

(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29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/109947 A1

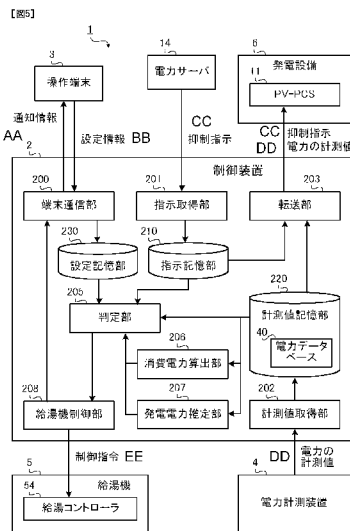
- (51) 国際特許分類:
F24H 1/00 (2006.01) F24H 1/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086274
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小川 雄喜(OGAWA Yuki); 〒1008310 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). 戸田 明宏(TODA Akihiro); 〒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).

[続葉有]

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

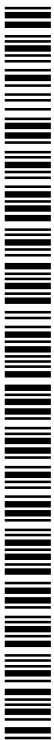
(54) 発明の名称: 制御装置、給湯機の制御方法及びプログラム



- 2 Control device
- 3 Operation terminal
- 4 Power measurement device
- 5 Water heater
- 6 Power generation equipment
- 14 Power server
- 40 Power database
- 54 Hot water supply controller
- 200 Terminal communication unit
- 201 Instruction acquisition unit
- 202 Measured value acquisition unit
- 203 Transfer unit
- 205 Determination unit
- 206 Power consumption calculation unit
- 207 Generated power estimation unit
- 208 Water heater control unit
- 210 Instruction storage unit
- 220 Measured value storage unit
- 230 Setting storage unit
- AA Notification information
- BB Setting information
- CC Suppression instruction
- DD Measured value for power
- EE Control instruction

(57) Abstract: In this control device (2), an instruction acquisition unit (201) acquires an instruction to suppress the supply of power generated by power generation equipment (6) installed in a demand area to a commercial power system during a specific period. When an instruction is acquired by the instruction acquisition unit (201) and a predetermined condition is satisfied during a specific period, a water heater control unit (208) instructs a water heater (5) installed in the demand area to perform boiling operation.

(57) 要約: 制御装置 (2) において、指示取得部 (201) は、需要地に設置された発電設備 (6) による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示を取得する。給湯機制御部 (208) は、指示取得部 (201) によって指示が取得された場合、特定の期間において予め定められた条件が満たされると、需要地に設置された給湯機 (5) に沸上げ運転を指令する。



WO 2017/109947 A1



(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
ロピア (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： 制御装置、給湯機の制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] この発明は、制御装置、給湯機の制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、太陽光及び風力に代表される自然エネルギーを活用する技術が注目されており、自然エネルギーにより発電する発電設備を需要家自身が所有するケースが多くなっている。このような需要家は、発電設備による発電電力を自ら消費することができ、また余剰電力を商用電力系統へ供給して電気事業者に売ることができる。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] ところで、需要家の発電設備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、商用電力系統に対する電力の需要が減少すると共に、太陽光による発電量が増加するため需要家の発電設備から商用電力系統への電力の供給が増加する。

[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期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、発電設備による発電電力の出力を調整して、需要家による商用電力系統への売電を抑制するためのものである。

[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は、逆潮流電力が多く発生する時間帯を予測し、予測した時間帯に、貯湯タンクを備えるヒートポンプ式給湯暖房装置を運転させる技術を開示している。貯湯タンクを備える給湯機の消費電力は一般的に大きいため、特許文献1に開示された技術によれば、逆潮流電力を

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に開示された技術は、上述のような逆潮流を抑制する指示に応じて逆潮流を減少させるものではない。逆潮流の抑制が指示された期間では、発電設備によって発電された電力の出力が抑制されるため、発電ロスが生じる。そのため、逆潮流の抑制が指示された期間における発電ロスを減らし、電力の利用効率を向上させることが求められている。

