電力システムへの電力の供給を抑制する指示を取得する指示取得手段と、第1の時間とは異なる第2の時間に給湯器に第1温度の湯を生成させ、指示取得手段によって指示が取得された場合に、第1の時間に給湯器に第1温度より高い第2温度の湯を生成させる制御手段と、を備える。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、第2の時間に第1温度の湯が生成され、指示取得手段に

よって指示が取得された場合には、指示により指定された第 1 の時間に、第 1 温度より高い第 2 温度の湯が生成される。これにより、第 1 の時間における消費電力を増加させて分散型電源の発電能力を活用するとともに、放熱の影響が少ない高温の湯を生成することができる。ひいては、電力の利用効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施の形態 1 に係る給湯器制御システムの構成を示す図である。
- [図2]逆潮電力を抑制する抑制指示を説明するための図である。
- [図3]パワーコンディショナによって制限される発電電力の一例を示す図である。
- [図4]制御装置、給湯器の制御部、計測装置及びデータサーバのハードウェア構成を示す図である。
- [図5]給湯器制御システムの機能的な構成を示すブロック図である。
- [図6]沸上げ運転を夜間から昼間にシフトすることを示す模式図である。
- [図7]沸上げ運転による湯量の推移の例を示す図である。
- [図8]貯湯タンク内の温度分布の一例を示す図である。
- [図9]発電抑制処理を示すフロー図である。
- [図10]制御装置と給湯器との間で行われる通信の概要を示すシーケンス図である。
- [図11]夜間までに実行される処理の概要を示すシーケンス図である。
- [図12]余剰電力予測処理を示すフロー図である。
- [図13]余剰電力の予測値の一例を示す図である。
- [図14]昼間沸上げ判定処理を示す第 1 のフロー図である。
- [図15]沸上げ許可フラグに設定される値を説明するための図である。
- [図16]発電電力と経済効果との関係を説明するための第 1 の図である。
- [図17]発電電力と経済効果との関係を説明するための第 2 の図である。
- [図18]発電電力と経済効果との関係を説明するための第 3 の図である。
- [図19]沸上げ許可フラグの系列について説明するための図である。

[図20]昼間沸上げ判定処理を示す第2のフロー図である。

[図21]高温沸上げ判定処理を示すフロー図である。

[図22]計画処理を示す第1のフロー図である。

[図23]湯量の計画について説明するための図である。

[図24]計画処理を示す第2のフロー図である。

[図25]予測修正処理を示すフロー図である。

[図26]昼間に実行される処理の概要を示すシーケンス図である。

[図27]買電価格判定処理を示すフロー図である。

[図28]売電価格判定処理を示すフロー図である。

[図29]実施の形態2に係る給湯器制御システムの構成を示す図である。

[図30]実施の形態2に係る給湯器制御システムの機能的な構成を示すブロック図である。

[図31]実施の形態3に係る給湯器制御システムの構成を示す図である。

[図32]実施の形態4に係る給湯器制御システムの構成を示す図である。

[図33]実施の形態5に係る給湯器制御システムの構成を示す図である。

[図34]対象機器選択処理を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0013] 実施の形態1.

図1には、実施の形態1に係る給湯器制御システム100の構成が示されている。給湯器制御システム100は、住宅HMに設置された給湯器20を制御して電力を効率的に利用するためのHEMS (Home Energy Management System) である。給湯器制御システム100は、図1に示されるように、給湯器20を制御する制御装置10、水を加熱して生成した湯をタンクに供給して貯える給湯器20、太陽光により発電する分散型電源30、分散型電源30によって発電される発電電力及び住宅HMで消費される電力を計測する計測装置40、電力を消費する電気機器50、並びに、広域ネットワークNW1を介して制御装置10に接続される電力サーバ60及びデータサーバ7

0を有している。なお、制御装置10、給湯器20、分散型電源30、計測装置40及び電気機器50はいずれも、住宅HMに設置される。また、図1中の商用電力系統PSにつながる太い実線は電力線を表し、細い破線は通信線（信号線）を表している。

[0014] 制御装置10は、住宅HM内の機器を統合的に制御することが可能なHEMSコントローラである。制御装置10は、給湯器20及び電気機器50から、その運転状態を定期的に取り得ることにより、給湯器20及び電気機器50の運転状態を監視する。そして、制御装置10は、制御コマンドを送信することにより給湯器20及び電気機器50の運転状態を変化させて、給湯器20及び電気機器50を制御する。

[0015] また、制御装置10は、計測装置40から電力の計測結果を定期的に取り得て、取得した計測結果を分散型電源30及びデータサーバ70に提供する。さらに、制御装置10は、電力サーバ60からの指示を取得する指示取得部11を有している。指示取得部11は、特定の時間における分散型電源30から商用電力系統PSへの電力の供給を抑制する指示を電力サーバ60から取得して、分散型電源30へ転送する。電力サーバ60からの指示を、以下では抑制指示という。抑制指示によって指定される特定の時間は、通常、商用電力系統PSの需給状況に対して分散型電源30による発電電力が過剰となる時間である。

[0016] 抑制指示は、特定の時間に分散型電源30から商用電力系統PSへ電力が供給されるときの発電電力の制限値を指定する。図2には、抑制指示の具体例が示されている。図2に示される例では、0時から9時までの発電量を、分散型電源30の定格電力の100%とすることが指定されている。また、9時から11時までの発電量を、分散型電源30の定格電力の40%とすることが指定されている。図2に例示された抑制指示は、分散型電源30の定格電力に対する割合で制限値を指定したが、発電電力の制限値をkW単位で指定してもよい。

[0017] なお、図2中の実線で示される線Laは、分散型電源30によって出力可

能な発電電力の推移を表し、破線で示される線 L_p は、抑制指示によって指定される制限値の推移を表す。本実施の形態では、抑制指示によって発電電力が制限される時間を、単に昼間という。ただし、100%の制限値では、実質的に発電電力が制限されないため、図2の例における昼間は、9時から15時を意味する。

[0018] 図1に戻り、給湯器20は、ヒートポンプ式の電気給湯器である。給湯器20は、上水道から供給された水を加熱して生成した湯を貯湯タンク24（図5参照）に供給し、住宅HMの住人が使用する湯を貯湯タンク24から出水する。通常、給湯器20は、電気料金が安価になる夜間に、1日間に必要な量の湯を沸上げて、夜間以外の時間には、湯量が不足した場合に限り湯を沸上げる。なお、湯の沸上げは、湯を生成して貯湯タンク24に供給することを意味する。給湯器20によって夜間に生成される湯の温度は、約60℃である。

[0019] 給湯器20は、給湯器20が備えるヒートポンプユニット23（図5参照）を制御する制御部21を有している。制御部21の機能については、後述する。

[0020] 分散型電源30は、住宅HMの屋根の上に設置される発電装置である。分散型電源30は、例えば多結晶シリコン型のソーラーパネル（不図示）、及びソーラーパネルにより発電された電力を変換して出力するパワーコンディショナ31を有している。

[0021] パワーコンディショナ31は、計測装置40による計測結果を、制御装置10を介して取得することにより、発電電力 P_g と、給湯器20、分散型電源30及び電気機器50を有する住宅HMで消費される消費電力 P_c を監視する。発電電力 P_g が消費電力 P_c を超えると、住宅HMでは余剰電力が生じる。この余剰電力は逆潮電力 P_r として商用電力系統PSへ供給される。このため、 $P_g = P_c + P_r$ の関係式が成立する。なお、商用電力系統PSから電力が住宅HMに供給される場合には、逆潮電力 P_r が負の値になる。以下では、住宅HMで消費される消費電力を、単に消費電力という。

[0022] パワーコンディショナ 31 は、電力サーバ 60 から指示取得部 11 を介して抑制指示を取得すると、抑制指示により指定された時間に、制限値を超えないように発電電力 P_g を制限する。ただし、この制限値は、逆潮流が生じる際に指定された制限値であるため、逆潮流電力 P_r が負の場合には、パワーコンディショナ 31 は、逆潮流電力 P_r が正にならない範囲で発電電力 P_g を制限する。この場合の発電電力 P_g は、制限値を超えることがある。すなわち、パワーコンディショナ 31 は、消費電力 P_c が制限値を超えると、消費電力 P_c を超えない大きさの発電電力 P_g を住宅 HM に供給して、逆潮流電力 P_r をゼロとする。分散型電源 30 が出力可能な電力が消費電力 P_c より大きい場合には、パワーコンディショナ 31 は、消費電力 P_c に等しい大きさの発電電力 P_g を住宅 HM に供給することになる。

[0023] 図 3 には、パワーコンディショナ 31 によって制限される発電電力 P_g の具体例が示されている。図 3 中の一点鎖線で示される線 L_c は、消費電力 P_c の推移を表し、太い実線で示される線 L_g は、実際に発電される発電電力 P_g の推移を表す。図 3 に示される例において、発電電力が制限されない時間 P_1 、 P_4 では、発電電力 P_g が、分散型電源 30 により出力可能な電力に等しくなる。また、制限値が消費電力 P_c より大きい時間 P_2 では、発電電力 P_g が、制限値に等しくなる。また、制限値が消費電力 P_c より小さい時間 P_3 では、発電電力 P_g が、消費電力 P_c に等しくなる。ただし、分散型電源 30 により出力可能な電力が消費電力 P_c より小さければ、発電電力 P_g は、図 3 中の 15 時直前に示されるように、出力可能な電力に等しくなる。

[0024] 図 3 下部に示されるように、時間 P_2 に含まれる時刻 T_1 において、発電電力 P_g が制限値に等しいため、出力可能な電力から実際の発電電力 P_g を減じて得る損失電力は、比較的大きい。一方、時間 P_3 に含まれる時刻 T_2 では、出力可能な電力及び制限値が時刻 T_1 とほぼ等しい。この時刻 T_2 では、消費電力 P_c が時刻 T_1 からある程度増加して制限値を超えるため、発電電力 P_g が消費電力 P_c に等しく、損失電力は、比較的小さくなる。この

ため、抑制指示により逆潮流電力が制限される昼間に、制限値を超えるように消費電力 P_c を増加させれば、損失電力を低減させることができる。

[0025] 図1に戻り、計測装置40は、住宅HMの分電盤内で電力線に取り付けられた変流器（不図示）を用いて、発電電力及び消費電力を計測する。計測装置40は、発電電力の計測値を取得する第1計測値取得部41と、消費電力の計測値を取得する第2計測値取得部42とを有している。計測装置40は、取得した計測値を、制御装置10に通知する。

[0026] 電気機器50は、例えば、空調機器、照明機器又は調理機器に代表される家電機器である。電気機器50は、制御装置10を介して給湯器20を操作するための端末であってもよい。また、電気機器50は、蓄電池を有する蓄電装置であってもよい。

[0027] 電力サーバ60は、商用電力系統PSを商用電源として提供する電気事業者によって運営される配信サーバである。電力サーバ60は、抑制指示によって時間が指定される日の前日以前に、例えば気象予報に基づいて作成した抑制指示を需要家へ配信する。なお、需要家による逆潮流を抑制する必要がない日には、抑制指示が配信されない。

[0028] データサーバ70は、制御装置10と連携してHEMSを機能させるためのサーバ装置である。データサーバ70は、制御装置10の動作に必要なデータを記憶する。例えば、データサーバ70は、計測装置40による計測結果を、制御装置10を介して取得して蓄積する。また、データサーバ70は、制御装置10によって収集された給湯器20及び電気機器50の運転状態を取得して蓄積する。また、データサーバ70は、給湯器20及び電気機器50それぞれの運転状態と、その運転状態で消費される電力とを対応付けて記憶している。さらに、データサーバ70は、商用電力系統PSから住宅HMへ供給される電力の買電単価と、商用電力系統PSへ供給される逆潮流電力の売電単価を時間帯別に記憶している。そして、データサーバ70は、制御装置10からの要求に応じて、データを制御装置10に提供する。

[0029] 図4には、制御装置10、給湯器20の制御部21、計測装置40及びデ

ータサーバ70のハードウェア構成が示されている。図4に示されるように、制御装置10、制御部21、計測装置40及びデータサーバ70は、プロセッサH1、主記憶部H2、補助記憶部H3、入力部H4、出力部H5、及び通信部H6を有するコンピュータとして構成される。主記憶部H2、補助記憶部H3、入力部H4、出力部H5、及び通信部H6はいずれも、内部バスH7を介してプロセッサH1に接続されている。

[0030] プロセッサH1は、CPU (Central Processing Unit) を含んで構成される。プロセッサH1は、補助記憶部H3に記憶されるプログラムPaを実行することにより、後述の機能を発揮する。

[0031] 主記憶部H2は、RAM (Random Access Memory) を含んで構成される。主記憶部H2は、補助記憶部H3からプログラムPaをロードする。そして、主記憶部H2は、プロセッサH1の作業領域として用いられる。

[0032] 補助記憶部H3は、HDD (Hard Disk Drive) 又はフラッシュメモリ等の不揮発性メモリを含んで構成される。補助記憶部H3は、プログラムPaの他に、プロセッサH1の処理に用いられる種々のデータを記憶している。

[0033] 入力部H4は、例えば入力キー及び静電容量方式のポインティングデバイスを含んで構成される。入力部H4は、ユーザによって入力された情報を取得して、プロセッサH1に通知する。

[0034] 出力部H5は、例えばLCD (Liquid Crystal Display) に代表される表示デバイスを含んで構成される。出力部H5は、例えば、入力部H4を構成するポインティングデバイスと一体的に形成されることで、タッチスクリーンを構成する。

[0035] 通信部H6は、外部の機器と通信するための通信インタフェース回路を含んで構成される。通信部H6は、外部から受信した信号に含まれる情報をプロセッサH1に通知して、プロセッサH1から出力された情報を伝送するための信号を外部の機器に送信する。

[0036] 図5には、給湯器制御システム100の機能的な構成が示されている。図5に示される制御装置10、給湯器20の制御部21、計測装置40及びデ

ータサーバ70の機能は、上述のハードウェアが連携して動作することで実現される。

[0037] 制御装置10の指示取得部11及び転送部12は、主として制御装置10のプロセッサH1と通信部H6とによって実現される。指示取得部11は、電力サーバ60から送信された抑制指示を分散型電源30のパワーコンディショナ31及び判定部14へ転送する。また、転送部12は、計測装置40による計測結果をデータサーバ70の発電消費予測部71へ転送する。

[0038] 余剰電力予測部13は、主として制御装置10のプロセッサH1によって実現される。余剰電力予測部13は、データサーバ70の発電消費予測部71によって予測された発電電力及び消費電力の予測値に基づいて、住宅HMにおける余剰電力の推移を予測する。そして、余剰電力予測部13は、予測結果を判定部14に通知する。

[0039] 判定部14は、主として制御装置10のプロセッサH1と通信部H6とによって実現される。判定部14は、図6に示されるように、通常は夜間に実行される給湯器20の沸上げ運転を昼間に実行するための条件が成立するかどうかを、夜間の沸上げ運転が実行される前に抑制指示に応じて判定する。沸上げ運転が昼間に実行されれば、昼間の消費電力が増加して、損失電力を低減することが可能になる。判定部14は、判定の結果を給湯器20の制御部21に通知する。

[0040] 給湯器20の制御部21は、判定部14の判定結果に基づいて、ヒートポンプユニット23を制御することにより、給湯器20に湯を生成させる。換言すると、制御部21は、制御装置10の指示取得部11によって抑制指示が取得されない場合には夜間に給湯器20に目標貯湯量の湯を貯湯タンク24へ供給させる。目標貯湯量は、1日間に使用が見込まれる湯量であって、過去のユーザによる湯の使用実績から予め定められる。また、制御部21は、指示取得部11によって抑制指示が取得された場合において条件が成立したときには、給湯器20に、夜間に目標貯湯量より少ない量の湯を供給させて昼間に湯を供給させることにより、目標貯湯量以上の量の湯を貯湯タンク

24へ供給させる。

[0041] 図7には、給湯器20が昼間に沸上げ運転を実行する場合と実行しない場合それぞれの湯量の推移が示されている。図7中の実線で示されるL11は、昼間に沸上げ運転を実行することなく、夜間に目標貯湯量の湯を沸上げる通常の場合に対応する。一方、破線で示されるL12は、夜間に沸上げる湯量を目標貯湯量から減らして、抑制指示に応じて昼間に湯を沸上げる場合に対応する。図7に示されるように、昼間沸上げ運転を実行すると、通常は夜間に沸上げられる湯量V1が昼間にシフトして、電力消費も昼間にシフトすることとなる。

[0042] さらに、判定部14は、昼間に沸上げ運転を実行する際に、生成する湯の温度を高くして、高温の湯を生成することを給湯器20に許可するか否かを判定する。高温の湯は、90℃の湯である。以下では、夜間に生成される湯の温度を通常温度という。昼間に沸上げ運転が実行される場合には、通常温度の湯と高温の湯との少なくとも一方が生成されることとなる。

[0043] 図8には、給湯器20の貯湯タンク24内の温度分布について、通常温度の湯が生成される場合と、高温の湯が生成される場合との比較例が示されている。図8中の線L31は、一定の電力消費により生成した湯の温度分布を示し、線L32は、その後に2日程度経過して放熱した後の温度分布を示し、線L33は、さらにその後に沸上げ運転を実行した場合の温度分布を示している。

[0044] 図8に示されるように、通常温度の湯が生成される場合には、放熱した結果、約50℃の温度になった湯が、沸上げ運転後にタンク下部に移動し、40℃程度の湯になる。40℃程度の湯は、いわゆる中温水である。中温水をそのままユーザに提供するには専用の装置が必要になる一方、中温水を再度加熱すると熱効率が悪いため、中温水の発生は好ましくない。

[0045] 一方、高温の湯が生成される場合には、放熱した結果、約70℃の温度になった湯が、沸上げ運転後に貯湯タンク24の下側に移動して50～60℃の湯になる。50～60℃の湯は、ユーザに提供することが可能であり、中

温水よりも有効に利用することができる。すなわち、高温の湯を沸上げると、放熱により温度が低下しても、そのまま利用できる期間が長くなり、好ましい。ただし、高温の湯を生成する際の電力消費は、通常温度の湯を生成する際の電力消費より効率が悪いいため、商用電力系統 P S から供給された電力で高温の湯を生成すると、買電価格が高くなってしまう。

[0046] 図 5 に戻り、制御部 2 1 は、給湯器 2 0 の運転計画を立案する計画モジュール 2 2、並びに、計画モジュール 2 2 によって立案された運転計画に従ってヒートポンプユニット 2 3 を制御する第 1 制御モジュール 2 2 a 及び第 2 制御モジュール 2 2 b を有している。計画モジュール 2 2、第 1 制御モジュール 2 2 a 及び第 2 制御モジュール 2 2 b は、主として制御部 2 1 のプロセッサ H 1 及び通信部 H 6 により実現される。第 1 制御モジュール 2 2 a は、運転計画に従って夜間にヒートポンプユニット 2 3 に通常温度の湯を生成させる。また、第 2 制御モジュール 2 2 b は、抑制指示が配信された場合において条件が成立したときに立案された運転計画に従って、昼間にヒートポンプユニット 2 3 に通常温度の湯と高温の湯との少なくとも一方を生成させる。

[0047] ヒートポンプユニット 2 3 は、貯湯タンク 2 4 と管路を介して接続され、貯湯タンク 2 4 に貯えられる湯水を加熱してから貯湯タンク 2 4 に供給する。貯湯タンク 2 4 の容量は、例えば 8 0 0 リットルである。なお、給湯器 2 0 の沸上げ運転によって生成される湯の量は、ヒートポンプユニット 2 3 により配水管を介して貯湯タンク 2 4 に供給される湯の量を意味する。また、貯湯タンク 2 4 に貯えられた湯の量は、ユーザによる使用が想定される 4 3 ℃の湯に換算したときの量を意味するものとしてもよい。

[0048] 続いて、給湯器制御システム 1 0 0 において実行される処理について、図 9 ～ 2 8 を用いて説明する。

[0049] 図 9 には、分散型電源 3 0 のパワーコンディショナ 3 1 によって実行される発電抑制処理が示されている。この発電抑制処理は、パワーコンディショナ 3 1 に電力が供給されると、一定の周期でくり返し実行される。一定の周

期は、１分間である。

- [0050] 発電抑制処理において、パワーコンディショナ３１は、まず、現在時刻が抑制指示により指定された時間に含まれるか否かを判定する（ステップＳ３１１）。なお、抑制指示がない場合には、ステップＳ３１１の判定は否定される。
- [0051] 現在時刻が抑制指示により指定された時間に含まれないと判定した場合（ステップＳ３１１；Ｎｏ）、パワーコンディショナ３１は、通常モードで動作する（ステップＳ３１２）。通常モードは、発電電力を制限することなく、出力可能な電力をすべて住宅ＨＭ及び商用電力系統ＰＳへ供給するモードである。その後、パワーコンディショナ３１は、発電抑制処理を終了する。
- [0052] 一方、現在時刻が抑制指示により指定された時間に含まれると判定した場合（ステップＳ３１１；Ｙｅｓ）、パワーコンディショナ３１は、現在の発電能力が制限値より大きいかなんかを判定する（ステップＳ３１３）。現在の発電能力は、現在時刻において出力可能な発電電力を意味する。
- [0053] 現在の発電能力が制限値より大きくないと判定した場合（ステップＳ３１３；Ｎｏ）、パワーコンディショナ３１は、発電電力を制限する必要がないため、ステップＳ３１２へ移行する。
- [0054] 一方、現在の発電能力が制限値より大きいと判定した場合（ステップＳ３１３；Ｙｅｓ）、パワーコンディショナ３１は、商用電力系統ＰＳから電力が供給されているかなんかを判定する（ステップＳ３１４）。すなわち、パワーコンディショナ３１は、逆潮流電力 P_r が負であるかなんかを判定する。
- [0055] 商用電力系統ＰＳから電力が供給されていないと判定した場合（ステップＳ３１４；Ｎｏ）、パワーコンディショナ３１は、出力抑制モードで動作する（ステップＳ３１５）。出力抑制モードは、抑制指示により指定された制限値まで発電電力を制限するモードである。その後、パワーコンディショナ３１は、発電抑制処理を終了する。
- [0056] 商用電力系統ＰＳから電力が供給されていると判定した場合（ステップＳ３１４；Ｙｅｓ）パワーコンディショナ３１は、逆潮流ゼロモードで動作す

る（ステップS 3 1 6）。逆潮流ゼロモードは、逆潮電力 P_r が極力ゼロに近づくように発電電力を制限するモードである。その後、パワーコンディショナ3 1は、発電抑制処理を終了する。

[0057] 続いて、制御装置1 0と給湯器2 0との間で行われる通信の概要について、図1 0を用いて説明する。図1 0に示されるように、電力サーバ6 0から抑制指示が制御装置1 0へ送信されると（ステップS 1）、制御装置1 0は、給湯器2 0に昼間に湯を生成させるための条件が成立するか否かを判定する（ステップS 2）。

[0058] 条件が成立すると判定した場合（ステップS 2；Y e s）、制御装置1 0は、給湯器2 0に対して昼間の沸上げを要求する（ステップS 3）。そして、制御装置1 0は、さらに昼間の沸上げ運転のうち少なくとも一部で高温の湯を生成可能か否かを判定する（ステップS 4）。

[0059] 高温の湯を生成可能と判定した場合（ステップS 4；Y e s）、制御装置1 0は、給湯器2 0に対して高温の湯の沸上げを要求する（ステップS 5）。

[0060] ステップS 2にて条件が成立しないと判定した場合（ステップS 2；N o）、制御装置1 0は、昼間の沸上げを要求しない。また、ステップS 4にて高温の湯を生成可能ではないと判定した場合（ステップS 4；N o）、制御装置1 0は、高温の湯の沸上げを要求しない。

[0061] 昼間の沸上げを要求された給湯器2 0は、昼間の沸上げ運転を計画する計画処理を実行する（ステップS 2 2）。高温の湯の沸上げを要求された場合には、給湯器2 0は、昼間の沸上げ運転のうち高温の湯を沸上げる運転も計画する。その後、給湯器2 0は、計画処理にて立案された運転計画に従って、給湯器2 0のヒートポンプユニット2 3を制御する制御処理を実行する（ステップS 2 1）。この場合の制御処理は、第1制御モジュール2 2 a（図5参照）によって実行される処理と、第2制御モジュール2 2 b（図5参照）によって実行される処理とを含む。これにより、給湯器2 0は、夜間の沸上げ運転と昼間の沸上げ運転とを実行することとなる。

- [0062] 制御処理が実行されると、制御装置 10 は、運転モード変更フラグが ON か否かを判定する（ステップ S 6）。運転モードの変更は、予め計画された昼間の沸上げ運転を、実際の発電電力及び消費電力の状況に応じて停止することを意味する。
- [0063] 運転モード変更フラグが ON であると判定した場合（ステップ S 6 ; Yes）、制御装置 10 は、給湯器 20 に対して運転モードの変更を要求する（ステップ S 7）。一方、運転モード変更フラグが ON ではないと判定した場合（ステップ S 6 ; No）、制御装置 10 は、給湯器 20 に対して運転モードの変更を要求しない。
- [0064] 給湯器 20 は、運転モードの変更を要求されると、運転モードを変更する（ステップ S 8）。
- [0065] 続いて、図 10 に示された一連の処理のうち、夜間までに実行される部分の詳細を、図 11 を用いて説明する。
- [0066] 図 11 に示されるように、電力サーバ 60 から制御装置 10 に抑制指示が送信される（ステップ S 1）。また、計測装置 40 は、発電電力及び消費電力の計測値を、制御装置 10 を介してデータサーバ 70 へ順次送信する。
- [0067] データサーバ 70 は、受信した計測値から、発電電力及び消費電力の予測値を算出する発電消費予測処理を実行する（ステップ S 70）。発電消費予測処理による予測は、例えば、過去の一定期間における 1 日間の推移の平均を算出するものであってもよいし、気象状況、曜日、及びユーザのスケジュールを含むパラメータを用いて統計的に予測値を算出するものであってもよい。なお、発電電力の予測は、抑制指示によって過去に抑制された発電電力の実績を排除して実行される。すなわち、発電電力の予測値は、分散型電源 30 によって出力可能な発電電力の予測値を意味する。また、消費電力の予測値は、昼間の沸上げ運転が実行されるケースを排除して予測されたものであることが望ましいが、このケースを含んで予測されたものであってもよい。
- [0068] 制御装置 10 は、データサーバ 70 に対して予測結果を要求し、その応答

により予測結果を得る。そして、制御装置 10 は、発電電力及び消費電力の予測値に基づいて住宅 HM 内の余剰電力の予測値を算出する余剰電力予測処理を実行する（ステップ S 13）。この余剰電力予測処理について、図 12, 13 を用いて説明する。

[0069] 余剰電力予測処理は、翌日の 0 時から 24 時における余剰電力の推移を、30 分間の時間区分毎に予測する処理である。図 12 に示される余剰電力予測処理において、制御装置 10 の余剰電力予測部 13 は、まず、変数 a に 1 を代入する（ステップ S 131）。変数 a は、時間区分に付される番号である。

[0070] 次に、余剰電力予測部 13 は、a 番目の時間区分における余剰電力を予測する（ステップ S 132）。この予測は、例えば、a 番目の時間区分における発電電力の予測値から消費電力の予測値を減算することで余剰電力の予測値を得るものである。なお、発電電力及び消費電力の予測値が 30 分間の時間区分に区切られていないときには、余剰電力予測部 13 は、この時間区分における平均値を用いて、余剰電力の予測値を算出する。

[0071] 次に、余剰電力予測部 13 は、変数 a が最後の値であるか否かを判定する（ステップ S 133）。最後の値は、23 時 30 分から 24 時ちょうどまでの時間区分に付される番号「48」である。

[0072] 変数 a が最後の値ではないと判定した場合（ステップ S 133 ; No）、余剰電力予測部 13 は、変数 a の値を 1 だけ増加させる（ステップ S 134）。その後、余剰電力予測部 13 は、ステップ S 132 以降の処理を繰り返す。

[0073] 一方、変数 a が最後の値であると判定した場合（ステップ S 133 ; Yes）、余剰電力予測部 13 は、余剰電力予測処理を終了する。

[0074] 図 13 には、余剰電力予測処理による予測結果が示されている。図 13 では、余剰電力に相当する領域にハッチングが付されている。余剰電力予測処理では、ハッチングが付された領域を 30 分間の時間区分に区切って電力の値が予測される。なお、図 13 中の線 Lg は、発電電力の予測値の推移を示

し、線L cは、消費電力の予測値の推移を示している。

[0075] 図11に戻り、制御装置10は、余剰電力予測処理（ステップS13）に続いて昼間沸上げ判定処理を実行する（ステップS14）。昼間沸上げ判定処理は、昼間に沸上げ運転を実行するための条件が成立するか否かを判定する処理であって、図10中のステップS2に対応する。以下、昼間沸上げ判定処理について、図14～20を用いて説明する。

[0076] 図14に示される昼間沸上げ判定処理では、判定部14は、まず、変数aに1を代入して、すべての昼間沸上げ許可フラグをOFFに設定する（ステップS141）。

[0077] 次に、判定部14は、a番目の時間区分に対する抑制指示があるか否かを判定する（ステップS142）。具体的には、判定部14は、翌日のa番目の時間区分が抑制指示により指定された時間に含まれていて、かつ、分散型電源30の定格電力より小さい制限値が指定されているか否かを判定する。

[0078] a番目の時間区分に対する抑制指示がないと判定した場合（ステップS142；No）、判定部14は、ステップS149へ処理を移行する。一方、a番目の時間区分に対する抑制指示があると判定した場合（ステップS142；Yes）、判定部14は、a番目の時間区分における発電電力の制限値を算出する（ステップS143）。具体的には、抑制指示により指定される制限値が、分散型電源30の定格電力に対する割合を示すものであるときに、判定部14は、この割合を定格電力に乗じることでW又はkW単位の制限値を算出する。

[0079] 次に、判定部14は、a番目の時間区分において給湯器20が通常温度の湯を生成しても消費電力が発電電力より小さいか否かを判定する（ステップS144）。具体的には、判定部14は、a番目の時間区分において給湯器20が沸上げ運転を実行して住宅HMで消費される消費電力の予測値が増加しても、増加した消費電力の予測値が発電電力の予測値より小さいか否かを判定する。

[0080] ただし、発電消費予測部71から出力された消費電力の予測値は、給湯器

20が昼間に沸上げ運転を実行することなく夜間に沸上げ運転を実行したときの消費電力を示している。このため、判定部14は、データサーバ70に記憶される給湯器20の運転状態の履歴と、その運転状態で消費される電力とを参照することにより、消費電力の予測値のうち、給湯器20以外の機器の総消費電力の予測値を得ることができる。判定部14は、この総消費電力の予測値と、沸上げ運転を実行する給湯器20の消費電力との和が、発電電力の予測値より小さいか否かを判定する。

[0081] 給湯器20が湯を生成しても消費電力が発電電力より小さいわけではないと判定した場合（ステップS144；No）、判定部14は、ステップS149へ処理を移行する。

[0082] 一方、給湯器20が湯を生成しても消費電力が発電電力より小さいと判定した場合（ステップS144；Yes）、判定部14は、a番目の時間区分における発電電力が制限値より大きいと判定する（ステップS145）。具体的には、判定部14は、発電電力の予測値がステップS143で算出した制限値より大きいと判定する。

[0083] 発電電力が制限値より大きいと判定した場合（ステップS145；Yes）、判定部14は、a番目の時間区分における消費電力が制限値より大きいと判定する（ステップS146）。具体的には、判定部14は、消費電力の予測値がステップS143で算出した制限値より大きいと判定する。

[0084] 消費電力が制限値より大きいと判定した場合（ステップS146；Yes）、判定部14は、条件が成立したと判断して、a番目の時間区分に対応する沸上げ許可フラグをONに設定する（ステップS147）。

[0085] ステップS145において発電電力が制限値より大きくはないと判定した場合（ステップS145；No）、判定部14は、夜間に給湯器20が消費する電力の買電価格が昼間の逆潮電力の売電価格より大きいと判定する（ステップS148）。具体的には、判定部14は、夜間に給湯器20が30分間で消費する電力にかかる料金が、a番目の時間区分における逆潮電

力の予測値の売電価格より大きいかな否かを判定する。

- [0086] ステップS 1 4 8の判定が肯定されれば（ステップS 1 4 8 ; Y e s）、a番目の時間区分に逆潮電力を商用電力系統P Sへ供給して売電することにより得る経済的利益よりも、a番目の時間区分に給湯器2 0に沸上げ運転を実行させて夜間の電力消費にかかる料金を減少させることで得る経済的利益の方が大きい。すなわち、昼間に沸上げ運転を実行する方が、経済的利益が大きい。このため、ステップS 1 4 8の判定が肯定された場合、判定部1 4は、ステップS 1 4 7へ移行して、沸上げ許可フラグをONに設定する。
- [0087] 一方、ステップS 1 4 8の判定が否定されれば、昼間に沸上げ運転を実行しない方が、経済的利益が大きい。このため、判定部1 4は、沸上げ許可フラグをONにすることなく、ステップS 1 4 9へ処理を移行する。
- [0088] ただし、ステップS 1 4 5の判定が否定された後に実行されるステップS 1 4 8の判定では、逆潮電力は、発電電力から消費電力を除いたものに等しい。
- [0089] ステップS 1 4 6において消費電力が制限値より大きくはないと判定した場合（ステップS 1 4 6 ; N o）、判定部1 4は、ステップS 1 4 8へ処理を移行する。ただし、この場合におけるステップS 1 4 8の判定では、逆潮電力は、制限値から消費電力を除いたものに等しい。
- [0090] ステップS 1 4 4～S 1 4 7の処理により、特定の場合に沸上げ許可フラグがONに設定される。図1 5には、発電電力 P_g 、制限値 P_p 、給湯器2 0以外の機器の総消費電力 P_d 、及び給湯器2 0の消費電力 P_h の大小関係と、経済効果と、沸上げ許可フラグと、パワーコンディショナ3 1の運転モードとを関連づけたテーブルが示されている。
- [0091] また、図1 6には、制限値 P_p が、給湯器2 0以外の機器の総消費電力 P_d と給湯器2 0の消費電力 P_h との和より大きい場合における発電電力 P_g と経済効果との関係が示されている。図1 6中の線L 2 1は、昼間に沸上げ運転を実行しない場合に対応し、線L 2 2は、昼間に沸上げ運転を実行する場合に対応する。また、 G_{max} は、分散型電源3 0の定格電力を意味する

。図 16 に示される電力の大小関係は、図 15 に示されるケース 1, 2, 7, 8, 9, 10 を含んでいる。

[0092] 線 L 21 で示されるように、昼間に沸上げ運転を実行しない場合において、発電電力 P_g が総消費電力 P_d を超えると逆潮電力が生じるため、売電による経済効果が得られる。ただし、発電電力 P_g が制限値 P_p を超えても、実際に発電される電力は制限値 P_p に制限されるため、経済効果が増加することはない。また、発電電力 P_g が総消費電力 P_d を下回ってゼロになると、総消費電力 P_d を商用電力系統 P_S からの電力で賄うことになるため、経済効果は減少する。

[0093] また、線 L 22 に示されるように、昼間に沸上げ運転を実行する場合において、発電電力 P_g が総消費電力 P_d と給湯器 20 の消費電力 P_h との和 $P_d + P_h$ を超えると、夜間の沸上げ運転に必要な電力消費が減少するため、経済効果が得られる。また、発電電力 P_g が $P_d + P_h$ を下回ってゼロになると、総消費電力 P_d と給湯器 20 の消費電力 P_h とを商用電力系統 P_S からの電力で賄うことになるため、経済効果は減少する。

[0094] 図 17 には、制限値 P_p が、総消費電力 P_d より大きく、総消費電力 P_d と給湯器 20 の消費電力 P_h との和より小さい場合における、発電電力 P_g と経済効果との関係が示されている。図 17 に示される電力の大小関係は、図 15 に示されるケース 3 を含んでいる。

[0095] 図 18 には、制限値 P_p が総消費電力 P_d より小さい場合における発電電力 P_g と経済効果との関係が示されている。図 18 に示される電力の大小関係は、図 15 に示されるケース 4, 5, 6, 11 を含んでいる。

[0096] 図 14 に戻り、ステップ S 147 に続いて、判定部 14 は、変数 a が最後の値であるか否かを判定する（ステップ S 149）。変数 a が最後の値ではないと判定した場合（ステップ S 149 ; No）、判定部 14 は、変数 a の値を 1 だけ増加させる（ステップ S 150）。その後、判定部 14 は、ステップ S 142 以降の処理をくり返す。

[0097] ステップ S 141 ~ S 149 の処理により、翌日の時間区分それぞれにつ

いて沸上げ許可フラグがON又はOFFに設定される。図19には、沸上げ許可フラグの系列と、発電電力、消費電力及び制限値の推移との関係の一例が示されている。図19に示される例では、沸上げ許可フラグがONに設定される時間の余剰電力に対応する領域にハッチングが付されている。抑制指示により制限値が指定される時間のうち時間P13では、余剰電力が不足しており、給湯器20が沸上げ運転を実行すると消費電力が発電電力を超えるため、沸上げ許可フラグがOFFに設定される。また、時間P11では、制限値が消費電力を超えており、給湯器20に沸上げ運転を実行させるよりも逆潮電力を売電する方が、経済効果が大きいという判断に基づいて、沸上げ許可フラグがOFFに設定される。また、時間P12では、十分な余剰電力があり、制限値が消費電力より小さいため、沸上げ許可フラグがONに設定される。

[0098] 図14に示されるステップS149において変数aが最後の値であると判定した場合（ステップS149；Yes）、判定部14は、図20に示されるように、条件成立時間として、沸上げ許可フラグが連続してONになる最長時間を探索する（ステップS151）。

[0099] 次に、判定部14は、条件成立時間以外の沸上げ許可フラグをOFFに設定する（ステップS152）。これにより、給湯器20の沸上げ運転の実行と停止とが交互にくり返されることを防ぐことができる。

[0100] 次に、判定部14は、条件成立時間の開始時刻と終了時刻を取得する（ステップS153）。判定部14は、取得した開始時刻及び終了時刻を給湯器20に通知する（ステップS154）。そして、判定部14は、昼間沸上げ判定処理を終了する。

[0101] 図11に戻り、昼間沸上げ判定処理（ステップS14）に続いて、制御装置10は、高温沸上げ判定処理を実行する（ステップS16）。高温沸上げ判定処理は、高温の湯を生成するための高温沸上げ条件が成立するか否かを判定する処理であって、図10中のステップS4に対応する。高温沸上げ判定処理は、例えば、電気料金が安価になる23時までに後述のステップS3

， S 5 が完了するように、 2 2 時 3 0 分までに実行される。以下、高温沸上げ判定処理について、図 2 1 を用いて説明する。

[0102] 高温沸上げ判定処理において、判定部 1 4 は、まず、分散型電源 3 0 が電力線を介して蓄電装置に接続されているか否かを判定する（ステップ S 1 6 1）。制御装置 1 0 は、住宅 H M 内の機器を管理するため、判定部 1 4 は、制御装置 1 0 により用いられる機器の管理情報に基づいて、ステップ S 1 6 1 の判定を実行する。

[0103] 蓄電装置が接続されていると判定された場合（ステップ S 1 6 1 ; N o）、判定部 1 4 は、高温沸上げ判定処理を終了する。これにより、給湯器 2 0 による高温の湯の沸上げ運転よりも、蓄電装置の充電処理が優先される。一方、蓄電装置が接続されていないと判定された場合（ステップ S 1 6 1 ; Y e s）、判定部 1 4 は、高温時間長をゼロに設定して初期化する（ステップ S 1 6 2）。

[0104] 次に、判定部 1 4 は、最後に O N に設定された沸上げ許可フラグに対応する変数 a の値を変数 b に代入することで、変数 b を初期化する（ステップ S 1 6 3）。変数 b は、変数 a と同様に、時間区分に付される番号である。ただし、変数 b は、初期値として条件成立時間の最後の時間区分に対応する値が設定される点で、変数 a とは扱いが異なる。

[0105] 次に、判定部 1 4 は、 b 番目の時間区分において給湯器 2 0 が高温の湯を生成しても消費電力が発電電力より小さいか否かを判定する（ステップ S 1 6 4）。具体的には、判定部 1 4 は、 b 番目の時間区分において給湯器 2 0 が高温の湯を生成して住宅 H M で消費される消費電力の予測値が増加しても、増加した消費電力の予測値が発電電力の予測値より小さいか否かを判定する。

[0106] 消費電力が発電電力より小さいと判定した場合（ステップ S 1 6 4 ; Y e s）、判定部 1 4 は、高温時間長を 3 0 分間だけ延長する（ステップ S 1 6 5）。そして、判定部 1 4 は、変数 b の値を 1 だけ減少させる（ステップ S 1 6 6）。その後、判定部 1 4 は、ステップ S 1 6 4 以降の処理をくり返す

。

[0107] ステップS 1 6 4にて消費電力が発電電力より小さくないと判定した場合（ステップS 1 6 4；N o）、判定部 1 4は、高温沸上げ許可時間の開始時刻を算出する。具体的には、判定部 1 4は、条件成立時間の終了時刻から高温時間長だけ前の時刻を、高温沸上げ許可時間の開始時刻として算出する。その後、判定部 1 4は、高温沸上げ判定処理を終了する。

[0108] 以上の高温沸上げ判定処理により、条件成立時間の終了時刻までに連続する時間が、新たに高温沸上げ許可時間として設定される。

[0109] 図 1 1に戻り、高温沸上げ判定処理（ステップS 1 6）が完了すると、制御装置 1 0は、昼間沸上げ条件成立時間の開始時刻及び終了時刻を通知することにより、給湯器 2 0に対して昼間の沸上げ運転の実行を要求する（ステップS 3）。また、制御装置 1 0は、高温沸上げ許可時間の開始時刻を通知することにより、給湯器 2 0に対して高温の湯の沸上げ運転の実行を要求する（ステップS 5）。

[0110] 次に、給湯器 2 0は、計画処理を実行する（ステップS 2 2）。計画処理は、制御装置 1 0から通知された時刻に基づいて、沸上げ運転の開始時刻及び終了時刻と、沸上げ湯量を計画する処理である。この計画処理について、図 2 2を用いて説明する。

[0111] 計画処理では、給湯器 2 0の計画モジュール 2 2は、まず、条件成立時間の開始時刻及び終了時刻から条件成立時間の長さを取得する（ステップS 2 2 1）。次に、計画モジュール 2 2は、条件成立時間の長さが沸上げ運転時間の下限値より長いかなかを判定する（ステップS 2 2 2）。沸上げ運転時間の下限値は、例えば 2 0 分間であって、給湯器 2 0の機種に応じて予め設定されるが、ユーザにより設定されてもよい。

[0112] 条件成立時間の長さが沸上げ運転時間の下限値より長くないと判定した場合（ステップS 2 2 2；N o）、計画モジュール 2 2は、ステップS 2 3 3へ処理を移行する。一方、条件成立時間の長さが沸上げ運転時間の下限値より長いと判定した場合（ステップS 2 2 2；Y e s）、高温沸上げ許可時間

の長さを取得する（ステップS 2 2 3）。

[0113] 次に、計画モジュール 2 2 は、高温沸上げ許可時間の長さがゼロより長い
か否かを判定する（ステップS 2 2 4）。長さがゼロより長いと判定した場合
（ステップS 2 2 4 ; Y e s）、計画モジュール 2 2 は、条件成立時間の
長さが過剰であるか否かを判定する（ステップS 2 2 5）。具体的には、計
画モジュール 2 2 は、条件成立時間の長さ、高温沸上げ許可時間の長さか
ら計算される係数が、閾値より大きいと判定する。この係数は、例え
ば、条件成立時間の長さ、高温沸上げ許可時間に高温効率比を乗じた値と
の和である。高温効率比は、通常温度に対する高温の熱量の増加比率を指す
。また、閾値は、沸上げ運転を実行可能な昼間の最長の時間であって、昼間
に沸上げ可能な湯量に応じて定められる。昼間に沸上げ可能な湯量は、例え
ば、目標貯湯量から、昼間までの湯切れを防止するための最小貯湯量を減じ
た量である。

[0114] 条件成立時間の長さが過剰であると判定した場合には（ステップS 2 2 5
; Y e s）、計画モジュール 2 2 は、条件成立時間のすべてを沸上げ運転に
割り当てることができない。この場合に、計画モジュール 2 2 は、夜間に生
成する湯量を、最小貯湯量に設定する（ステップS 2 2 6）。

[0115] 次に、計画モジュール 2 2 は、昼間に生成する高温の湯量と、通常温度の
湯量とを算出する（ステップS 2 2 7）。具体的には、計画モジュール 2 2
は、高温許可時間で沸上げる高温の湯量を算出し、通常温度の湯量を、給湯
器 2 0 の最大貯湯量から最小貯湯量と高温の湯量とを減じた量に設定する。
最大貯湯量は、貯湯タンク 2 4 の容量である。

[0116] 次に、計画モジュール 2 2 は、ステップS 2 2 7 で算出した湯量を沸上げ
るために必要な時間に基づいて、昼間における高温の湯の生成終了時刻と通
常温度の湯の生成終了時刻とを設定する（ステップS 2 2 8）。具体的には
、計画モジュール 2 2 は、高温の湯の生成終了時刻を、条件成立時間の終了
時刻に設定する。また、計画モジュール 2 2 は、通常温度の湯の生成終了時
刻を、高温の湯の生成開始時刻に設定する。これにより、条件成立時刻の終

了時刻までに連続する時間で沸上げ運転が実行されて、放熱を極力抑えることができる。なお、湯の生成終了時刻は、沸上げ運転の終了時刻を意味する。

[0117] 次に、計画モジュール 22 は、昼間における通常温度の湯の生成開始時刻を設定する（ステップ S 229）。具体的には、計画モジュール 22 は、最大貯湯量の湯を貯えるために必要な時間を算出して、算出した時間をステップ S 228 で設定した生成終了時刻から減算することで得た時刻を、生成開始時刻として設定する。なお、湯の生成開始時刻は、沸上げ運転の開始時刻を意味する。その後、計画モジュール 22 は、ステップ S 233 へ処理を移行する。

[0118] ステップ S 225 において条件成立時間の長さが過剰ではないと判定した場合には（ステップ S 225 ; N o）、計画モジュール 22 は、条件成立時間のすべてを沸上げ運転に割り当てることができる。この場合に、計画モジュール 22 は、条件成立時間の開始時刻及び終了時刻と、高温沸上げ許可時間の開始時刻及び終了時刻とを、そのまま湯の生成開始時刻及び終了時刻として設定する（ステップ S 230）。