[0008] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、電力の利用効率を向上させることが可能な制御装置等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明に係る制御装置は、

需要地に設置された発電設備による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示を取得する指示取得手段と、

前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合、前記特定の期間において予め定められた条件が満たされると、前記需要地に設置された給湯機に沸上げ運転を指令する給湯機制御手段と、を備える。

発明の効果

[0010] 本発明は、需要地に設置された発電設備による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示が取得された場合、この特定の期間において予め定められた条件が満たされると、需要地に設置された給湯機に沸上げ運転を指令する。従って、本発明によれば、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]本発明の実施形態に係るエネルギー管理システムの全体構成を示す図である。
- [図2]電力サーバによって配信される抑制指示を説明するための図である。
- [図3]P V抑制時における発電設備からの出力電力の推移を示す図である。
- [図4]制御装置のハードウェア構成を示すブロック図である。
- [図5]制御装置の機能的な構成を示すブロック図である。
- [図6]操作端末に表示される設定画面の一例を示す図である。
- [図7]電力データベースの一例を示す図である。
- [図8]P V抑制時における発電電力と消費電力との関係、及び給湯機が沸上げ運転を実行すべきタイミングを示す図である。
- [図9]P V抑制が実施される日の過去3日間における発電設備からの出力電力量の計測値の推移を示す図である。
- [図10]P V抑制が実施される日の過去3日間における発電設備からの出力電力量の計測値のうちの最大値の推移を示す図である。
- [図11]P V抑制時に操作端末に表示される表示画面の一例を示す図である。
- [図12]エネルギー管理システムにおいて実行される処理の概要を示すシーケンス図である。
- [図13]P V - P C Sの出力抑制処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図14]制御装置によって実行されるP V抑制判定処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図15]給湯機に沸上げ運転を指令する条件に用いられる2つの閾値を示す図である。
- [図16]変形例に係るエネルギー管理システムの全体構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付す。

[0013] 図1に、本発明の実施形態に係るエネルギー管理システム1の全体構成を示す。エネルギー管理システム1は、一般家庭で使用される電力の管理を行う、いわゆるHEMS (Home Energy Management System) と呼ばれるシステムである。エネルギー管理システム1は、制御装置2と、操作端末3と、電力計測装置4と、給湯機5と、発電設備6と、を備える。また、制御装置2は、広域ネットワークNを介して電力サーバ14及びデータサーバ13と接続されている。

[0014] 制御装置2は、電力の需要地(消費地)である家屋H内の適切な場所に設置され、この家屋Hにおいて消費される電力を監視し、操作端末3を介して電力の消費状況を表示する。また、制御装置2は、給湯機5及び複数の機器7(機器7-1, 7-2, ...)の動作を制御し、またこれらの動作状態を監視する。制御装置2の詳細については後述する。

[0015] 操作端末3(ユーザインタフェース装置)は、例えば、スマートフォン、タブレット端末、リモコン、携帯電話又はノート型パソコン等の携帯機器である。操作端末3は、押しボタン、タッチパネル又はタッチパッド等の入力デバイスと、有機EL(Electro-Luminescence)ディスプレイ又は液晶ディスプレイ等の表示デバイスと、通信インタフェースとを備える。操作端末3は、制御装置2と、Wi-Fi(登録商標)、Wi-SUN(登録商標)又は有線LAN(Local Area Network)等、周知の通信規格に則った通信を行う。操作端末3は、ユーザからの操作を受け付け、受け付けた操作内容を示す情報を制御装置2に送信する。また、操作端末3は、制御装置2から送信された、ユーザに提示するための情報を受信し、受信した情報を表示する。このように、操作端末3は、ユーザとのインタフェース(ユーザインタフェース)としての役割を担う。