[0119] 次に、計画モジュール 22 は、条件成立時間で生成可能な湯量と、高温沸上げ許可時間で生成可能な高温の湯量とを、昼間に生成する湯量として算出する（ステップ S 231）。計画モジュール 22 は、夜間に生成する湯量を、目標貯湯量から昼間に生成する湯量を減じた量に設定する（ステップ S 232）。

[0120] その後、計画モジュール 22 は、夜間における湯の生成開始時刻と生成終了時刻とを算出する。具体的には、計画モジュール 22 は、ステップ S 226 又はステップ S 232 にて設定された湯量を生成する時間を設定する。この時間は、放熱を極力抑える観点から、電気料金が低廉な時間の終了時付近に設定されることが好ましい。

[0121] 図 23 には、ステップ S 226 ~ S 232 において設定される湯量の一例が示されている。図 23 において矢印で示されるように、条件成立時間が過

剰である場合には、夜間の生成湯量が設定された後に、昼間の生成湯量が設定される。具体的には、最小貯湯量、高温の湯量、通常温度の湯量の順で設定される。なお、図 23 に示される例では、最小貯湯量は、湯切れを防止するための最低限の起動貯湯量にマージンを加えた量に設定される。一方、条件成立時間が過剰ではない場合には、矢印で示されるように、昼間の生成湯量が設定された後に、夜間の生成湯量が設定される。具体的には、高温の湯量、通常温度の湯量、夜間の生成湯量の順で設定される。

[0122] ステップ S 2 2 4 にて高温沸上げ許可時間の長さがゼロより長くないと判定した場合（ステップ S 2 2 4 ; N o）、計画モジュール 2 2 は、図 2 4 に示されるように、条件成立時間の長さが閾値より長いかな否かを判定する（ステップ S 2 3 4）。この判定は、ステップ S 2 2 5 において高温沸上げ許可時間の長さをゼロとした場合の判定に等しい。

[0123] 条件成立時間の長さが閾値より長いと判定した場合には（ステップ S 2 3 4 ; Y e s）、計画モジュール 2 2 は、条件成立時間のすべてを沸上げ運転に割り当てることができない。この場合に、計画モジュール 2 2 は、夜間に生成する湯量を、最小貯湯量に設定する（ステップ S 2 3 5）。計画モジュール 2 2 は、昼間に生成する通常温度の湯量を、最大貯湯量から最小貯湯量を減じた量に設定する（ステップ S 2 3 6）。

[0124] 次に、計画モジュール 2 2 は、昼間の湯の生成終了時刻を、条件成立時間の終了時刻に設定する（ステップ S 2 3 7）。そして、計画モジュール 2 2 は、昼間の湯の生成開始時刻を設定する（ステップ S 2 2 7）。具体的には、計画モジュール 2 2 は、最大貯湯量の湯を貯えるために必要な時間を算出して、算出した時間をステップ S 2 3 7 で設定した生成終了時刻から減算することで得た時刻を、生成開始時刻として設定する。その後、計画モジュール 2 2 は、ステップ S 2 4 3 へ処理を移行する。

[0125] ステップ S 2 3 4 において条件成立時間の長さが閾値より長くないと判定した場合には（ステップ S 2 3 4 ; N o）、計画モジュール 2 2 は、条件成立時間のすべてを沸上げ運転に割り当てることができる。この場合に、計画

モジュール 22 は、昼間の湯の生成開始時刻及び生成終了時刻を、条件成立時間の開始時刻及び終了時刻に設定する（ステップ S 240）。

[0126] 次に、計画モジュール 22 は、条件成立時間で生成可能な通常温度の湯量を、昼間に生成する湯量として算出する（ステップ S 241）。計画モジュール 22 は、夜間に生成する湯量を、目標貯湯量から昼間に生成する湯量を減じた量に設定する（ステップ S 242）。

[0127] 次に、計画モジュール 22 は、夜間の湯の生成開始時刻及び生成終了時刻を算出する（ステップ S 243）。具体的には、計画モジュール 22 は、ステップ S 235 又はステップ S 242 にて設定された湯量を生成する時間を設定する。その後、計画モジュール 22 は、計画処理を終了する。

[0128] 図 11 に戻り、計画処理（ステップ S 22）が終了すると、制御装置 10 は、計画処理で計画された湯の生成時刻を給湯器 20 に対して要求し、この要求に対する応答を受信することで湯の生成時刻を取得する。そして、制御装置 10 は、予測値を修正する予測修正処理を実行する（ステップ S 18）。この予測修正処理について、図 25 を用いて説明する。

[0129] 予測修正処理において、制御装置 10 のプロセッサ H1 は、まず、変数 a に 1 を代入する（ステップ S 181）。次に、プロセッサ H1 は、a 番目の時間区分における沸上げ運転の有無が、制御装置 10 によって記憶されている給湯器 20 のスケジュールと異なるか否かを判定する（ステップ S 182）。このスケジュールは、通常、昼間に沸上げ運転を実行することなく、夜間に沸上げ運転を実行するスケジュールである。

[0130] 沸上げ運転の有無がスケジュールと異ならないと判定した場合（ステップ S 182 ; No）、プロセッサ H1 は、ステップ S 184 へ処理を移行する。一方、沸上げ運転の有無がスケジュールと異なると判定した場合（ステップ S 182 ; Yes）、プロセッサ H1 は、a 番目の時間区分における消費電力の予測値を修正する（ステップ S 183）。

[0131] 次に、プロセッサ H1 は、変数 a が最後の値であるか否かを判定し（ステップ S 184）、最後の値ではないと判定した場合（ステップ S 184 ; N

o)、変数 a の値を 1 だけ増加させて (ステップ S 1 8 5)、ステップ S 1 8 2 以降の処理をくり返す。一方、変数 a が最後の値であると判定した場合 (ステップ S 1 8 4 ; Y e s)、プロセッサ H 1 は、予測修正処理を終了する。

[0132] 続いて、図 1 0 に示された一連の処理のうち、昼間に実行される部分の詳細を、図 2 6 ~ 2 8 を用いて説明する。

[0133] 図 2 6 に示されるように、昼間の湯の生成開始時刻になると、給湯器 2 0 は、湯の生成を開始する (ステップ S 2 5)。また、計測装置 4 0 は、発電電力及び消費電力の計測値をくり返し制御装置 1 0 へ送信する。

[0134] 制御装置 1 0 は、計測値に基づいて、買電価格判定処理 (ステップ S 1 9 1) と売電価格判定処理 (ステップ S 1 9 5) とを順に実行する。これらの処理は、実際の余剰電力の大きさが予測された余剰電力と異なるときに、給湯器 2 0 の運転モードを変更すべきか否かを判定する処理である。以下では、これらの処理について図 2 7, 2 8 を用いて説明する。

[0135] 図 2 7 には、買電価格判定処理が示されている。買電価格判定処理は、余剰電力が不足することにより生じた買電を、給湯器 2 0 の沸上げ運転を停止させることで抑えるべきか否かを判定する処理である。図 2 7 に示されるように、買電価格判定処理において、判定部 1 4 は、まず、昼間における買電価格の積算値を算出する (ステップ S 1 9 2)。余剰電力が予測通りに推移して昼間に沸上げ運転が実行された場合には、消費電力が発電電力を上回ることがないので、ステップ S 1 9 2 で算出される買電価格はゼロになる。

[0136] 次に、判定部 1 4 は、算出した買電価格が、1 日間における給湯器 2 0 の消費電力の買電価格の平均値より大きいと否かを判定する (ステップ S 1 9 3)。この平均値は、例えば、過去の一定期間における給湯器 2 0 の運転履歴から算出される。

[0137] 算出した買電価格が平均値より大きくはないと判定した場合 (ステップ S 1 9 3 ; N o)、判定部 1 4 は、買電価格判定処理を終了する。一方、算出した買電価格が平均値より大きいと判定した場合 (ステップ S 1 9 3 ; Y e

s)、判定部14は、運転モード変更フラグをONに設定して、昼間に生成すべき湯量を目標貯湯量に変更する(ステップS194)。その後、判定部14は、買電価格判定処理を終了する。

[0138] 図28には、売電価格判定処理が示されている。売電価格判定処理は、余剰電力が過剰であって、給湯器20に代えて商用電力系統PSへ電力を供給すべきか否かを、経済効果の観点から判定する処理である。図28に示されるように、売電価格判定処理において、判定部14は、まず、現在の貯湯量が目標貯湯量より大きいかな否かを判定する(ステップS196)。

[0139] 次に、判定部14は、給湯器20が湯を生成しないときの逆潮電力の売電価格が、夜間に給湯器が消費する電力の買電価格を超えるかな否かを判定する(ステップS197)。具体的には、判定部14は、現在の消費電力の計測値から給湯器20の消費電力を減じた電力を、給湯器20が湯を生成しないときの消費電力として算出し、算出した電力を現在の発電電力から減じて得た逆潮電力の売電価格を算出する。また、判定部14は、給湯器20が昼間に沸上げ運転を実行することなく夜間に沸上げ運転を実行した場合に消費される電力の買電価格を算出する。そして、判定部14は、算出した売電価格が買電価格より高いかな否かを判定する。

[0140] 売電価格が買電価格を超えないと判定した場合(ステップS197; No)、判定部14は、売電価格判定処理を終了する。一方、売電価格が買電価格を超えると判定した場合(ステップS197; Yes)、判定部14は、運転モード変更フラグをONに設定して、給湯器20に沸上げ運転を停止させる(ステップS198)。その後、判定部14は、売電価格判定処理を終了する。

[0141] 図26に戻り、売電価格判定処理(ステップS195)に続いて、制御装置10は、運転モード変更フラグがONに設定されているかな否かを判定する(ステップS6)。

[0142] 運転モード変更フラグがONに設定されていないと判定した場合(ステップS6; No)、制御装置10は、給湯器20の運転モードを変更しない。

一方、運転モード変更フラグがONに設定されていると判定した場合（ステップS6；Yes）、制御装置10は、給湯器20に対して運転モードの変更を要求する（ステップS7）。

[0143] その後、給湯器20は、制御装置10からの要求に従って、運転モードを変更する（ステップS8）。そして、昼間の湯の生成終了時刻になり、沸上げ運転が継続されている場合には、給湯器20は、湯の生成を停止する（ステップS27）。

[0144] 以上、説明したように、本実施の形態に係る給湯器制御システム100では、給湯器20の制御部21は、夜間に給湯器20に通常温度の湯を生成させ、抑制指示が制御装置10の指示取得部11によって取得された場合に、抑制指示により指定された昼間の時間に給湯器20に高温の湯を生成させる。これにより、発電可能であるにも関わらず抑制指示によって発電電力が制限されることで損失する電力を減少させることができる。ひいては、電力の利用効率を向上させることができる。

[0145] また、給湯器制御システム100では、図21のステップS164に示されるように、昼間に給湯器20が高温の湯を生成しても消費電力が発電電力より小さいことが、第1計測値取得部41及び第2計測値取得部42によって取得された計測値から予測により示されるときに、制御部21が給湯器20に高温の湯を生成させた。これにより、新たな買電を生じさせることなく、高温の湯を生成することができる。

[0146] また、給湯器制御システム100では、制御部21は、給湯器20に通常温度の湯を生成させてから高温の湯を生成させる。通常、沸上げた湯は貯湯タンク24の上部から貯湯タンク24内に流入するため、高温の湯を後から沸上げることで、貯湯タンク24内で通常温度の湯と高温の湯とが混合してしまうことを避けることができる。

[0147] また、給湯器制御システム100では、分散型電源30が電力線を介して蓄電装置に接続されているときには、高温の湯が生成されない。これにより、高温の湯の生成より、蓄電装置の充電処理に、余剰電力が優先して割り当

てられることとなる。蓄電装置は、一般的に、蓄積したエネルギーを電力として再度供給可能であるため、利便性が高い。このため、蓄電装置に優先して余剰電力を供給することで、利便性を向上させることができる。

[0148] 実施の形態 2.

続いて、実施の形態 2 について、上述の実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。なお、上記実施の形態 1 と同一又は同等の構成については、同等の符号を用いるとともに、その説明を省略又は簡略する。

[0149] 本実施の形態に係る給湯器制御システム 101 は、制御装置 10 を省略して構成される点で、実施の形態 1 に係る給湯器制御システム 100 と異なっている。

[0150] 図 29 に示されるように、給湯器制御システム 101 では、分散型電源 30、計測装置 40、電気機器 50 が、宅内ネットワーク NW2 と広域ネットワーク NW1 とを介してデータサーバ 70 と通信可能となるように接続されている。また、給湯器 20 は、分散型電源 30 と通信可能となるように接続され、分散型電源 30 を介してデータサーバ 70 に接続される。

[0151] データサーバ 70 は、指示取得部 11 を有している。データサーバ 70 は、実施の形態 1 に係る制御装置 10 と同等に機能する。

[0152] 図 30 には、本実施の形態に係る給湯器制御システム 101 の機能的な構成が示されている。図 30 に示されるように、データサーバ 70 は、指示取得部 11、余剰電力予測部 13 及び判定部 14 を有している。また、分散型電源 30 は、データサーバ 70 の判定部 14 と給湯器 20 の制御部 21 との通信を中継する中継部 32 を有している。

[0153] 以上、説明したように、本実施の形態では、制御装置 10 を省略して給湯器制御システム 101 が構成された。これにより、住宅 HM に設置する機器の数を減らして、給湯器制御システム 101 を簡便に構成することができる。

[0154] 実施の形態 3.

続いて、実施の形態 3 について、上述の実施の形態 2 との相違点を中心に

説明する。なお、上記実施の形態２と同一又は同等の構成については、同等の符号を用いるとともに、その説明を省略又は簡略する。

[0155] 本実施の形態に係る給湯器制御システム１０２は、図３１に示されるように、給湯器２０が宅内ネットワークNW２を介してデータサーバ７０と通信する点で、実施の形態２に係る給湯器制御システム１０１と異なっている。

[0156] 以上、説明したように、本実施の形態では、分散型電源３０がデータサーバ７０と給湯器２０との通信を中継する必要があるため、汎用の分散型電源３０を用いて給湯器制御システム１０２を構成することができる。

[0157] 実施の形態４．

続いて、実施の形態４について、上述の実施の形態１との相違点を中心に説明する。なお、上記実施の形態１と同一又は同等の構成については、同等の符号を用いるとともに、その説明を省略又は簡略する。

[0158] 本実施の形態に係る給湯器制御システム１０３は、制御装置１０及びデータサーバ７０を省略して構成される点で、実施の形態１に係る給湯器制御システム１００と異なっている。さらに、給湯器制御システム１０３は、発電消費予測部７１及び余剰電力予測部１３を省略して構成される点で、給湯器制御システム１００と異なっている。

[0159] 図３２には、給湯器制御システム１０３の機能的な構成が示されている。図３２に示されるように、給湯器２０は、指示取得部１１と、判定部１４と、計測値を蓄積する記憶部１９とを有している。判定部１４は、実施の形態１に係る予測値に代えて、記憶部１９に蓄積された発電電力及び消費電力の計測値の平均値を、昼間沸上げ判定処理及び高温沸上げ判定処理等に用いる。

[0160] 以上、説明したように、本実施の形態では、制御装置１０及びデータサーバ７０を省略して給湯器制御システム１０３が構成された。これにより、給湯器制御システム１０３を簡便に構成することができる。

[0161] 実施の形態５．

続いて、実施の形態５について、上述の実施の形態１との相違点を中心に

説明する。なお、上記実施の形態１と同一又は同等の構成については、同等の符号を用いるとともに、その説明を省略又は簡略する。

[0162] 本実施の形態に係る給湯器制御システム１０４は、図３３に示されるように、蓄電装置８１及び電気自動車８２を有する点で、実施の形態１に係る給湯器制御システム１００と異なっている。また、給湯器制御システム１０４は、抑制指示に応じて昼間に稼働させる機器を、給湯器２０、電気機器５０、蓄電装置８１及び電気自動車８２から選択する点で、給湯器制御システム１００と異なっている。

[0163] 制御装置１０は、抑制指示を取得すると、図３４に示される対象機器選択処理を実行する。この対象機器選択処理は、昼間に電力を消費して稼働させる対象となる機器を選択する処理である。

[0164] 対象機器選択処理において、制御装置１０のプロセッサＨ１は、まず、蓄電装置８１又は電気自動車８２が制御装置１０と通信可能となるように接続されているか否かを判定する（ステップＳ８１）。蓄電装置８１又は電気自動車８２が接続されていると判定した場合（ステップＳ８１；Ｙｅｓ）、プロセッサＨ１は、接続されている蓄電装置８１又は電気自動車８２について、対象機器の適合条件が成立するか否かを判定する（ステップＳ８２）。この適合条件には、例えば、ユーザの使用予定がないこと、あるいは、充電率が一定値以下であることが含まれる。

[0165] 適合条件が成立すると判定した場合（ステップＳ８２；Ｙｅｓ）、プロセッサＨ１は、蓄電装置８１又は電気自動車８２を選択する（ステップＳ８３）。これらの機器が選択された場合に、制御装置１０は、抑制指示によって指定された時間に、これらの機器に充電処理を実行させる。その後、プロセッサＨ１は、対象機器選択処理を終了する。

[0166] ステップＳ８１にて蓄電装置８１又は電気自動車８２が接続されていないと判定した場合（ステップＳ８１；Ｎｏ）、又はステップＳ８２にて適合条件が成立しないと判定した場合（ステップＳ８２；Ｎｏ）、プロセッサＨ１は、給湯器２０が制御装置１０と通信可能に接続されているか否かを判定す

る（ステップS 8 4）。

[0167] 給湯器 2 0 が接続されていると判定した場合（ステップS 8 4 ; Y e s）、プロセッサH 1 は、接続されている給湯器 2 0 について、適合条件が成立するか否かを判定する（ステップS 8 5）。この適合条件には、例えば、ユーザの使用予定がないこと、あるいは、貯湯量が一定値以下であることが含まれる。

[0168] 適合条件が成立すると判定した場合（ステップS 8 5 ; Y e s）、プロセッサH 1 は、給湯器 2 0 を選択する（ステップS 8 6）。その後、プロセッサH 1 は、対象機器選択処理を終了する。

[0169] ステップS 8 4 にて給湯器 2 0 が接続されていないと判定した場合（ステップS 8 4 ; N o）、又はステップS 8 5 にて適合条件が成立しないと判定した場合（ステップS 8 5 ; N o）、プロセッサH 1 は、節電機器が制御装置 1 0 と通信可能に接続されているか否かを判定する（ステップS 8 7）。節電機器は、節電の対象となっている電気機器 5 0 を意味し、例えば、冷蔵庫又は空調機器である。

[0170] 節電機器が接続されていると判定した場合（ステップS 8 7 ; Y e s）、プロセッサH 1 は、接続されている節電機器について、適合条件が成立するか否かを判定する（ステップS 8 8）。

[0171] 適合条件が成立すると判定した場合（ステップS 8 8 ; Y e s）、プロセッサH 1 は、節電機器を選択する（ステップS 8 9）。節電機器が選択された場合に、制御装置 1 0 は、抑制指示によって指定された時間に、節電機器に課されている節電の設定を解除する。その後、プロセッサH 1 は、対象機器選択処理を終了する。

[0172] ステップS 8 7 にて節電機器が接続されていないと判定した場合（ステップS 8 7 ; N o）、又はステップS 8 8 にて適合条件が成立しないと判定した場合（ステップS 8 8 ; N o）、プロセッサH 1 は、対象機器を選択することなく、対象機器選択処理を終了する。

[0173] 以上、説明したように、本実施の形態に係る制御装置 1 0 は、蓄電装置 8

1又は電気自動車82、給湯器20、節電機器の順で対象機器を選択した。蓄電装置81及び電気自動車82は、蓄積するエネルギーの容量が大きく、かつ、蓄積したエネルギーを電力として再利用することができるため利便性が高い。また、給湯器20は、蓄積した熱量を電力として再利用することはできないが、蓄積するエネルギーの容量は比較的大きい。このため、利便性の高い順で適切な機器を選択することができる。

[0174] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態によって限定されるものではない。

[0175] 例えば、分散型電源30は、太陽光により発電する装置に限られず、風力又は水力により発電する装置であってもよいし、燃料電池を備える装置であってもよい。

[0176] また、補助記憶部H3に記憶されているプログラムPaを、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)、MO (Magneto-Optical disk) 等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、そのプログラムPaをコンピュータにインストールすることにより、上述の処理を実行する装置を構成することができる。

[0177] また、プログラムPaをインターネットに代表される通信ネットワーク上のサーバ装置が有するディスク装置に格納しておき、例えば、搬送波に重畳させて、コンピュータにダウンロードするようにしてもよい。

[0178] また、ネットワークを介してプログラムPaを転送しながら起動実行することによっても、上述の処理を達成することができる。

[0179] さらに、プログラムPaの全部又は一部をサーバ装置上で実行させ、その処理に関する情報をコンピュータが通信ネットワークを介して送受信しながらプログラムPaを実行することによっても、上述の処理を達成することができる。

[0180] なお、上述の機能を、OS (Operating System) が分担して実現する場合又はOSとアプリケーションとの協働により実現する場合には、OS以外の

部分のみを媒体に格納して配布してもよく、また、コンピュータにダウンロードしてもよい。

[0181] また、制御装置 10 及び給湯器 20 の機能を実現する手段は、ソフトウェアに限られず、その一部又は全部を専用のハードウェアによって実現してもよい。例えば、指示取得部 11、余剰電力予測部 13、判定部 14、計画モジュール 22、第 1 制御モジュール 22a 及び第 2 制御モジュール 22b を、FPGA (Field Programmable Gate Array) 又はASIC (Application Specific Integrated Circuit) に代表される回路を用いて構成すれば、制御装置 10 及び給湯器 20 の省電力化を図ることができる。

[0182] 本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。つまり、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、請求の範囲によって示される。そして、請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

産業上の利用可能性

[0183] 本発明の給湯器制御システム、制御方法及びプログラムは、電力の効率的な利用に適している。

符号の説明

[0184] 10 制御装置、 11 指示取得部、 12 転送部、 13 余剰電力予測部、 14 判定部、 19 記憶部、 20 給湯器、 21 制御部、 22 計画モジュール、 22a 第 1 制御モジュール、 22b 第 2 制御モジュール、 23 ヒートポンプユニット、 24 貯湯タンク、 30 分散型電源、 31 パワーコンディショナ、 32 中継部、 40 計測装置、 41 第 1 計測値取得部、 42 第 2 計測値取得部、 50 電気機器、 60 電力サーバ、 70 データサーバ、 71 発電消費予測部、 81 蓄電装置、 82 電気自動車、 100～104 給湯器制御システム、 HM 住宅、 H1 プロセッサ、 H2

主記憶部、 H 3 補助記憶部、 H 4 入力部、 H 5 出力部、 H
6 通信部、 H 7 内部バス、 L 2 1, L 2 2, L a, L c, L g, L
p, 線、 NW 1 広域ネットワーク、 NW 2 宅内ネットワーク、
P a プログラム、 P S 商用電力系統。

請求の範囲

[請求項1] 商用電力系統と前記商用電力系統に電力を供給する分散型電源との少なくとも一方から供給される電力で湯を生成する給湯器を制御する給湯器制御システムであって、

第1の時間における前記分散型電源から前記商用電力系統への電力の供給を抑制する指示を取得する指示取得手段と、

前記第1の時間とは異なる第2の時間に前記給湯器に第1温度の湯を生成させ、前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合に、前記第1の時間に前記給湯器に前記第1温度より高い第2温度の湯を生成させる制御手段と、

を備える給湯器制御システム。

[請求項2] 前記分散型電源による発電電力の計測値を取得する第1計測値取得手段と、

前記給湯器を有し、前記分散型電源と前記商用電力系統との少なくとも一方からの電力が供給される住宅で消費される消費電力の計測値を取得する第2計測値取得手段と、をさらに備え、

前記制御手段は、

前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合において、前記第1の時間に前記給湯器が前記第2温度の湯を生成しても前記消費電力が前記発電電力より小さいことが、前記第1計測値取得手段によって取得された計測値と前記第2計測値取得手段によって取得された計測値とから示されるときに、前記第1の時間に前記給湯器に前記第2温度の湯を生成させる、

請求項1に記載の給湯器制御システム。

[請求項3] 前記制御手段は、前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合において、前記第1の時間内に、前記給湯器に前記第2温度より低い第3温度の湯を生成させてから前記第2温度の湯を生成させる、

請求項1又は2に記載の給湯器制御システム。

[請求項4] 前記制御手段は、前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合において、前記分散型電源が電力線を介して蓄電装置に接続されているときには、前記第1の時間に前記給湯器に前記第2温度の湯を生成させない、

請求項1から3のいずれか一項に記載の給湯器制御システム。

[請求項5] 商用電力系統と前記商用電力系統に電力を供給する分散型電源との少なくとも一方から供給される電力で湯を生成する給湯器を制御する制御方法であって、

第1の時間に前記給湯器に予め定められた第1温度の湯を生成させる第1制御ステップと、

前記第1の時間とは異なる第2の時間における前記分散型電源から前記商用電力系統への電力の供給を抑制することが指示された場合に、前記第2の時間に前記給湯器に前記第1温度より高い第2温度の湯を生成させる第2制御ステップと、

を含む制御方法。

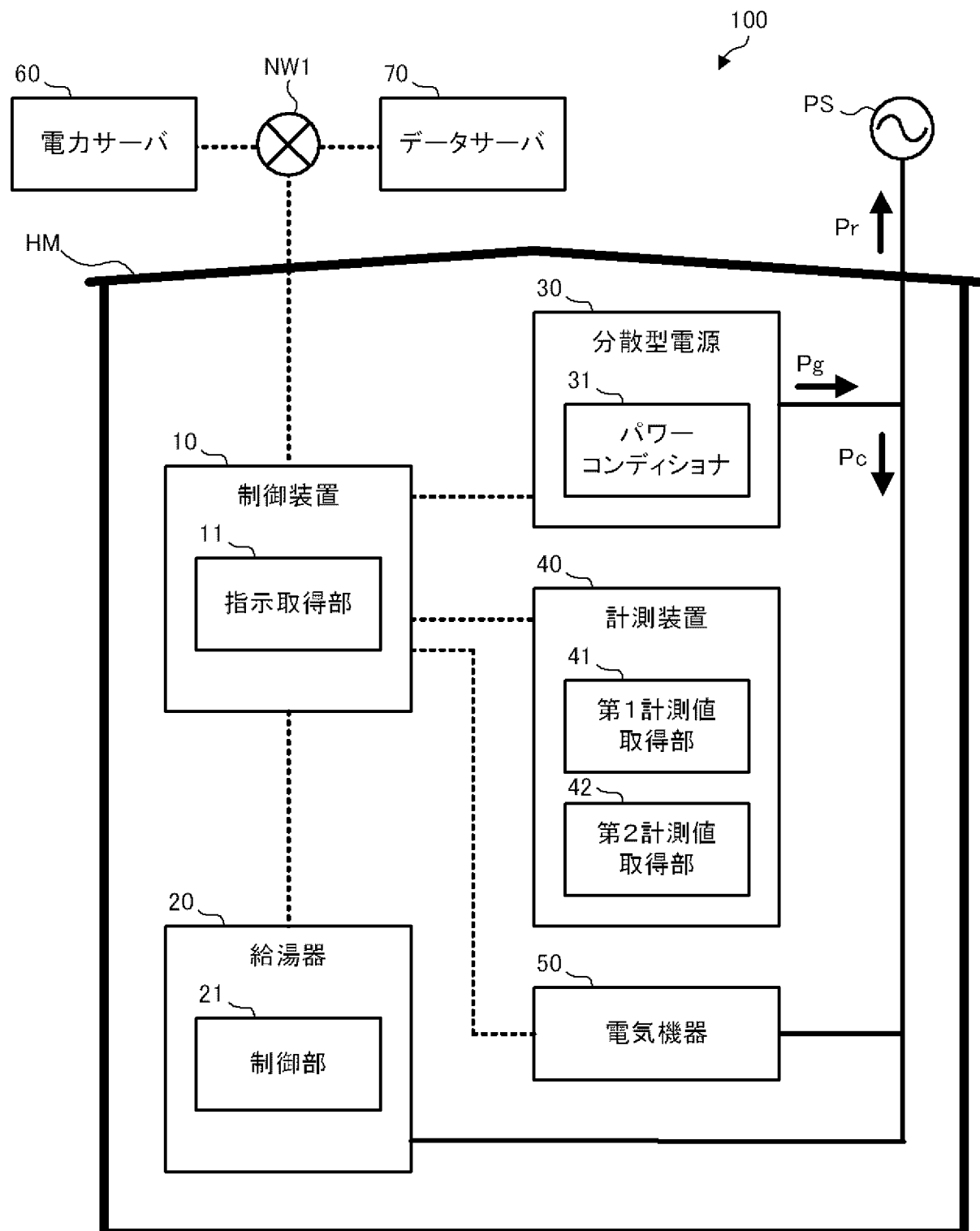
[請求項6] 商用電力系統と前記商用電力系統に電力を供給する分散型電源との少なくとも一方から供給される電力で湯を生成する給湯器を制御するコンピュータを、

第1の時間に前記給湯器に予め定められた第1温度の湯を生成させる第1制御手段、

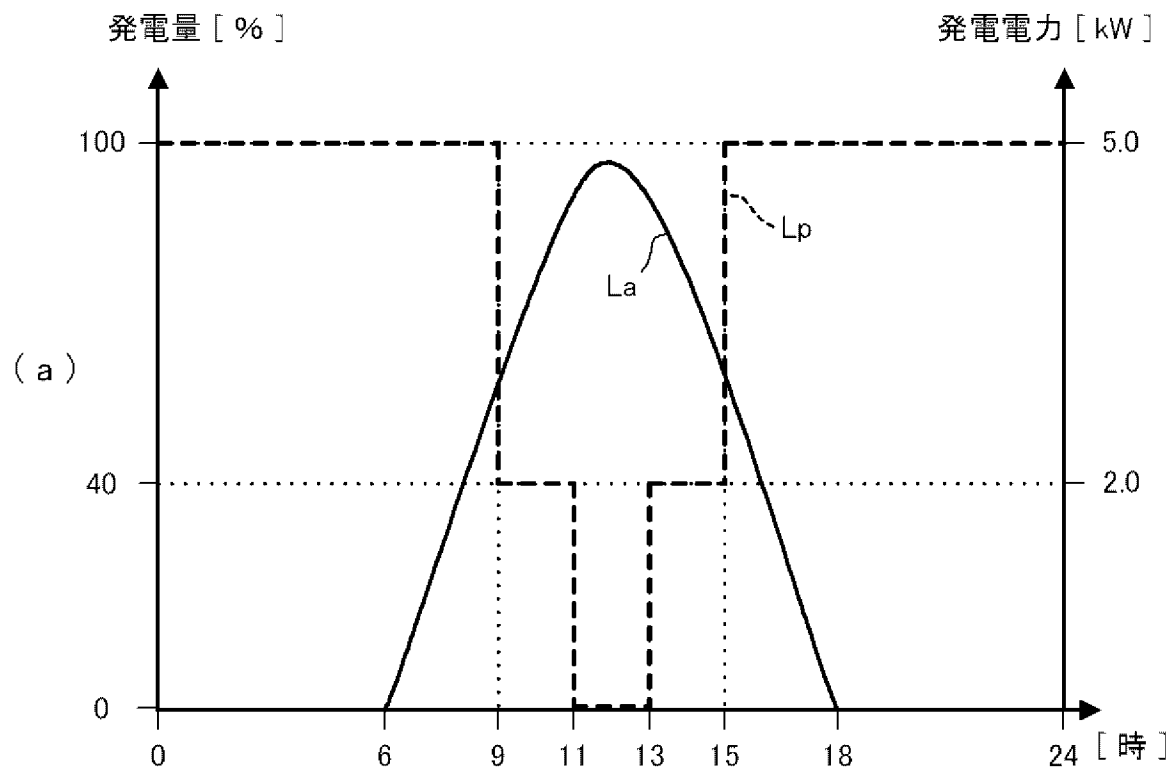
前記第1の時間とは異なる第2の時間における前記分散型電源から前記商用電力系統への電力の供給を抑制することが指示された場合に、前記第2の時間に前記給湯器に前記第1温度より高い第2温度の湯を生成させる第2制御手段、

として機能させるためのプログラム。

[図1]



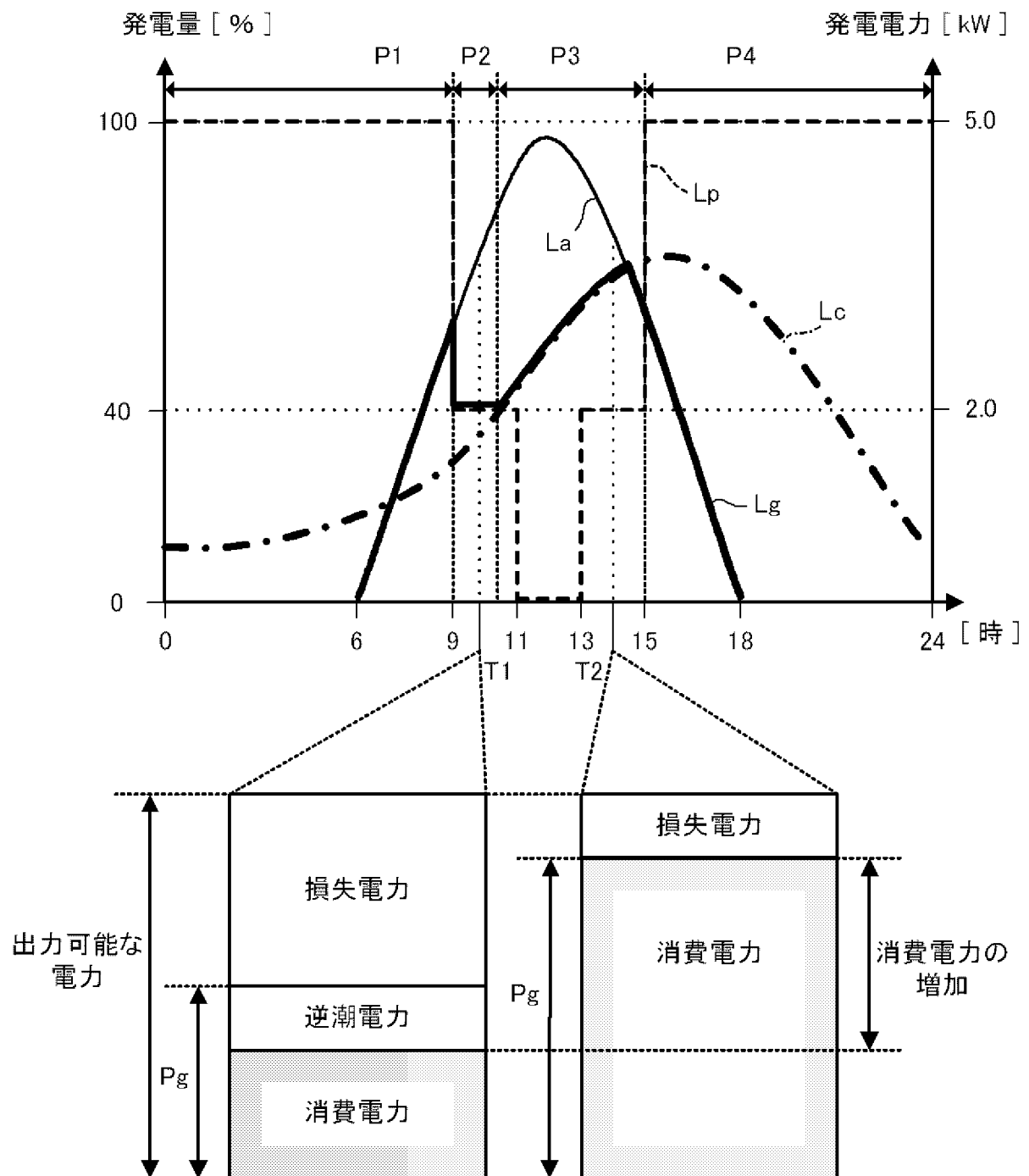
[図2]



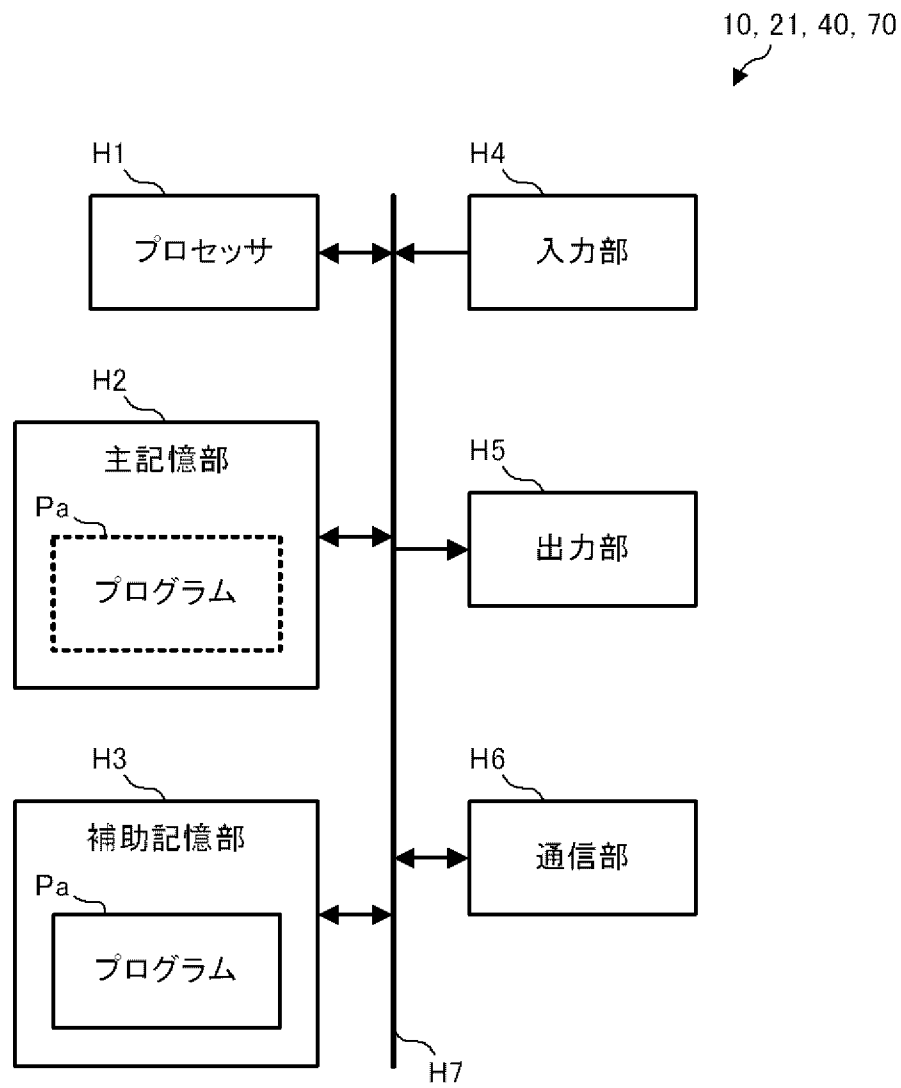
(b)

時間 [時]	0 - 9	9 - 11	11 - 13	13 - 15	15 - 24
制限値 [%]	100 %	40 %	0 %	40 %	100 %

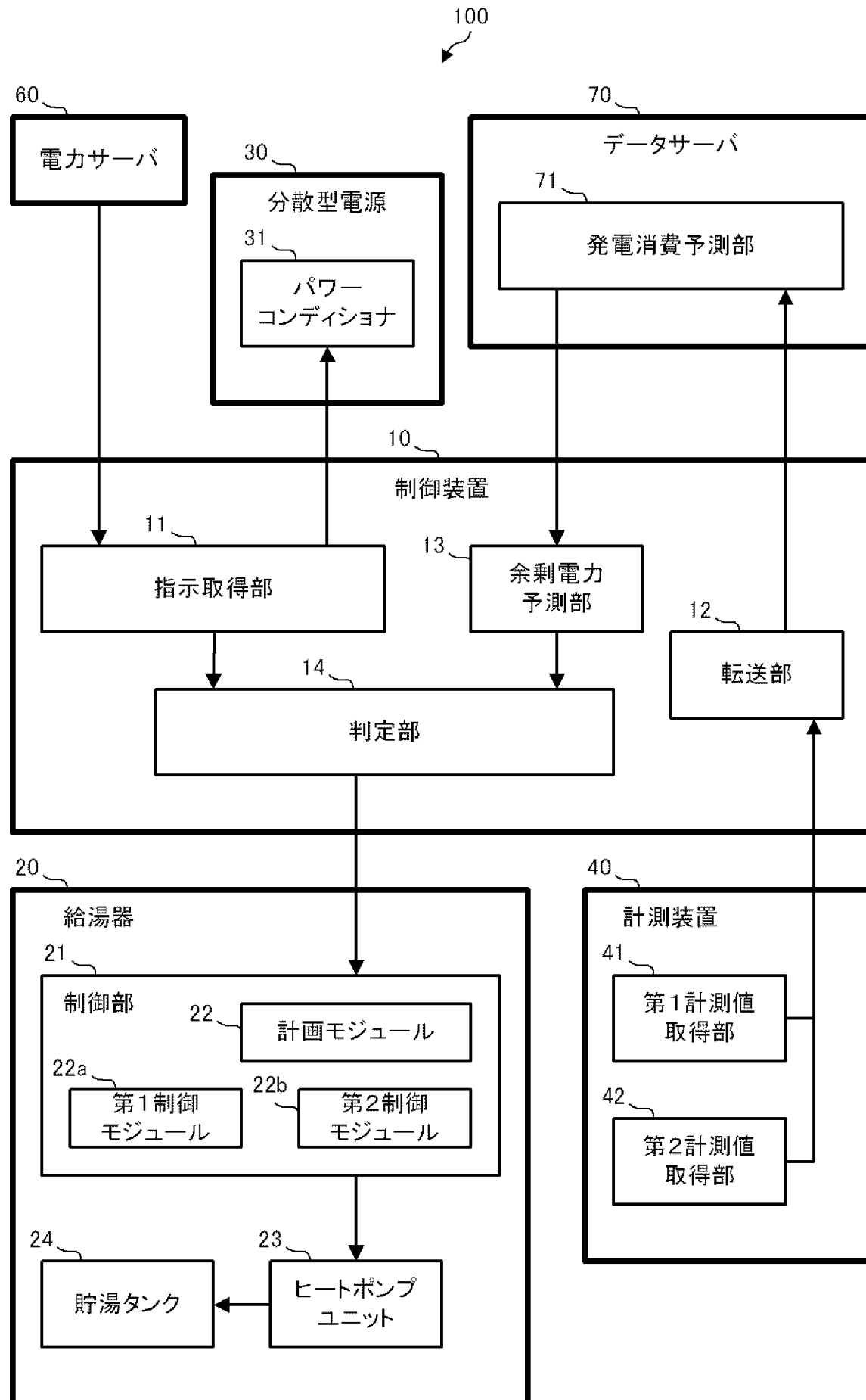
[図3]



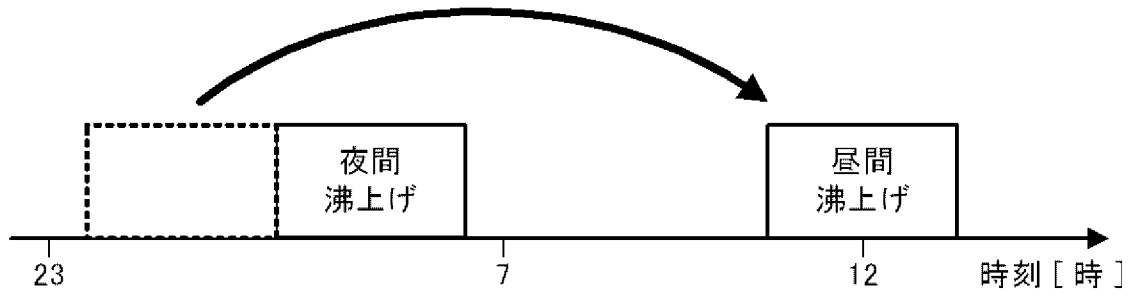
[図4]



[図5]

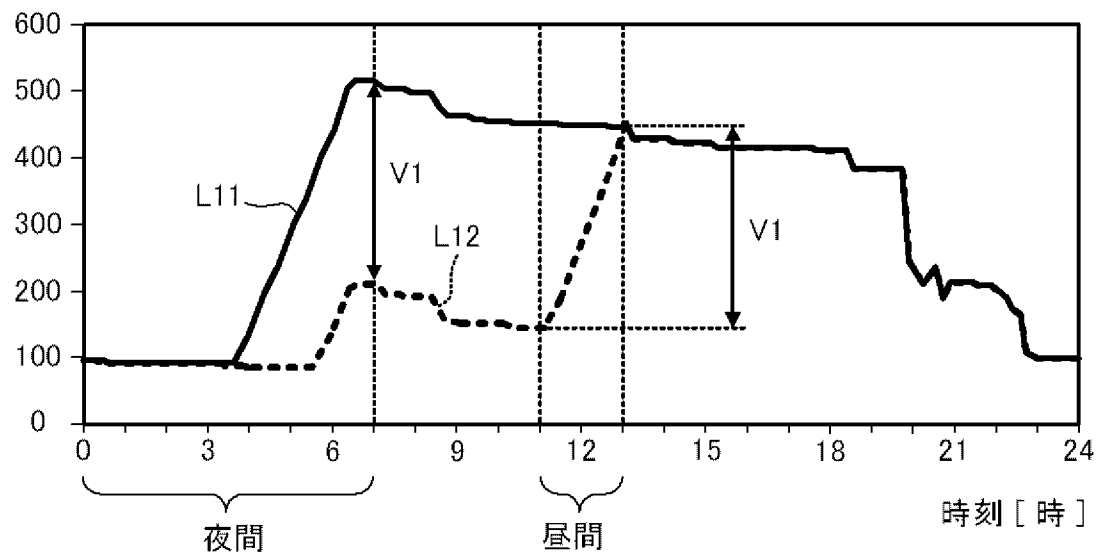


[図6]