[0016] 電力計測装置4は、家屋Hに配設された電力線D1~D3のそれぞれを送電される電力の値を計測する。電力線D1は、商用電力系統8と分電盤9との間に配設され、電力線D2は、発電設備6と分電盤9との間に配設され、

電力線D 3は、分電盤9と給湯機5との間に配設されている。電力計測装置4は、電力線D 1～D 3にそれぞれ接続されたC T (Current Transformer) 1～C T 3の各々と通信線を介して接続される。C T 1～C T 3は、交流電流を計測するセンサである。

[0017] 電力線D 1に配設されたC T 1は、商用電力系統8から家屋Hに供給される電力P bを計測する。この電力P bは、家屋Hにおいて電力を需要する需要家が電気事業者から買った電力(買電電力)に相当する。電力線D 2に配設されたC T 2は、発電設備6から分電盤9に出力される電力P gを計測する。この電力P gは、発電設備6によって発電された電力であって、家屋H内に供給され、家屋H内で使用可能な電力に相当する。電力線D 3に配設されたC T 3は、分電盤9から給湯機5に供給される電力P eを計測する。この電力P eは、給湯機5において消費される電力に相当する。

[0018] なお、C T 1によって計測される電力P bとC T 2によって計測される電力P gとの和は、定置型の蓄電池又は電気自動車等の蓄電設備が設置されていない場合には、電力の需要地である家屋Hの総消費電力に相当する。すなわち、家屋Hの総消費電力をP cと表すと、 $P c = P b + P g$ の関係式が成立する。なお、家屋Hの総消費電力という場合、家屋Hの敷地において消費される電力も含むものとして説明する。以下では、総消費電力を、単に「消費電力」ともいう。

[0019] 発電設備6から出力される電力P gが、家屋Hの総消費電力P cを超えると、家屋Hでは余剰電力が生じる。余剰電力が生じると、家屋Hの需要家は、余剰電力を逆潮流電力として商用電力系統8へ供給することで、電気事業者に電力を売る(売電する)ことができる。このように、家屋Hから商用電力系統8へ電力が供給されることで電力が需要家側から電気事業者側へ戻ることを、「逆潮流」という。逆潮流が生じている間は、C T 1によって計測される電力線D 1の電力P bは、負の値になる。

[0020] 電力計測装置4は、いずれも図示しないが、C P U、R O M、R A M、通信インタフェース及び読み書き可能な不揮発性の半導体メモリ等を備える。

また、電力計測装置 4 は、無線通信インタフェースを備え、家屋 H 内に構築された無線ネットワークを介して、制御装置 2 と通信する。この無線ネットワークは、例えば、エコーネットライト (ECHONET Lite) に準じたネットワークである。なお、電力計測装置 4 は、外付けの通信アダプタ (図示せず) を介して、この無線ネットワークに接続される仕様であってもよい。

[0021] 電力計測装置 4 は、制御装置 2 からの要求に応答して、計測によって得られた電力線 D 1 ~ D 3 を送電される電力を計測値として格納した計測データを生成し、制御装置 2 に送信する。送信される計測データには、電力計測装置 4 の機器アドレス、電力線の ID 及び計測時刻等も格納されている。なお、電力計測装置 4 は、制御装置 2 からの要求に応答して、電力線 D 1 ~ D 3 の各計測値を一括して格納した計測データを生成して制御装置 2 に送信してもよい。

[0022] 機器 7 (機器 7-1, 7-2, ...) は、例えば、エアコン、照明器、床暖房システム、冷蔵庫、IH (Induction Heating) 調理器又はテレビ等の電気機器である。機器 7-1, 7-2, ... は、家屋 H (その敷地も含む) 内に設置され、分電盤 9 により分岐された電力線 D 4, D 5, ... を介して、商用電力系統 8 及び発電設備 6 と電氣的に接続されている。