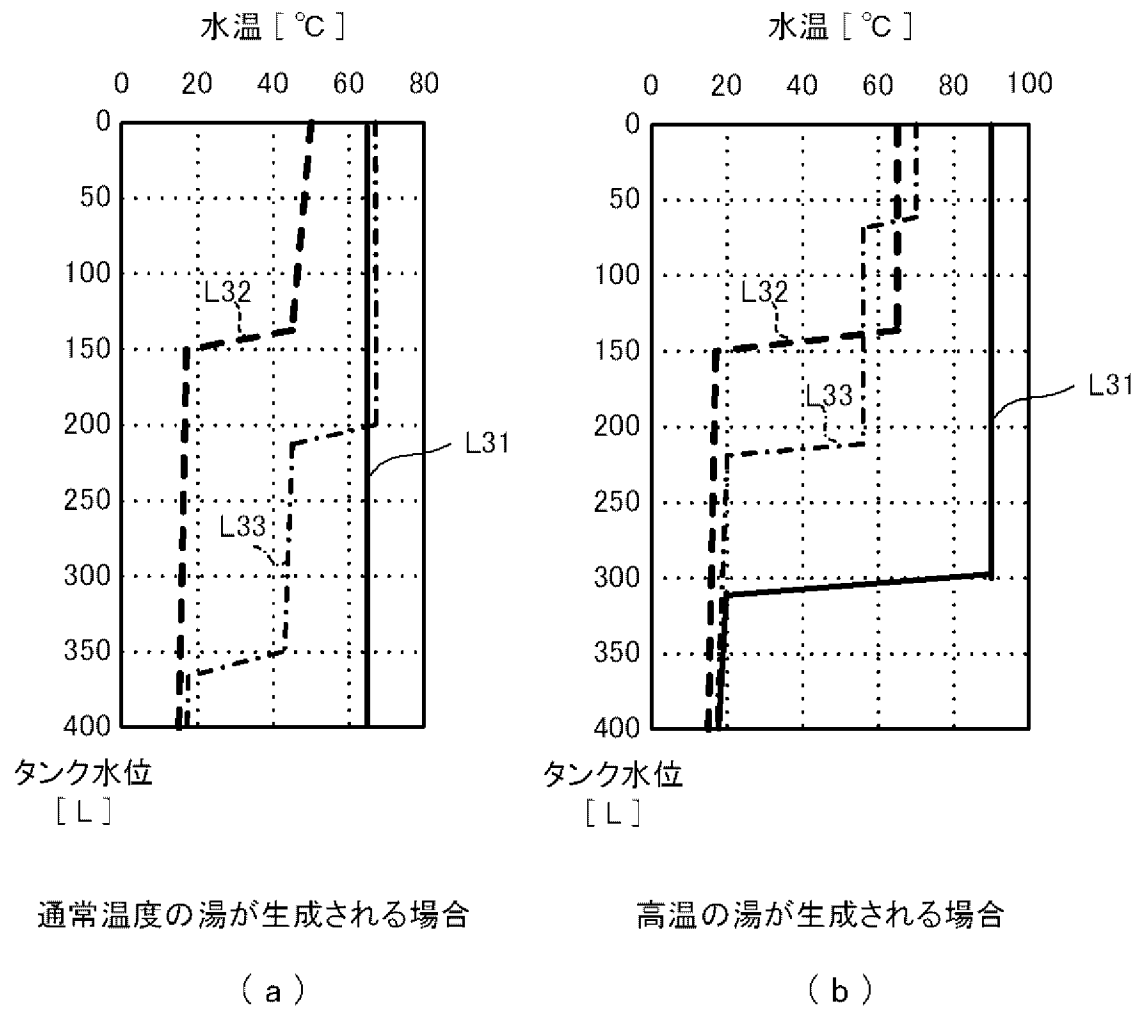


[図7]

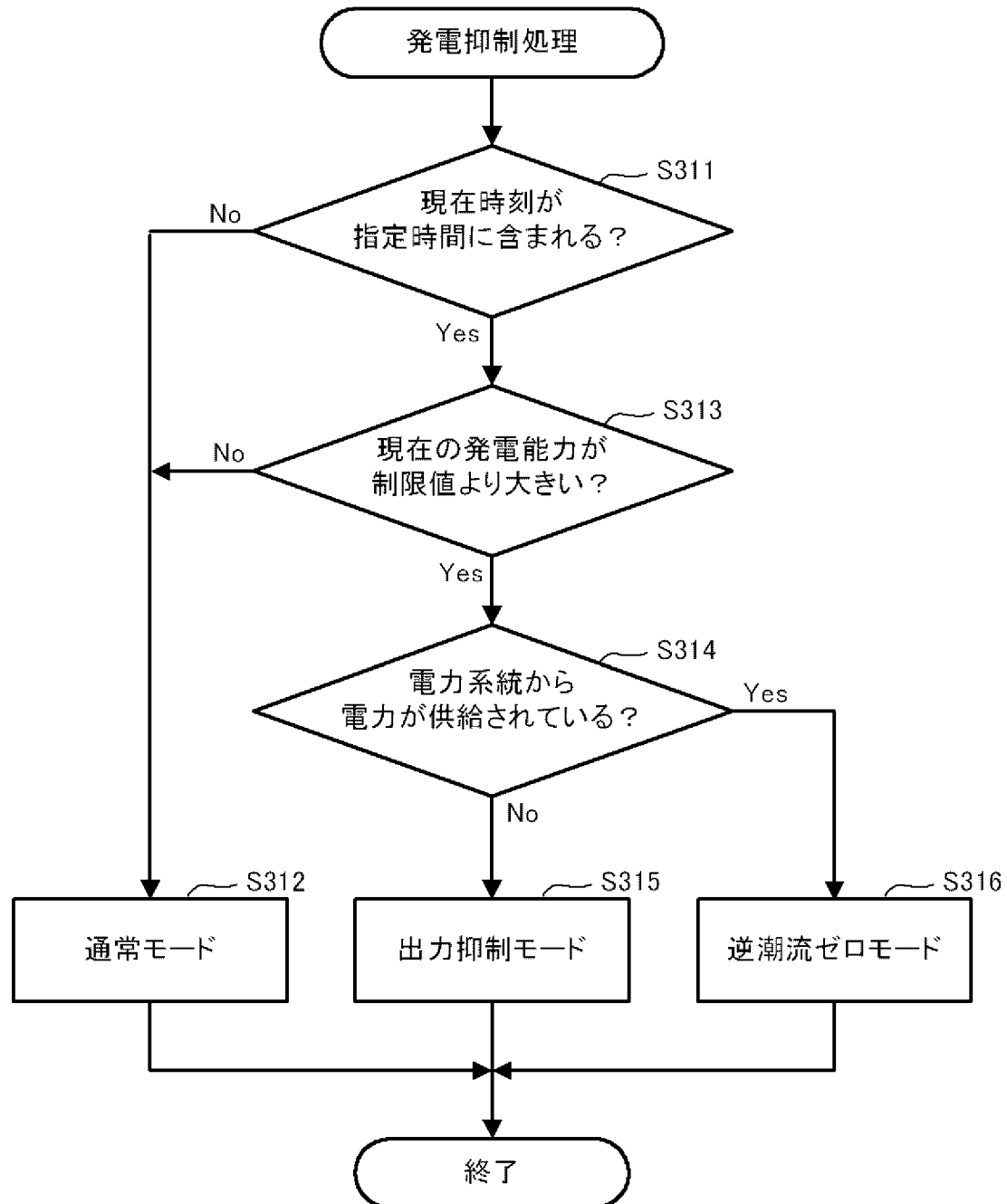
貯湯量 [L]



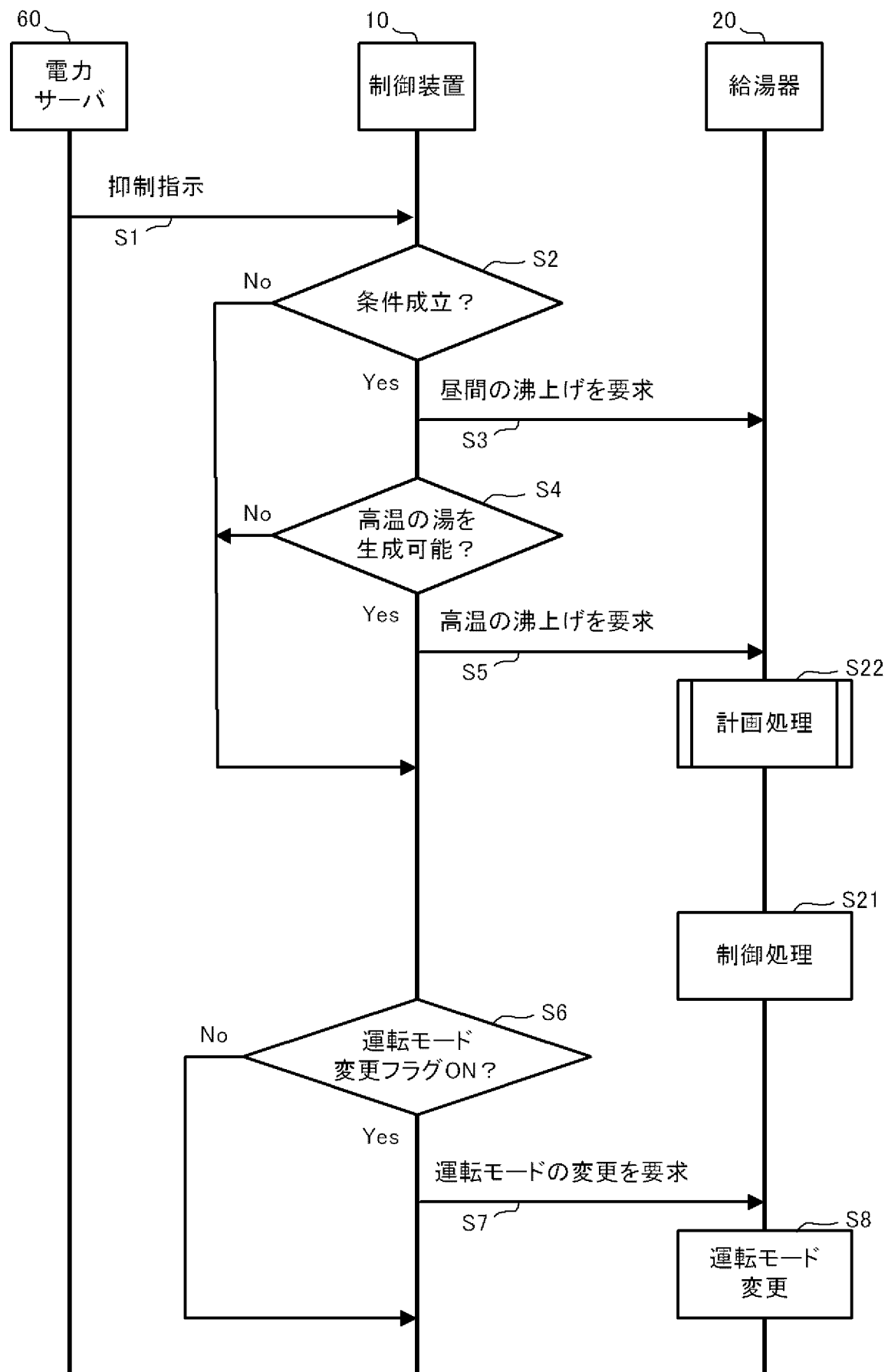
[図8]



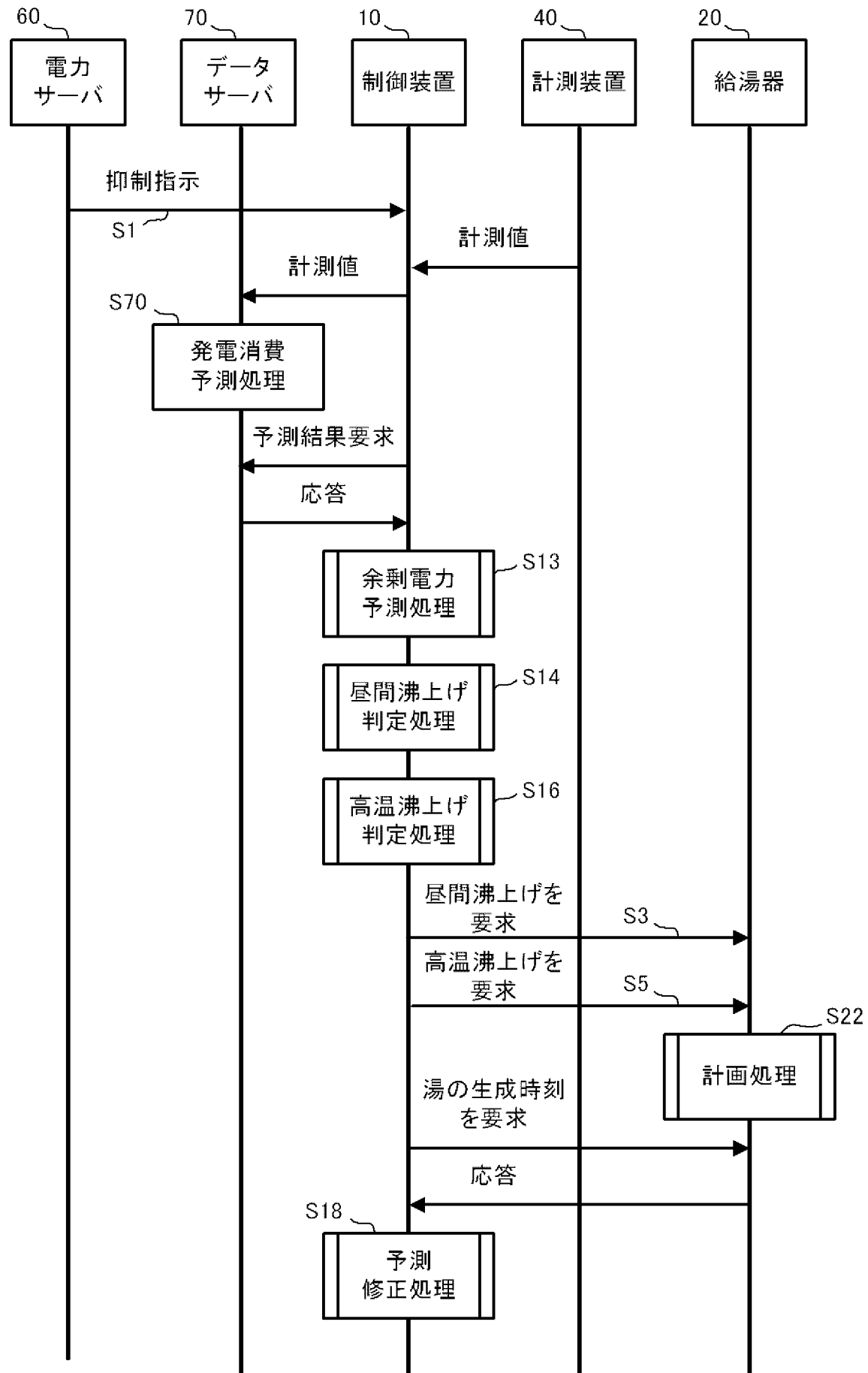
[図9]



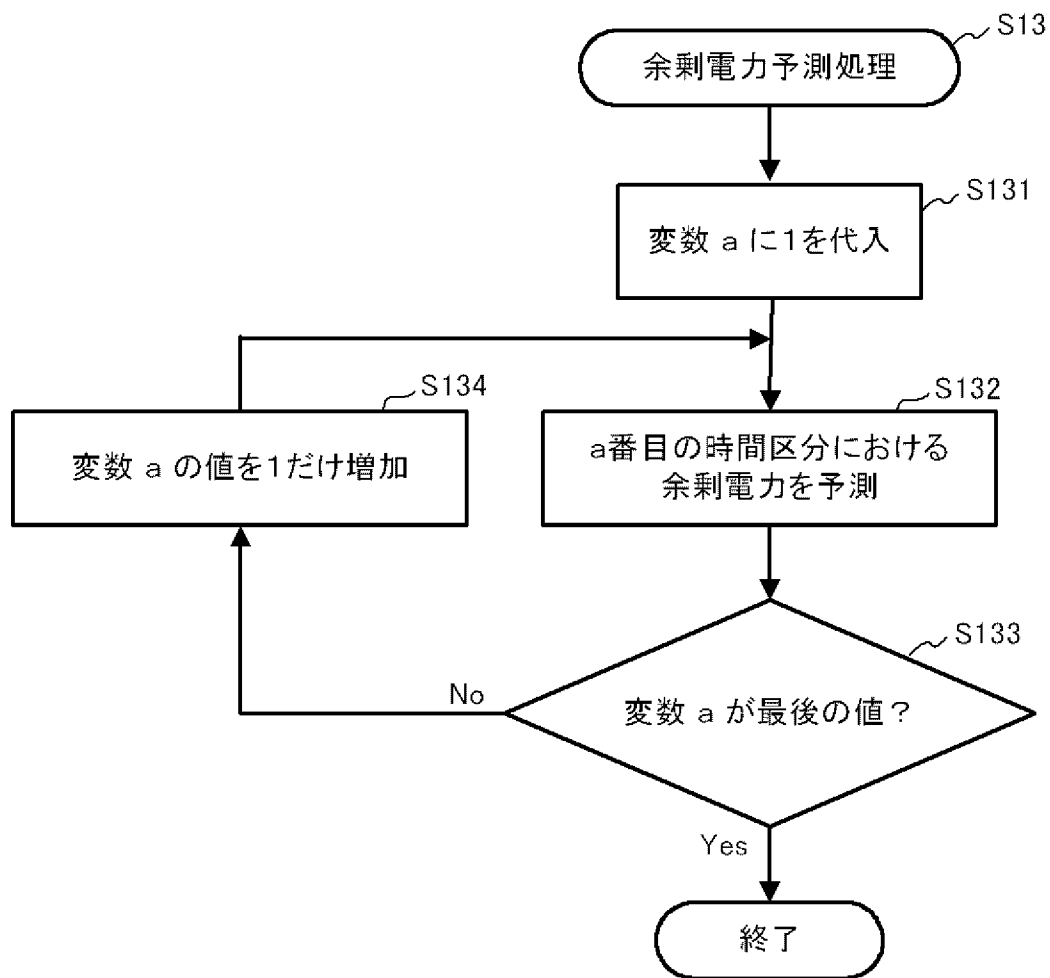
[図10]



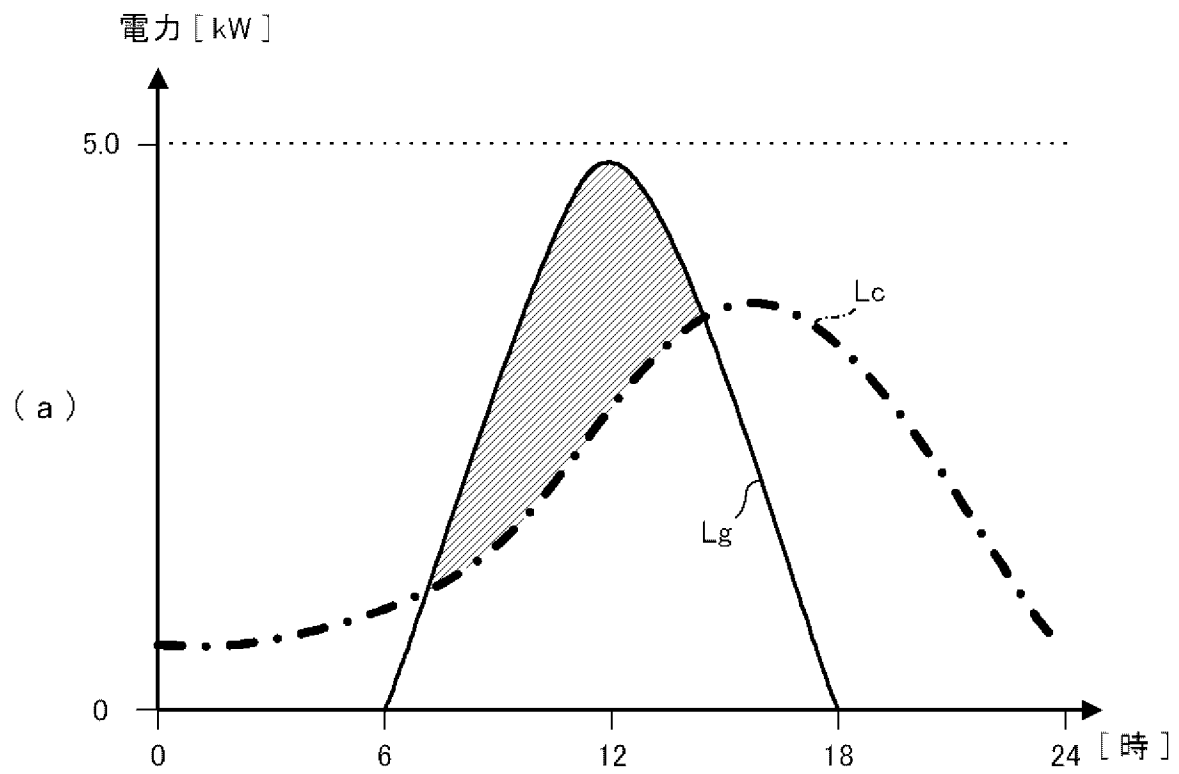
[図11]



[図12]



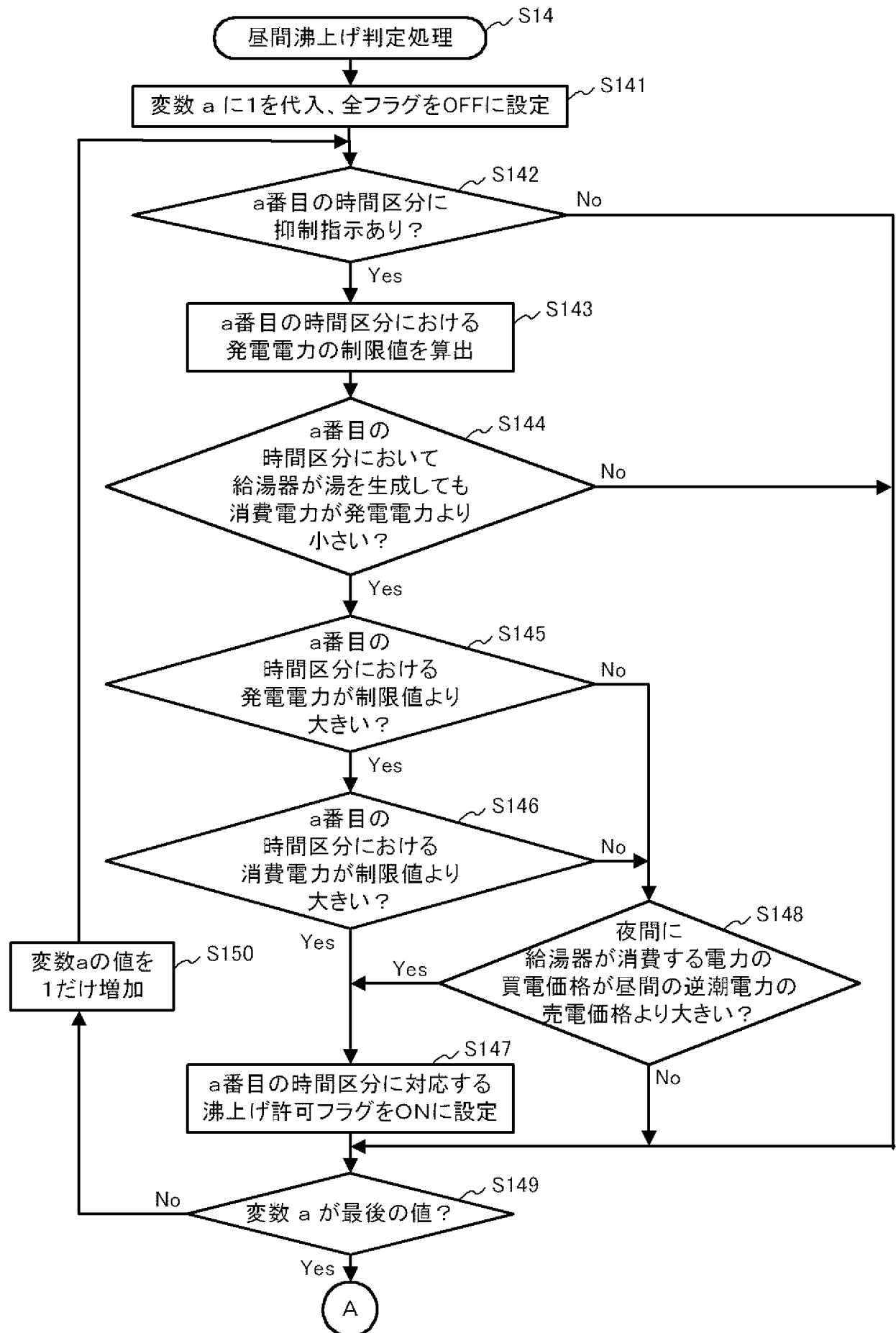
[図13]



(b)

時刻	0:00 - 0:30	0:30 - 1:00	...	23:30 - 24:00
変数 a の値	1	2	...	48
発電電力の予測値	0.0	0.0	...	0.0
消費電力の予測値	1.0	1.0	...	1.0
余剰電力の予測値	0.0	0.0	...	0.0

[図14]



[図15]

番号	電力の大小関係		経済効果	沸上げ許可 フラグ	パワーコンディショナ のモード
ケース1	$P_g > P_p > P_d$	$P_g > P_d + P_h$	$C_b > C_s$	ON	逆潮流ゼロ
ケース2			$C_b < C_s$	OFF	出力抑制
ケース3			--	OFF	出力抑制
ケース4	$P_g > P_d > P_p$	$P_g > P_d + P_h$	--	ON	逆潮流ゼロ
ケース5			--	OFF	出力抑制
ケース6	$P_d > P_g > P_p$	--	--	OFF	通常
ケース7	$P_p > P_g > P_d$	$P_g > P_d + P_h$	$C_b > C_s$	ON	通常
ケース8			$C_b < C_s$	OFF	通常
ケース9			--	OFF	通常
ケース10	$P_p > P_d > P_g$	--	--	OFF	通常
ケース11	$P_d > P_p > P_g$	--	--	OFF	通常

Pg: 発電電力

Pp: 抑制指示により指定された制限値

Pd: 給湯器以外の機器の総消費電力

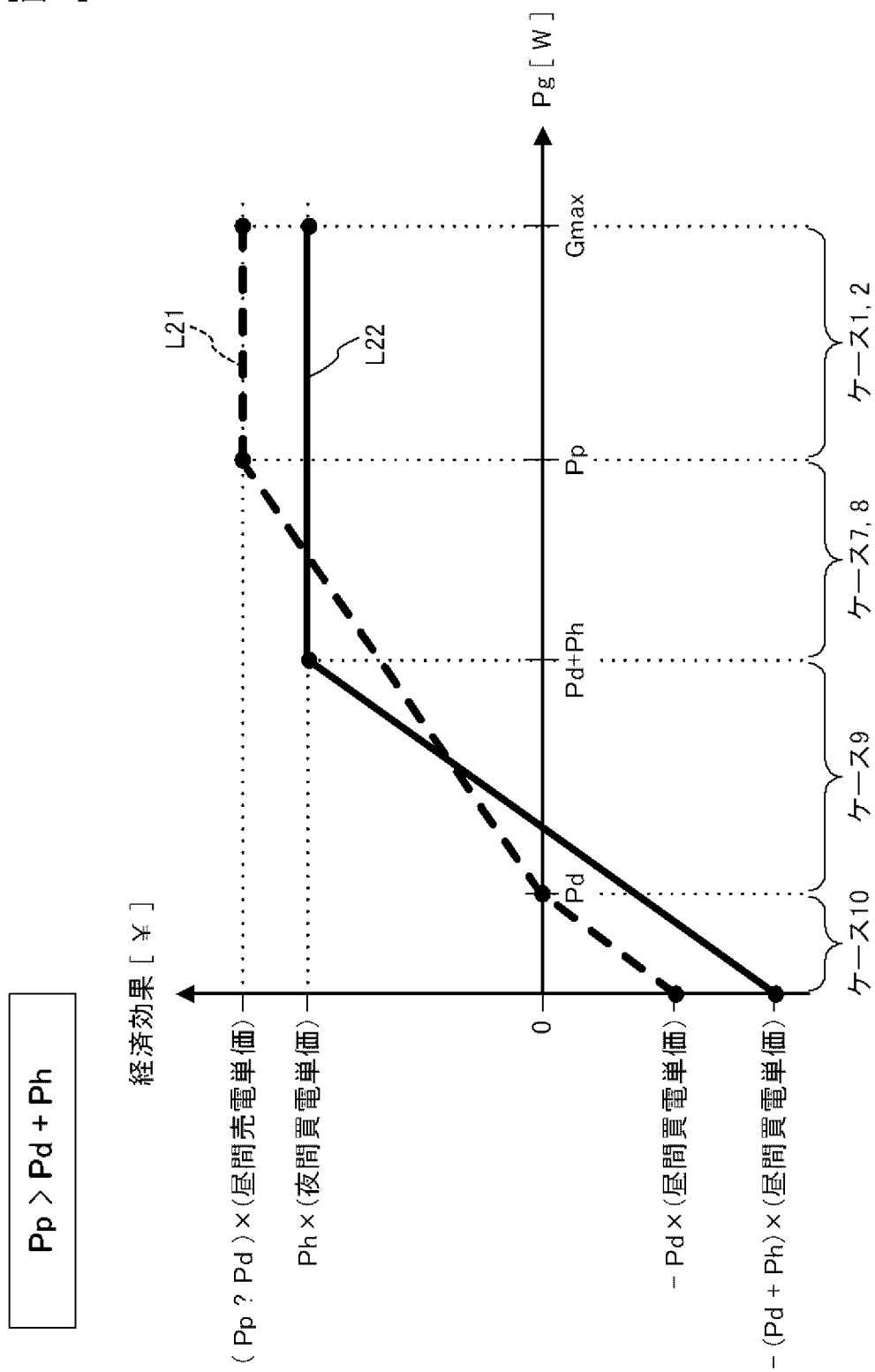
Ph: 給湯器の消費電力

Cb: 夜間に給湯器が沸上げ運転で

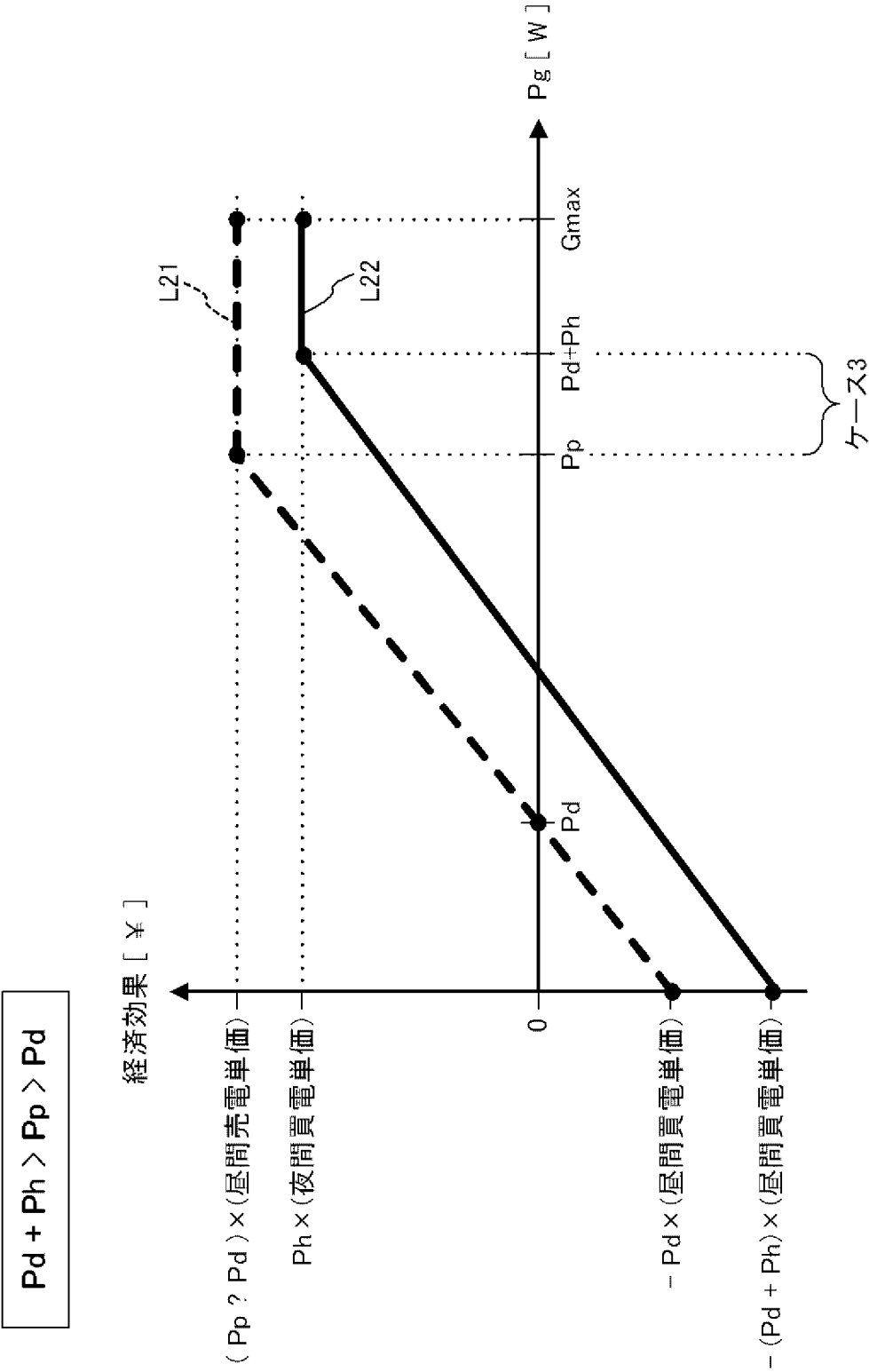
消費する電力の買電価格

Cs: 昼間の逆潮流電力の売電価格

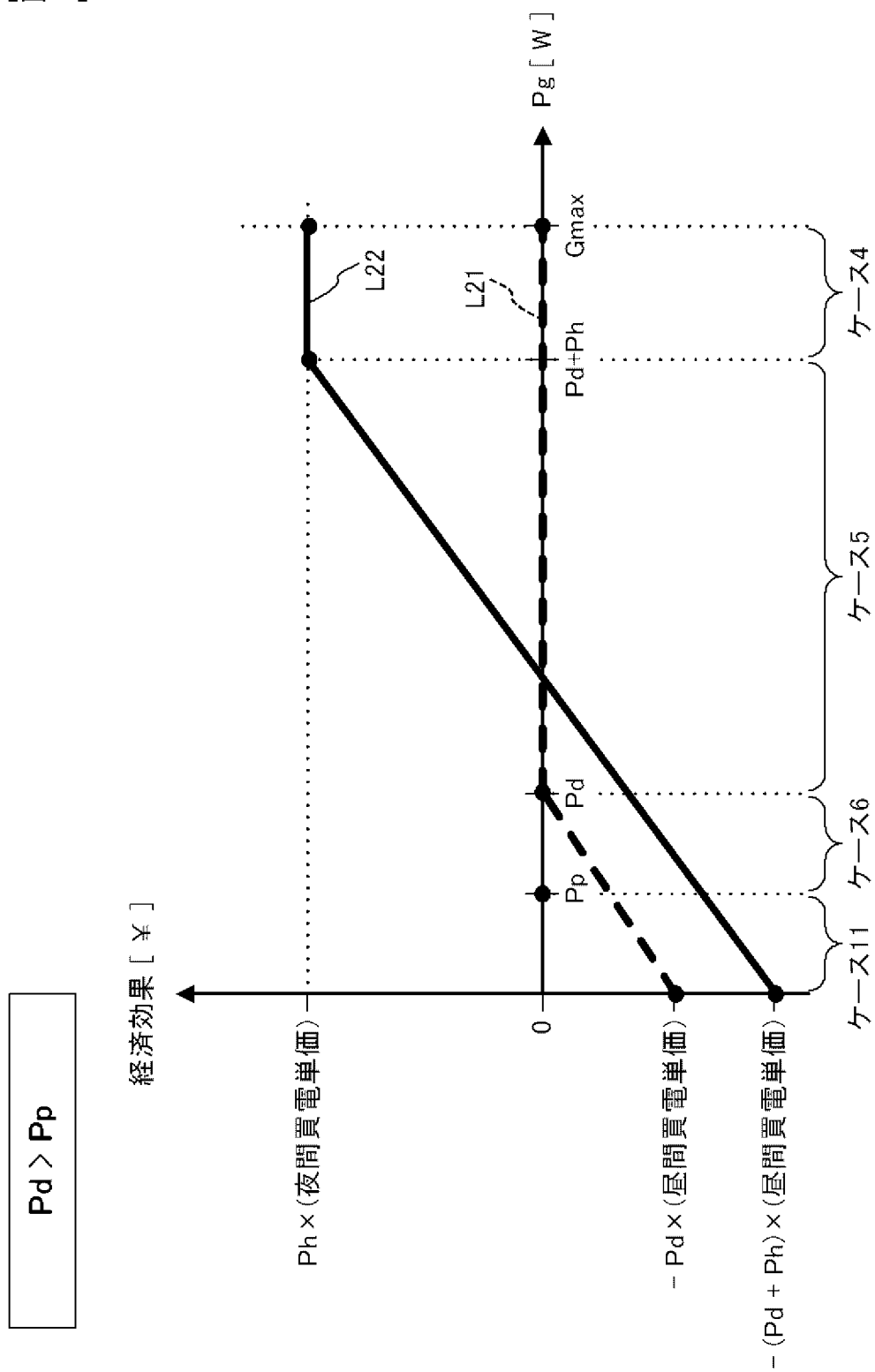
[図16]



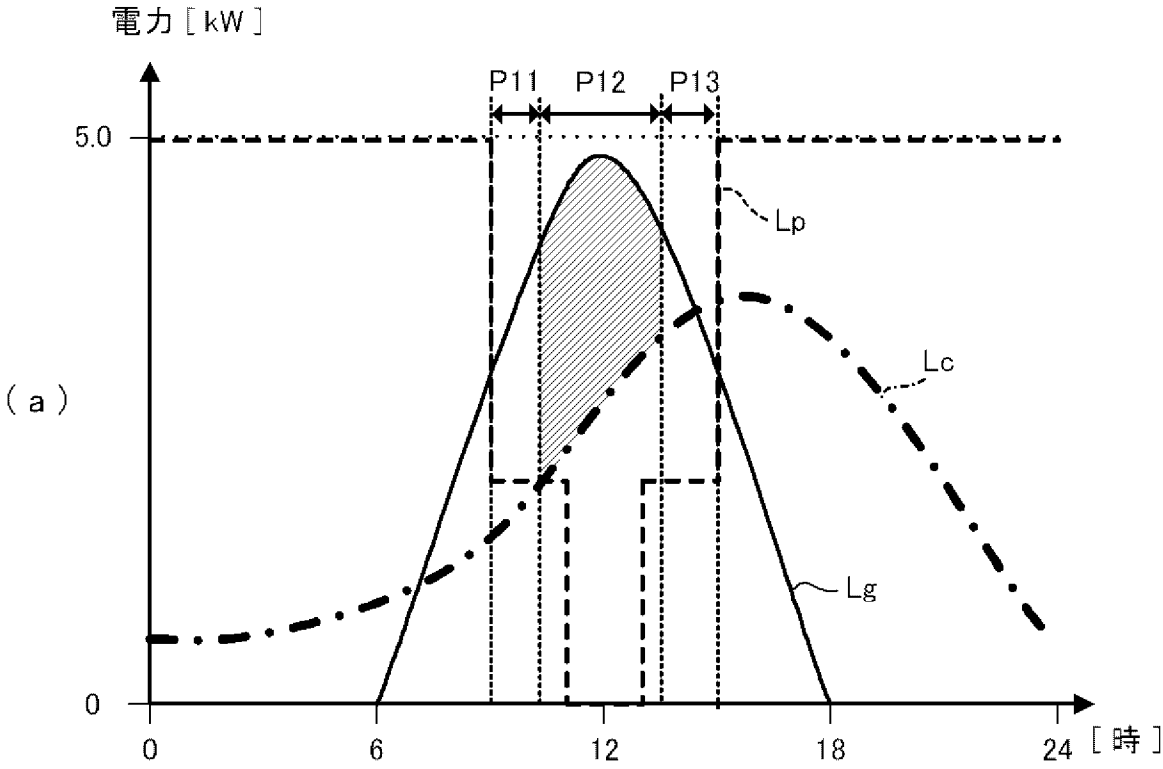
[図17]



[図18]



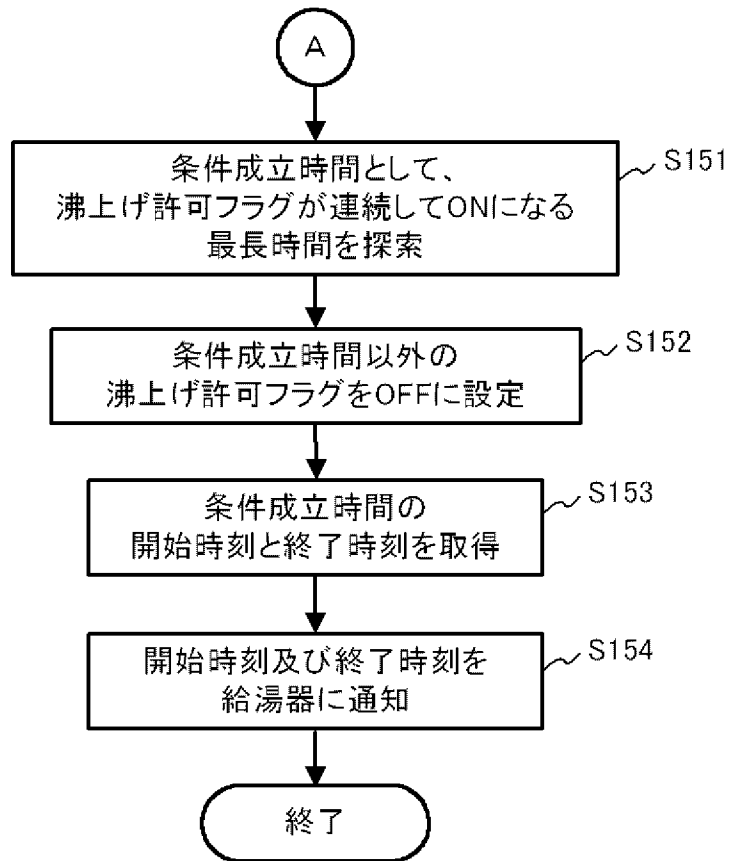
[図19]



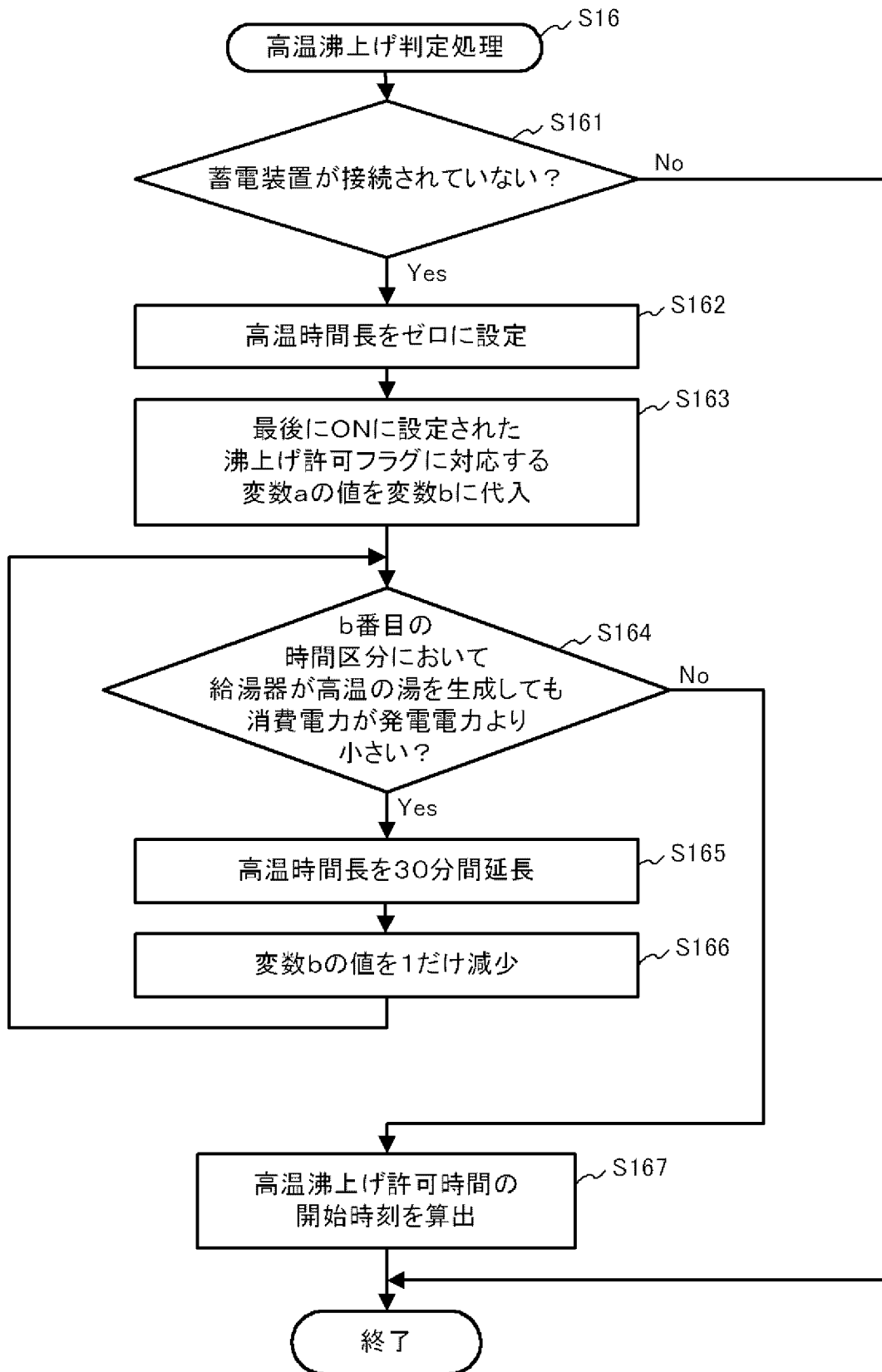
(b)