[0023] 各機器 7 は、無線通信インタフェースを備え、家屋 H 内に構築された前述の無線ネットワークを介して、制御装置 2 と通信する。なお、各機器 7 は、外付けの通信アダプタ (図示せず) を介して、この無線ネットワークに接続される仕様であってもよい。各機器 7 は、制御装置 2 からの要求に応答して、機器 ID (Identification) と現在時刻と現在の運転状態を示す情報とを格納したデータ (運転状態データ) を、無線ネットワークを介して制御装置 2 に送信する。

[0024] 給湯機 5 は、ヒートポンプユニット 50 とタンクユニット 51 とを備える貯湯式の給湯機である。ヒートポンプユニット 50 とタンクユニット 51 とは、湯水が流れる配管 52 で接続されている。給湯機 5 は、分電盤 9 により分岐された電力線 D 3 を介して、商用電力系統 8 及び発電設備 6 と電氣的に

接続されている。以下、給湯機 5 について説明する。

[0025] 《ヒートポンプユニット 5 0》

給湯機 5 のヒートポンプユニット 5 0 は、いずれも図示しないが、圧縮機、第 1 の熱交換器、膨張弁、第 2 の熱交換器、送風機及び制御基板等を備える。圧縮機、第 1 の熱交換器、膨張弁及び第 2 の熱交換器は、環状に接続され、冷媒を循環させるための冷凍サイクル回路が形成されている。冷凍サイクル回路は、冷媒回路ともいう。

[0026] 圧縮機は、冷媒を圧縮して温度及び圧力を上昇させる。圧縮機は、駆動周波数に応じて容量（単位当たりの送り出し量）を変化させることができるインバータ回路を備える。圧縮機は、制御基板からの指示に従って上記の容量を変更する。

[0027] 第 1 の熱交換器は、市水を目標の沸上げ温度まで昇温加熱するための加熱源である。沸上げ温度は、貯湯温度ともいう。第 1 の熱交換器は、プレート式又は二重管式等の熱交換器であり、冷媒と水（低温水）との間の熱交換を行う。第 1 の熱交換器における熱交換により、冷媒は放熱し、水は吸熱して温度が上昇する。

[0028] 膨張弁は、冷媒を膨張させて温度及び圧力を下降させる。膨張弁は、制御基板からの指示に従って弁開度を変更する。

[0029] 第 2 の熱交換器は、送風機により送られてきた外気と冷媒との間の熱交換を行う。第 2 の熱交換器における熱交換により冷媒は吸熱し、外気は放熱して温度が下降する。

[0030] 制御基板は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、通信インタフェース及び読み書き可能な不揮発性の半導体メモリ等を備える。制御基板は、圧縮機、膨張弁及び送風機のそれぞれと通信線を介して通信可能に接続し、これらの動作を制御する。また、制御基板は、図示しない通信線を介してタンクユニット 5 1 の後述する給湯コントローラ 5 4 と通信可能に接続する。

[0031] 《タンクユニット 5 1》

タンクユニット51は、貯湯タンク53、給湯コントローラ54及び混合弁56等を備える。これらの構成部品は、金属製の外装ケース内に収められている。

[0032] 貯湯タンク53は、ステンレス等の金属又は樹脂等で形成されている。貯湯タンク53の外側には断熱材（図示せず）が配置されている。これにより、貯湯タンク53内で、高温の湯（以下、高温水という。）を長時間に亘って保温することができる。

[0033] 給湯コントローラ54は、いずれも図示しないが、CPU、ROM、RAM、通信インタフェース及び読み書き可能な不揮発性の半導体メモリ等を備え、給湯機5を統括的に制御する。給湯コントローラ54は、ヒートポンプユニット50の制御基板と図示しない通信線を介して通信可能に接続する。また、給湯コントローラ54は、通信線59を介してリモコン55と通信可能に接続する。さらに、給湯コントローラ54は、家屋H内に構築された前述の無線ネットワークを介して、制御装置2と通信可能に接続する。

[0034] <<リモコン55>>

リモコン55は、給湯機5の運転状態及び貯湯状態等を表示してユーザに提示するための端末装置である。リモコン55は、家屋Hにおける浴室に設置され、ユーザから沸上げ又は給湯等に関する操作入力を受け付ける。

[0035] リモコン55は、いずれも図示しないが、CPU、ROM、RAM、読み書き可能な不揮発性の半導体メモリ、押しボタン、タッチパネル又はタッチパッド等の入力デバイス、有機ELディスプレイ又は液晶ディスプレイ等の表示デバイス、及び、通信インタフェース等を備える。

[0036] <<沸上げ動作>>

沸上げ動作（沸上げ運転）の開始時には、貯湯タンク53内の高温水は消費されており、貯湯タンク53の下部には市水の温度に近い低温水が貯留している。図示しないポンプを作動させることで、この低温水がヒートポンプユニット50の上述した第1の熱交換器へ入水され、冷媒との熱交換により昇温し、高温水となる。この高温水は貯湯タンク53の上部に戻され、貯湯

タンク53内では、上部に高温水、下部に低温水が滞留して温度成層が形成され、高温水と低温水との間には温度境界層が生成される。

[0037] 沸上げ量が増えて、高温水の領域が大きくなると貯湯タンク53の下部に温度境界層が近づき、第1の熱交換器へ入水する水の温度（入水温度）が次第に上昇する。

[0038] <<給湯動作>>

貯湯タンク53の上部には出湯管が接続されており、貯湯タンク53からこの出湯管を介して出湯した高温水が、混合弁56にて市水と混合される。これにより、ユーザが所望する温度（例えば40℃）の湯水となって、例えば浴室に配設されたシャワー57又は蛇口58等の給湯端末に供給される。このとき、貯湯タンク53では、上部から流出した高温水の体積分、水道圧により、下部に接続された給水管（図示せず）から市水が供給される。これにより、貯湯タンク53内では温度境界層が上方へ移動する。高温水が少なくなると、給湯機5は、追加沸上げを行う。

[0039] 続いて、発電設備6の説明に移る。発電設備6は、家屋Hに設置され、自然エネルギーである太陽光によって発電する設備である。商用電力系統8が家屋Hを含む不特定多数の需要地に電力を供給するのに対して、発電設備6は、特定の需要地の需要家によって所有され、特定の需要地である家屋Hに電力を供給する設備である。このような発電設備6は、分散型電源ともいう。

[0040] 発電設備6は、太陽光発電（PV: Photovoltaic）するPVパネル10と、パワーコンディショニングシステムであるPV-PCS11と、を備える。PVパネル10は、例えば多結晶シリコン型のソーラーパネルである。PVパネル10は、家屋Hの屋根の上に設置され、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換することで太陽光発電する。

[0041] PV-PCS11は、PVパネル10において発電された電力の供給を受け、供給された電力を、電力線D2を介して分電盤9に出力する。その際、PV-PCS11は、PVパネル10から供給された電力を、家屋H内で使

用できるように、直流電力から交流電力に規定の変換効率で変換して出力する。

[0042] PV-PCS 11は、いずれも図示しないが、CPU、ROM、RAM、通信インタフェース及び読み書き可能な不揮発性の半導体メモリ等を備える。また、PV-PCS 11は、家屋H内に構築された前述の無線ネットワークを介して、制御装置2と通信する。なお、PV-PCS 11は、外付けの通信アダプタ（図示せず）を介して、この無線ネットワークに接続される仕様であってもよい。PV-PCS 11は、PV抑制の指示、及び、電力計測装置4によって計測された各電力線D1～D3を送電される電力Pb, Pg, Peの計測値等を、制御装置2から無線ネットワークを介して取得する。

[0043] ルータ12は、広域ネットワークNを介してデータサーバ13及び電力サーバ14と通信することができる装置であって、例えばブロードバンドルータである。制御装置2は、ルータ12を介して、データサーバ13及び電力サーバ14と通信する。