時刻	0:00 - 0:30	0:30 - 1:00	...	23:30 - 24:00
変数 a の値	1	2	...	48
沸上げ許可フラグ	OFF	OFF	...	OFF

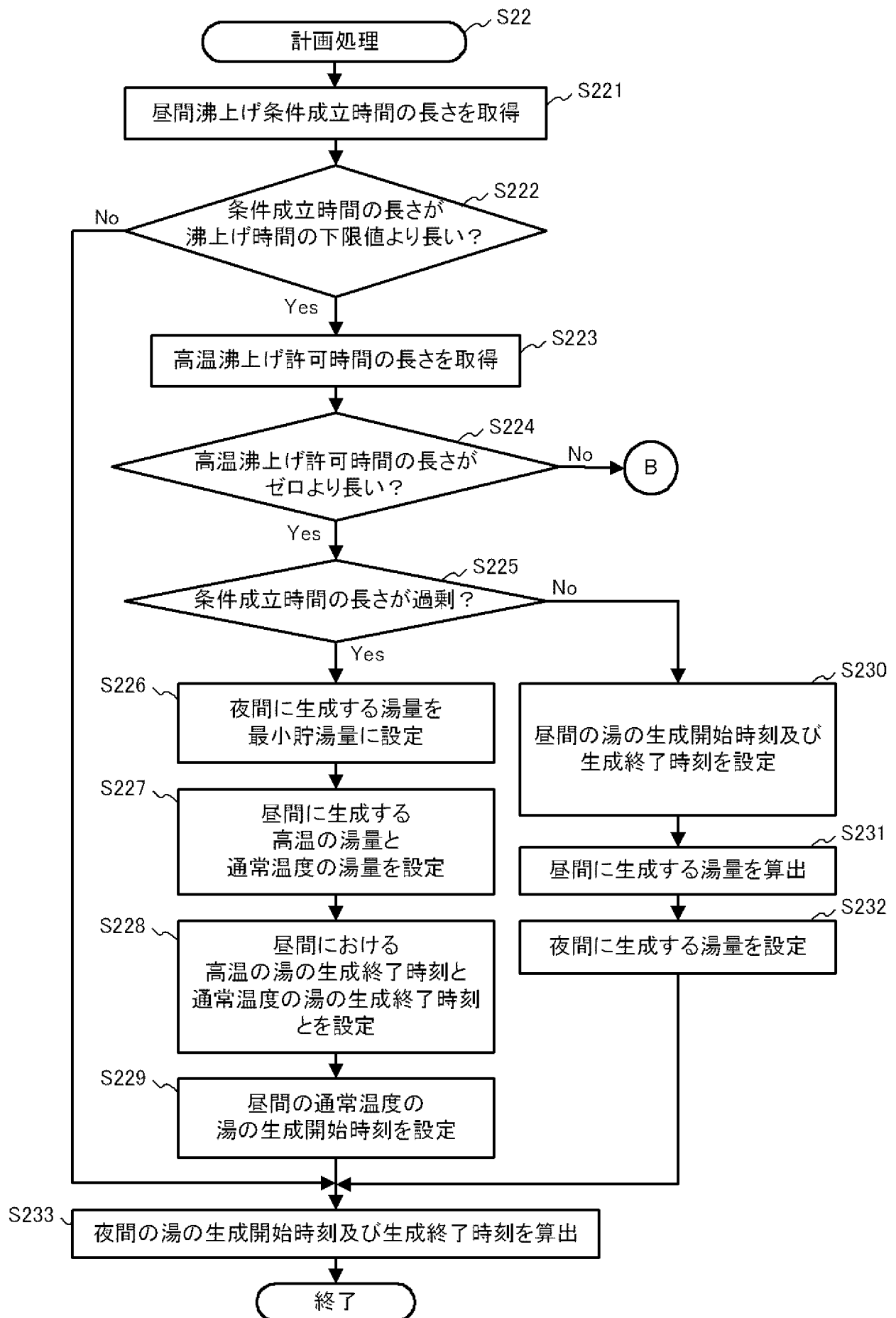
[図20]



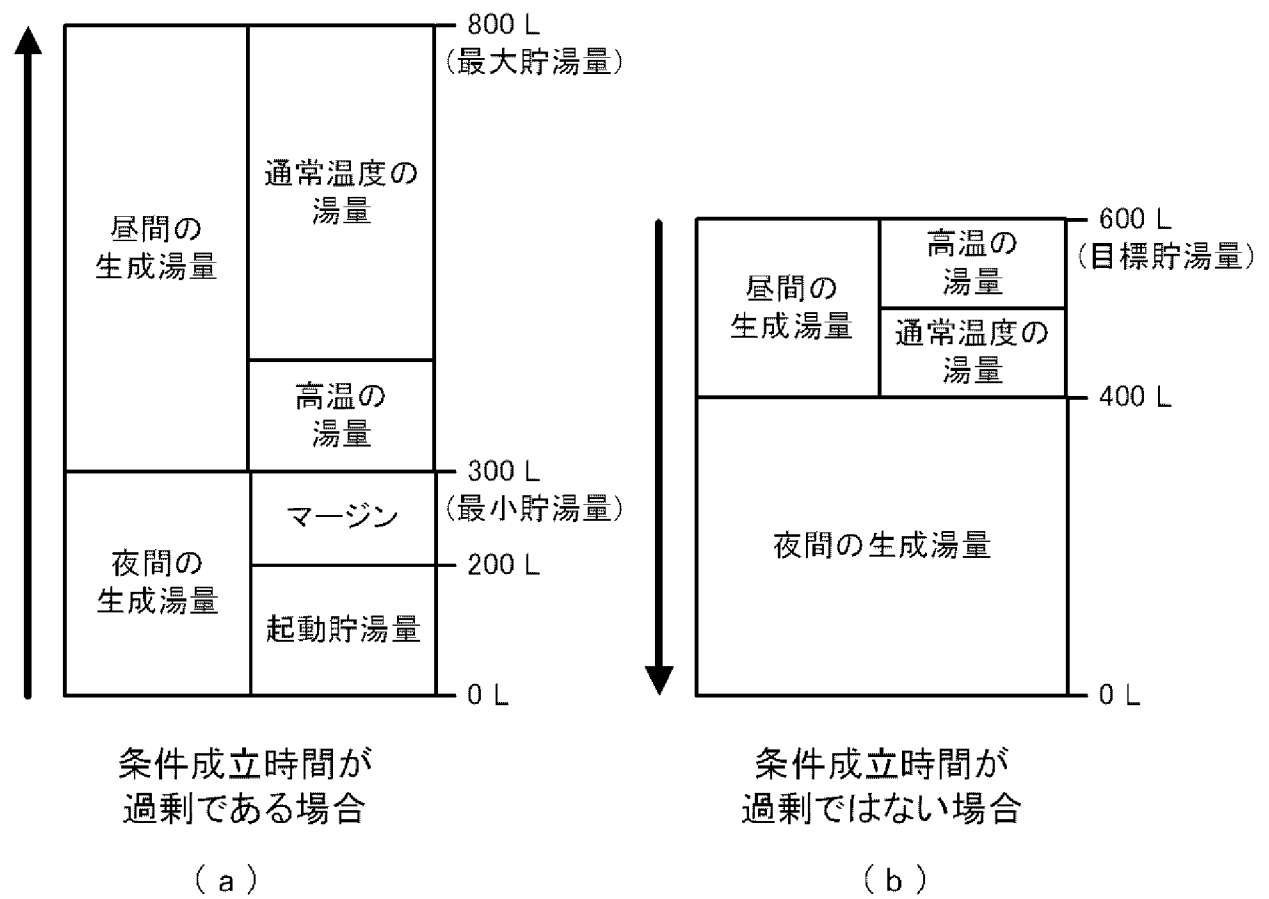
[図21]



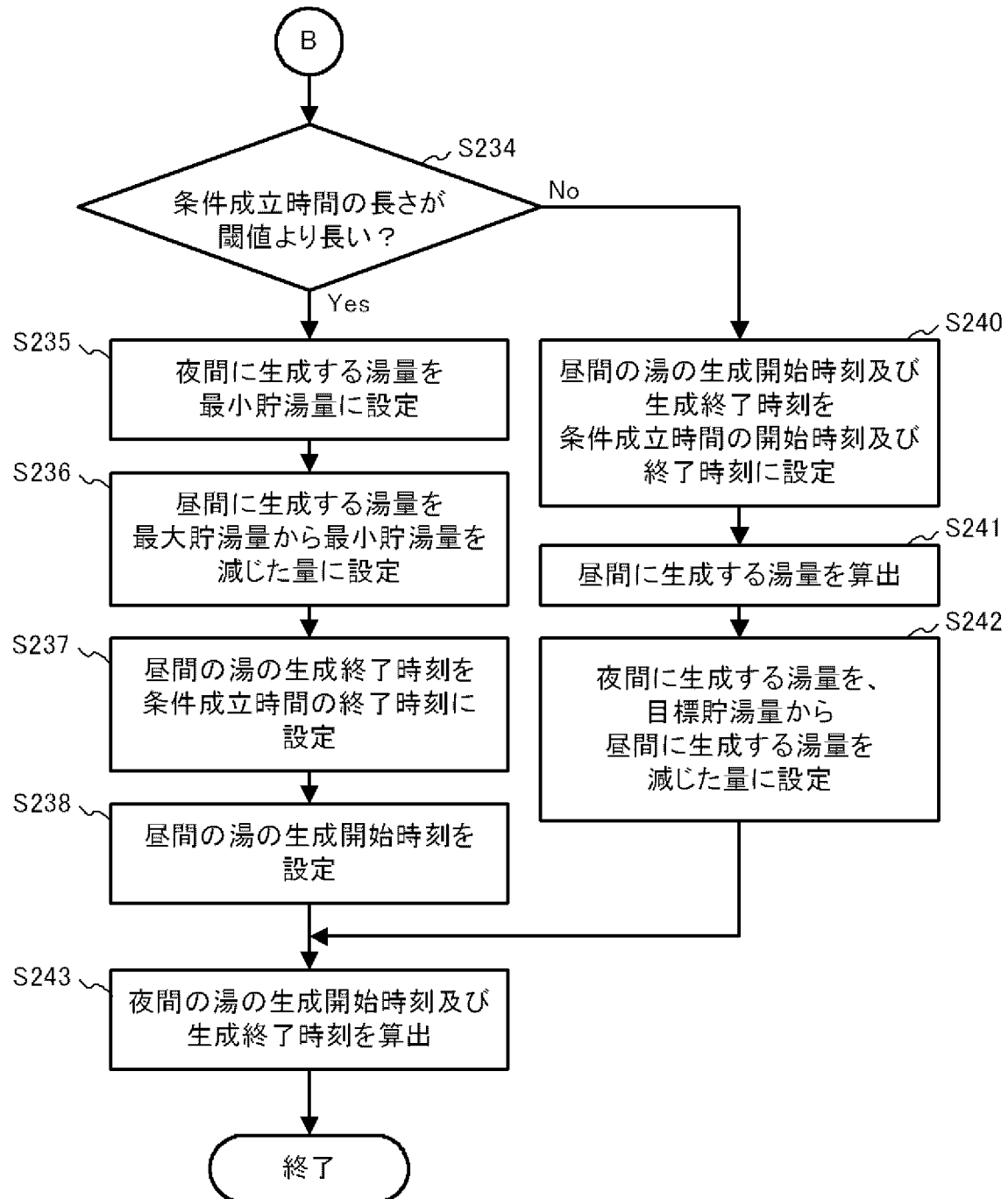
[図22]



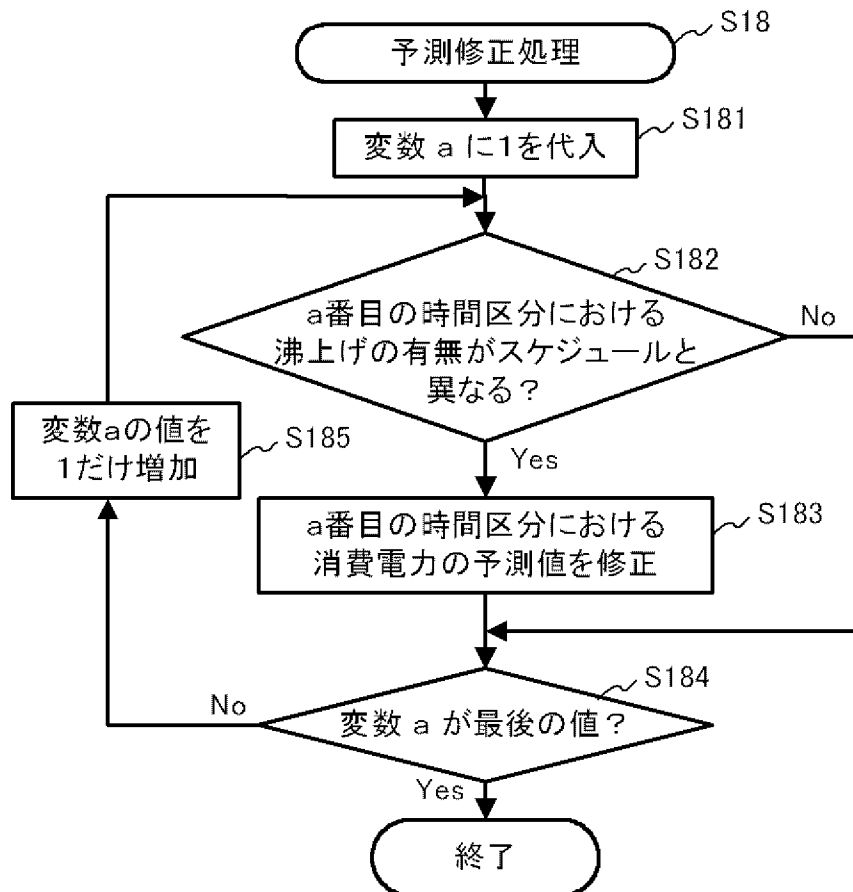
[図23]



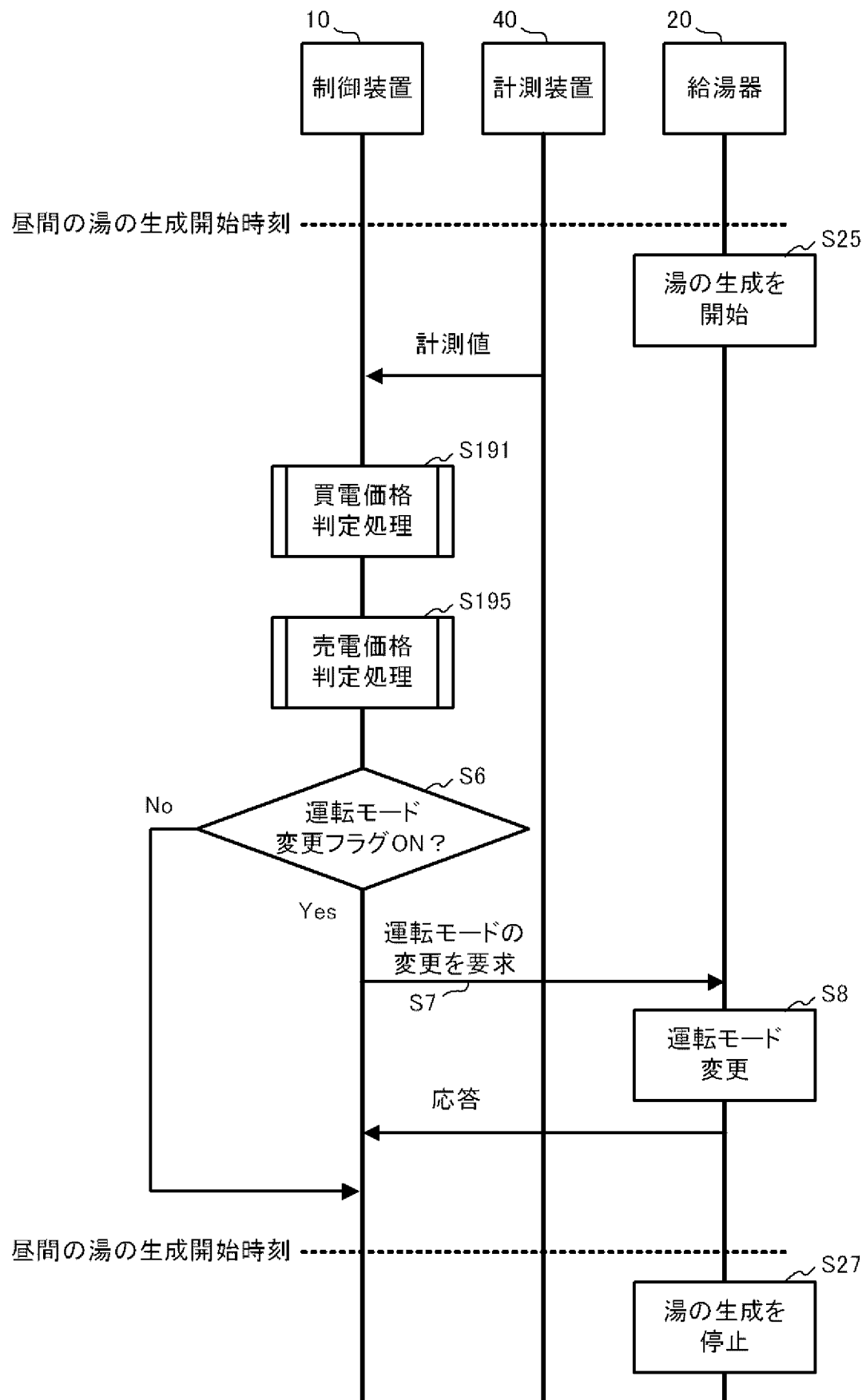
[図24]



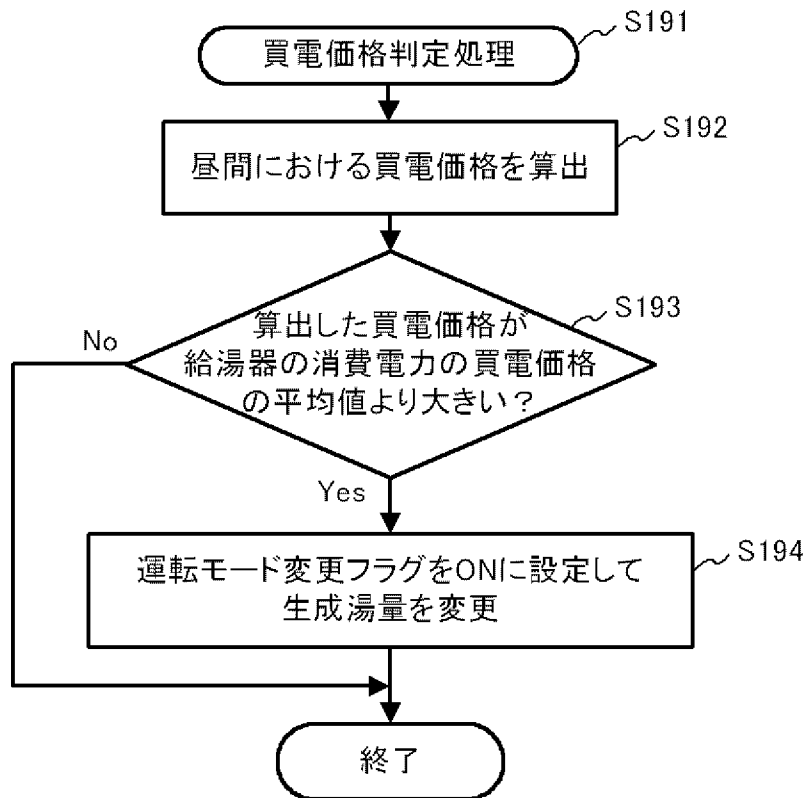
[図25]



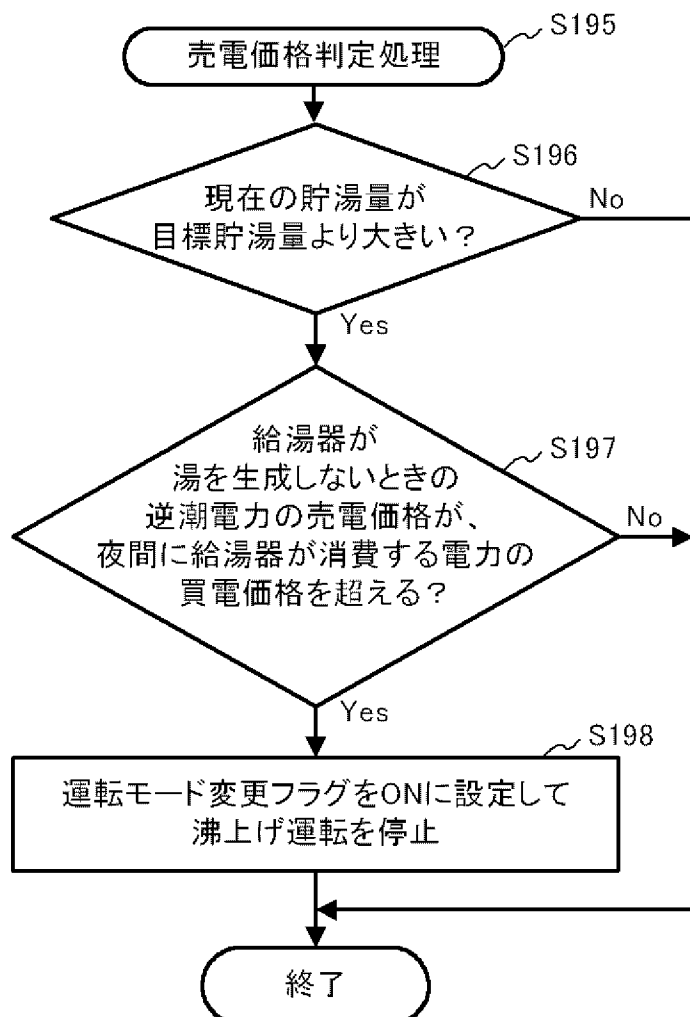
[図26]