[0044] データサーバ13は、制御装置2と連携してエネルギー管理システム1を機能させるためのサーバであって、例えばクラウドコンピューティングにおけるリソースを提供するサーバである。データサーバ13は、制御装置2の動作に必要なデータを記憶する。データサーバ13は、例えば、電力計測装置4による計測結果、制御装置2によって収集された給湯器5及び機器7の運転状態、及び、その運転状態で消費される電力等を、制御装置2を介して取得して蓄積する。さらに、データサーバ13は、商用電力系統8からの電力の買電単価、及び、商用電力系統8への逆潮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13は、制御装置2からの要求に応じて、データを制御装置2に提供する。

[0045] 電力サーバ14は、商用電力系統8によって各需要家に商用電源を提供する電気事業者によって運営されるサーバである。電力サーバ14は、各需要家の需要地に設置された制御装置2と、広域ネットワークNを介して通信可能に接続されている。

[0046] 電力サーバ14は、特定の条件が満たされた場合に、発電設備6を所有する各需要家に対して、特定の期間における各需要家の発電設備6から商用電力系統8への電力の供給、すなわち逆潮流を抑制する指示を配信する。このように逆潮流を抑制する理由は、需要家から商用電力系統8へ多くの電力が供給されすぎて、商用電力系統8の需給バランスが崩れることを防止するためである。以下では、電力サーバ14によって配信される逆潮流を抑制する指示を「抑制指示」といい、発電設備6の出力を制御して逆潮流を抑制することを「PV抑制」という。PV抑制は、出力抑制又は出力制御等ともいう。

[0047] 具体的に説明すると、電力サーバ14は、各需要家の発電設備6が設置された場所における天気予報、日射量及び日照時間等の気象情報を気象事業者から取得し、PV抑制のスケジュールを作成する。そして、電力サーバ14は、作成したスケジュールに従って、PV抑制を実施する日の前日までに、抑制指示を各需要家へ配信する。PV抑制の実施期間は、通常、商用電力系統8の需給状況に対して発電設備6による発電電力が過剰となる期間、例えば多くの日射量が見込まれる晴天時の昼間の時間帯である。なお、PV抑制を実施する必要がない日には、電力サーバ14は、抑制指示を配信しない。

[0048] 電力サーバ14によって配信される抑制指示は、PV抑制を実施する特定の期間を示す時間情報と、PV抑制時における発電設備6の出力制限の指令値を示す指令値情報と、を含んでいる。具体的に説明すると、抑制指示は、PV抑制を実施する特定の期間として、特定の日における特定の時間帯、すなわちPV抑制を実施する年月日と時刻（開始時刻及び終了時刻）との情報を指定する。

[0049] また、抑制指示は、PV抑制時における発電設備6の出力制限の指令値として、発電設備6のPV-PCS11から家屋Hの分電盤9へ出力される電力の、発電設備6の定格電力に対する割合（%）を指定する。ここで、発電設備6の定格電力とは、発電設備6が適正な条件の下で安全に出力可能な最大の電力を意味し、具体的にはPVパネル10の定格容量とPV-PCS1

1の定格容量とのうちの小さい方に相当する。

[0050] 図2に、電力サーバ14によって配信される抑制指示の具体例を示す。図2中の実線L_aは、PV抑制が指示されなかった場合における発電設備6による発電電力の推移を表しており、日射量が多くなる正午をピークとして昼間に大きな値を示す。これに対して、図2中の破線L_pは、抑制指示によって指定される発電設備6の出力制限の指令値の推移を表している。