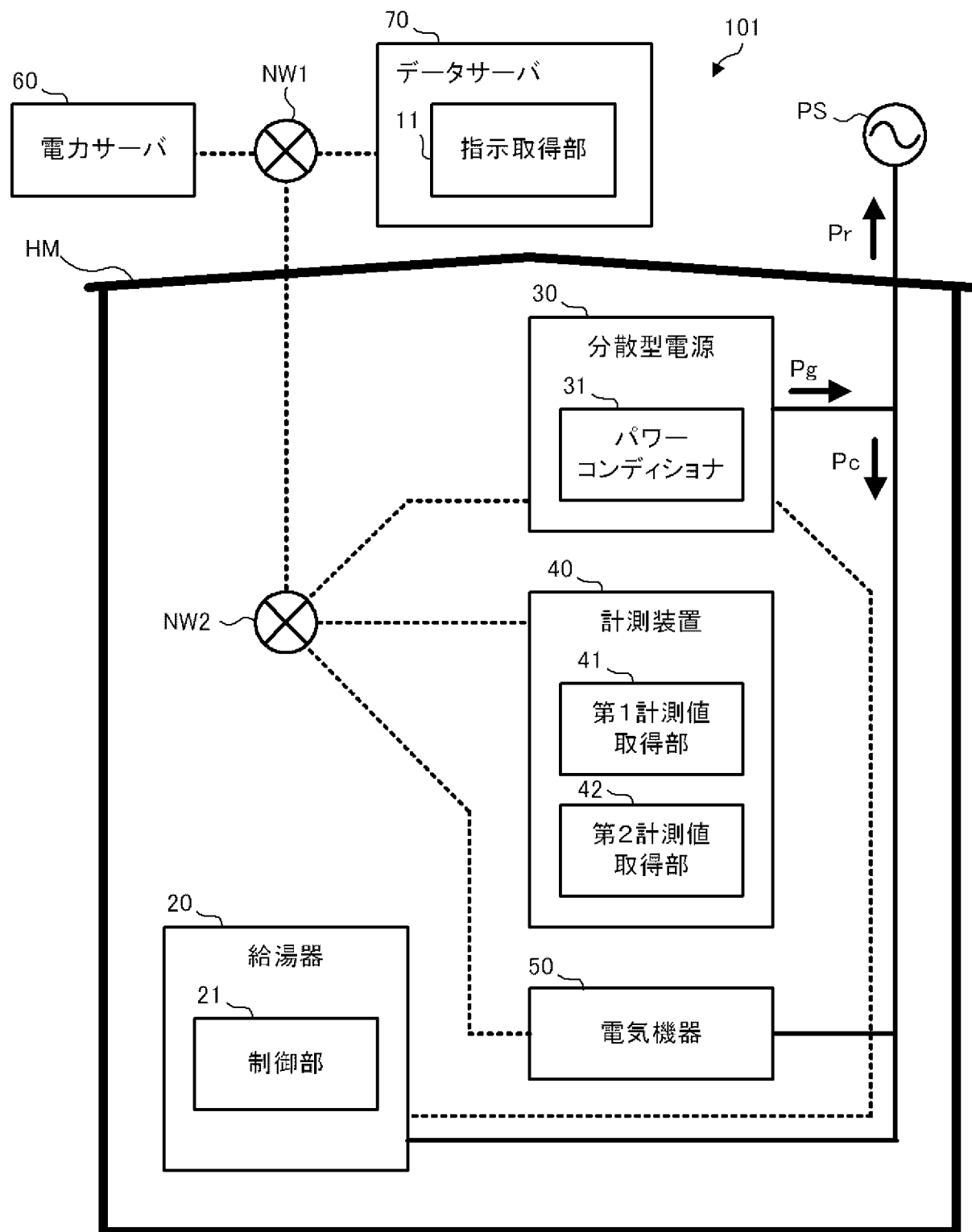
[図27]



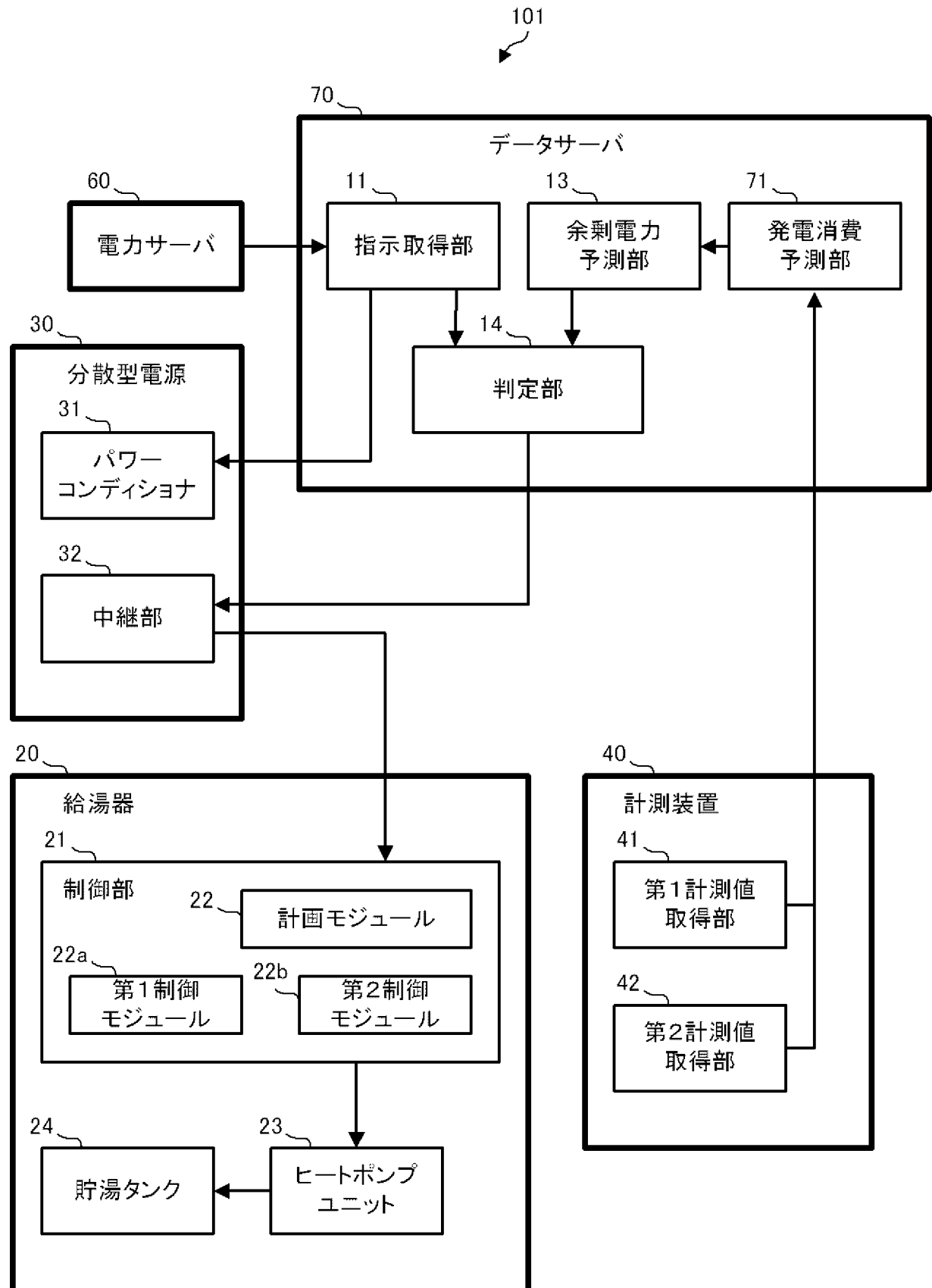
[図28]



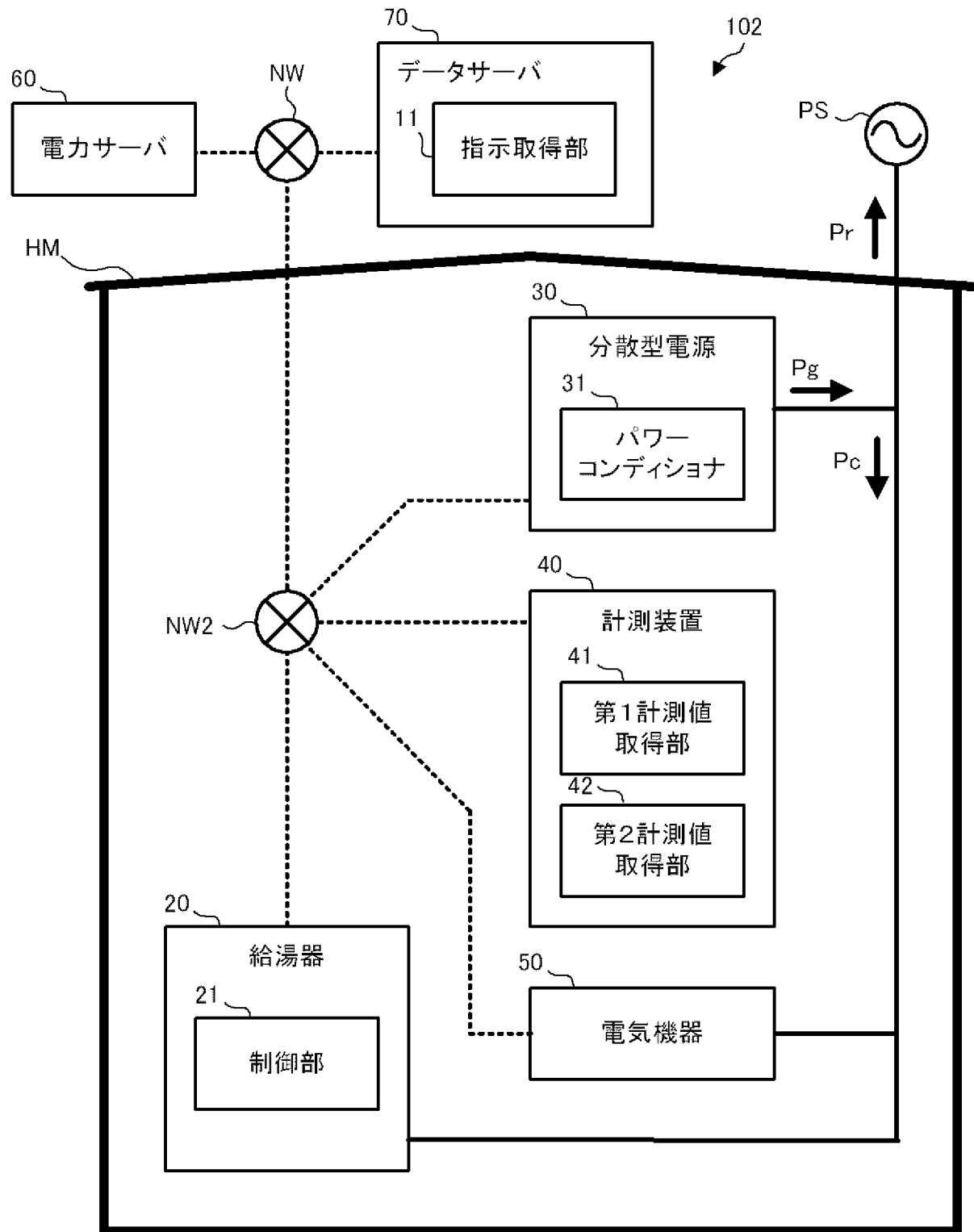
[図29]



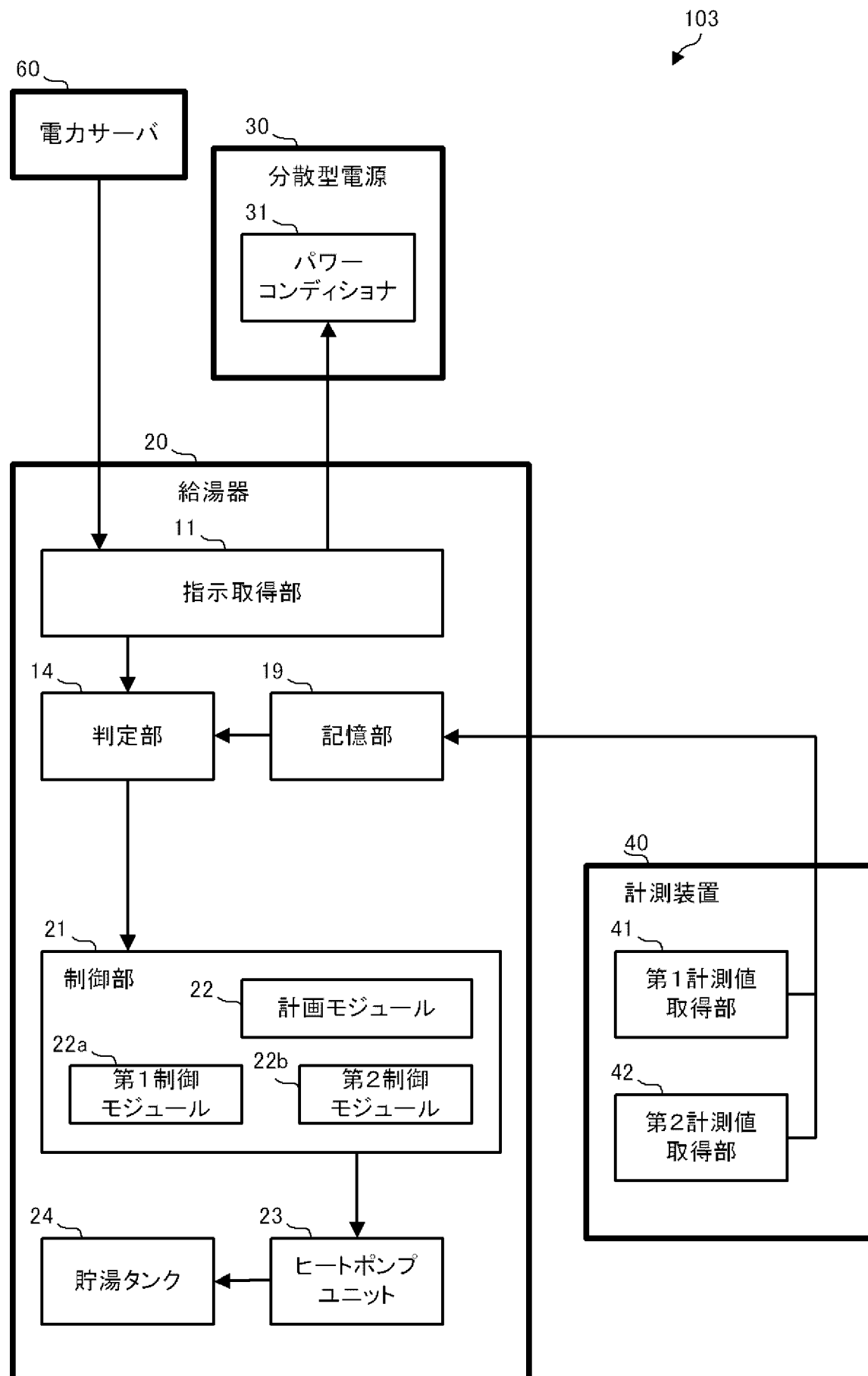
[図30]



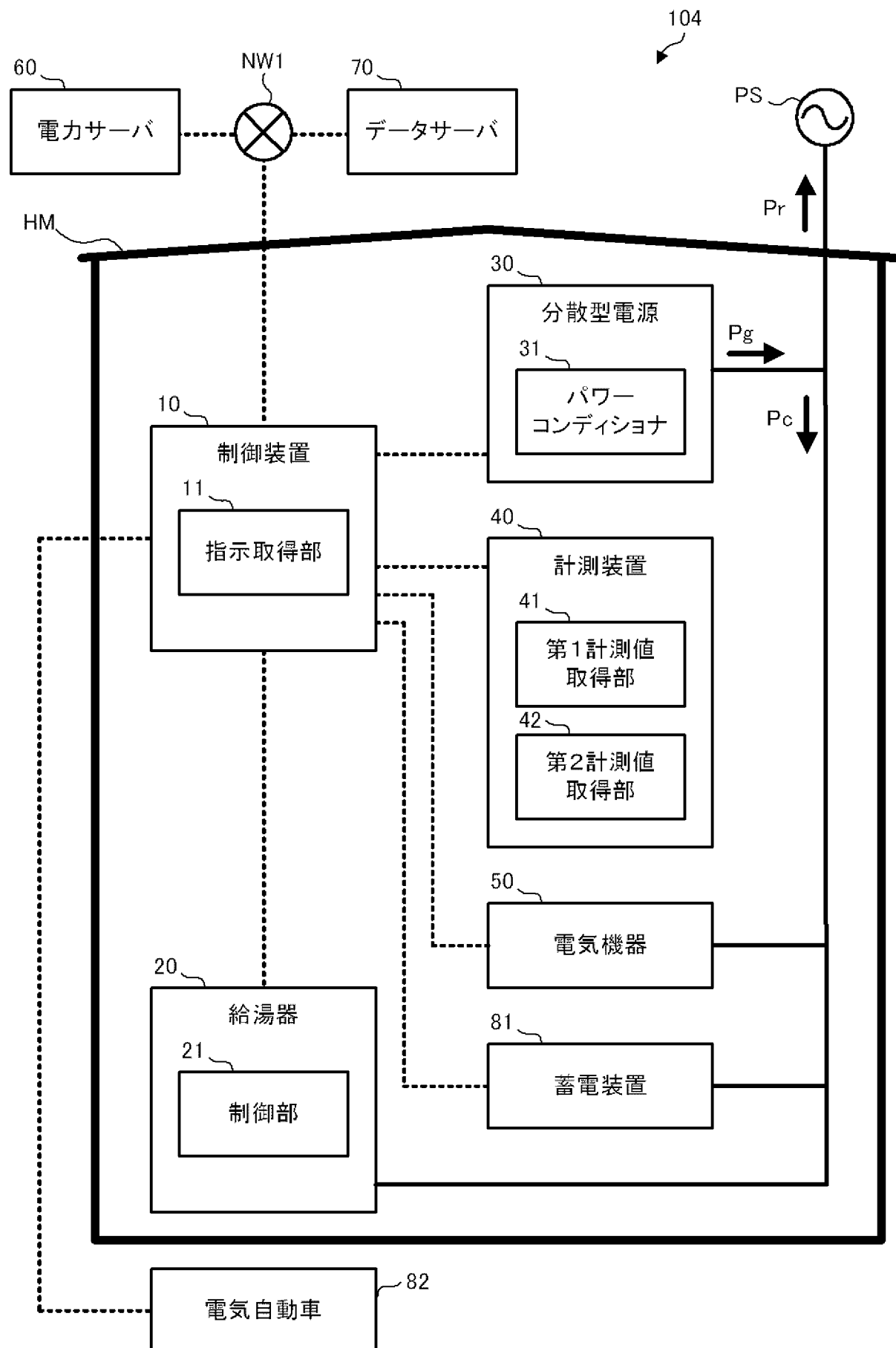
[図31]



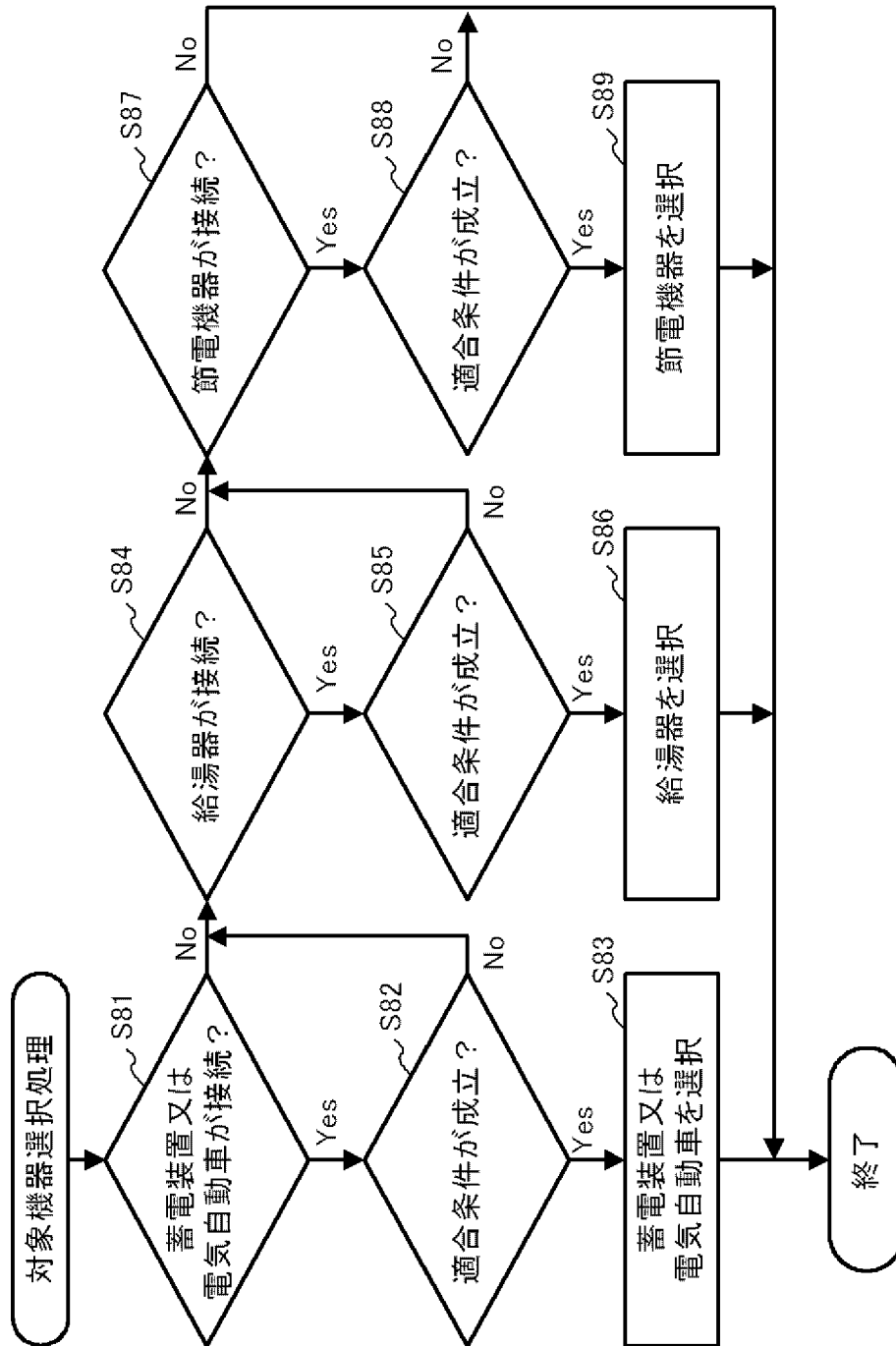
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24H1/00(2006.01)i, F24H1/18(2006.01)i, H02J3/14(2006.01)i, H02J3/32(2006.01)i, H02J3/38(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)

F24H1/00, F24H1/18, H02J3/14, H02J3/32, H02J3/38

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	JP 2013-110917 A (Panasonic Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
Y	JP 2014-122764 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 July 2014 (03.07.2014), paragraphs [0004], [0009] to [0074]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6
Y	JP 2011-4476 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraphs [0014] to [0074]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-6



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

03 February 2016 (03.02.16)

Date of mailing of the international search report

16 February 2016 (16.02.16)

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/JP2015/083223

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 2013-51833 A (Nichicon Corp.), 14 March 2013 (14.03.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2014-166114 A (Noritz Corp.), 08 September 2014 (08.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2013-74704 A (Kyocera Corp.), 22 April 2013 (22.04.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2013-148287 A (Mitsubishi Electric Corp.), 01 August 2013 (01.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F24H1/00(2006.01)i, F24H1/18(2006.01)i, H02J3/14(2006.01)i, H02J3/32(2006.01)i, H02J3/38(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. F24H1/00, F24H1/18, H02J3/14, H02J3/32, H02J3/38

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

国際調査で利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
Y	JP 2013-110917 A（パナソニック株式会社）2013.06.06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 6
Y	JP 2014-122764 A（三菱電機株式会社）2014.07.03, 段落【0004】, 【0009】 - 【0074】、図 1-8（ファミリーなし）	1 - 6
Y	JP 2011-4476 A（東京電力株式会社）2011.01.06, 段落【0014】 - 【0074】、図 1-5（ファミリーなし）	1 - 6

☒ 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 3 . 0 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 2 . 2 0 1 6

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）

渡邊 洋

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 7

3 L

9 3 3 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 2013-51833 A (ニチコン株式会社) 2013. 03. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2014-166114 A (株式会社ノーリツ) 2014. 09. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2013-74704 A (京セラ株式会社) 2013. 04. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6
A	JP 2013-148287 A (三菱電機株式会社) 2013. 08. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 6