[0051] 図2の例では、9時から11時まで及び13時から15時までの時間帯で、発電設備6から出力される電力を発電設備6の定格電力の40%（例えば5.0kWの定格電力に対して2.0kW）に抑制することが指定されている。また、11時から13時までの時間帯で、発電設備6から出力される電力を発電設備6の定格電力の0%に抑制する、すなわち発電設備6によって発電された電力を全く出力しないことが指定されている。言い換えると、指令値が100%未満となる9時から15時までの時間帯において、発電設備6から出力される電力は抑制される。これに対して、指令値は100%となる0時から9時まで及び15時から24時までの時間帯では、発電設備6から出力される電力は実質的に抑制されない。

[0052] 抑制指示は、PV抑制のスケジュールを例えば30分単位で指定し、また、発電設備6の出力の指令値を例えば1%単位で指定する。なお、抑制指示は、指令値を、発電設備6の定格電力に対する割合の代わりに、電力の単位（例えばkW単位）で指定してもよい。例えば図2に示したように、40%の指令値が2.0kWの出力電力に対応し、0%の制限値が0kWの出力電力に対応する場合、抑制指示は、発電設備6から出力される電力の指令値として、2.0kW及び0kWのように指定してもよい。

[0053] 以下では、指令値を電力の単位で表した値を、「制限値」という。制限値は、指令値が割合で指定された場合には、発電設備6の定格電力に指令値を乗じた値に相当し、指令値が電力で指定された場合には、指令値そのものに相当する。また、制限値に時間を乗じることで、制限値を電力量の単位Whで表すこともできる。例えば、制限値に、PV抑制のスケジュールの単位で

ある30分の時間を乗じることで電力量の単位で表した値を、「制限量」又は「抑制量」等という。

[0054] 制御装置2は、電力サーバ14によって配信された抑制指示を取得し、取得した抑制指示を、発電設備6のPV-PCS11へ転送する。PV-PCS11は、制御装置2から転送された抑制指示を取得すると、抑制指示によって指定されたPV抑制の実施期間において、発電設備6の定格値に対する発電設備6からの出力電力の割合が、指示された制限値を超えないように、出力電力を調整する。出力電力の調整の方法として、PV-PCS11は、進相位相制御を実行する。具体的に説明すると、PV-PCS11は、PV抑制の実施期間において、電流の位相を電圧の位相からずらすことで、PV-PCS11から出力される有効電力を減少させる。

[0055] 図3に、PV抑制時における発電設備6からの出力電力の推移を示す。図3中の一点鎖線 L_c は、家屋Hの総消費電力の推移を表しており、一般的に家庭における消費電力量が多くなる午後から夕方にかけて大きな値を示す。これに対して、図3中の太い実線 L_g は、発電設備6によって発電された電力のうち発電設備6から出力された電力、すなわちCT2によって計測される電力 P_g の推移を表している。

[0056] 図3に示す例において、PV抑制が実施されない期間P1及びP4では、PV-PCS11は、発電設備6からの出力を抑制しない。そのため、太い実線 L_g で表される発電設備6からの出力電力 P_g は、細い実線 L_a で表される発電設備6による出力可能な発電電力と等しくなる。この発電設備6による出力可能な発電電力は、PVパネル10において発電された電力（パネル発電電力）にPV-PCS11の変換効率を乗じて得られた電力である。以下では、発電設備6による出力可能な発電電力を P_a と表して、発電設備6から実際に出力される電力 P_g と区別する。また、発電設備6による出力可能な発電電力 P_a を、単に「発電設備6による発電電力 P_a 」又は「発電電力 P_a 」等という。

[0057] これに対して、PV抑制が実施される期間P2及びP3では、PV-PC

S 1 1 は、発電設備 6 からの出力を抑制する。そのため、太い実線 L_g で表される発電設備 6 からの出力電力 P_g は、細い実線 L_a で表される発電設備 6 による発電電力 P_a よりも小さくなる。

[0058] より詳細に説明すると、PV抑制が実施される期間 P 2 及び P 3 のうち、期間 P 2 では、一点鎖線 L_c で表される家屋 H の総消費電力 P_c が、破線 L_p で表される制限値に対応する電力 (2.0 kW) より小さい。この場合、PV-PCS 1 1 は、太い実線 L_g で表されるように、発電設備 6 からの出力電力 P_g を、制限値に対応する電力まで抑制する。

[0059] これに対して、PV抑制が実施される期間 P 2 及び P 3 のうち、期間 P 3 では、一点鎖線 L_c で表される家屋 H の総消費電力 P_c が、破線 L_p で表される制限値に対応する電力 (2.0 kW) より大きい。この場合、PV-PCS 1 1 は、太い実線 L_g で表されるように、発電設備 6 からの出力電力 P_g を、制限値に対応する電力までではなく、総消費電力 P_c に等しい電力までしか抑制しない。ただし、例えば図 3 中の 15 時直前の期間のように、発電装置 3 0 により出力可能な発電電力 P_a が総消費電力 P_c より小さい期間では、PV-PCS 1 1 は、発電設備 6 からの出力電力 P_g は、発電電力による出力可能な発電電力 P_a に等しくなる。

[0060] 図 3 下部に、期間 P 2 に含まれる時刻 T 1 及び期間 P 3 に含まれる時刻 T 2 における、発電設備 6 による出力可能な発電電力 P_a と損失電力との関係を示す。ここで、損失電力とは、発電ロスであって、発電設備 6 の PV パネル 1 0 によって発電されたにも拘わらず PV-PCS 1 1 から出力されない電力 ($P_a - P_g$) である。期間 P 2 に含まれる時刻 T 1 では、発電設備 6 からの出力電力 P_g が制限値に対応する電力まで抑制されるため、発電設備 6 の損失電力は比較的大きくなる。これに対して、期間 P 3 に含まれる時刻 T 2 では、総消費電力 P_c に等しい電力までしか抑制されないため、発電設備 6 の損失電力は比較的小さくなる。このため、PV抑制時において、制限値を超えるように総消費電力 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。

- [0061] また、期間P 2に含まれる時刻T 1では、制限値に対応する電力まで抑制された発電設備6からの出力電力P gは、家屋Hの総消費電力P cよりも大きいいため、その差分(P g - P c)に相当する電力が余剰電力として余る。この余剰電力は、逆潮電力として商用電力系統8に売電される。これに対して、期間P 3に含まれる時刻T 2では、発電設備6からの出力電力P gと家屋Hの総消費電力P cとが等しいため、買電も売電も発生しない。
- [0062] 続いて、制御装置2の説明に移る。図4に示すように、制御装置2は、制御部2 1と、記憶部2 2と、計時部2 3と、宅内通信部2 4と、宅外通信部2 5と、を備える。これら各部はバス2 9を介して接続されている。
- [0063] 制御部2 1は、いずれも図示しないが、CPU、ROM及びRAM等を備える。CPUは、中央処理装置、中央演算装置、プロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ又はDSP (Digital Signal Processor) 等ともいう。制御部2 1において、CPUは、ROMに格納されたプログラム及びデータを読み出し、RAMをワークエリアとして用いて、制御装置2を統括制御する。
- [0064] 記憶部2 2は、例えば、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable ROM) 又はEEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) 等の不揮発性の半導体メモリであって、いわゆる二次記憶装置(補助記憶装置)としての役割を担う。記憶部2 2は、制御部2 1が各種処理を行うために使用する各種プログラム及びデータ、並びに、制御部2 1が各種処理を行うことにより生成又は取得する各種データを記憶する。
- [0065] 計時部2 3は、RTC (Real Time Clock) を備えており、制御装置2の電源がオフの間も計時を継続する計時デバイスである。
- [0066] 宅内通信部2 4は、家屋H内に構築された前述の無線ネットワークを介して通信するためのNIC (Network Interface Card controller) を備え、制御部2 1の制御の下、電力計測装置4、給湯機5、発電設備6及び機器7のそれぞれと無線ネットワークを介して通信する。また、宅内通信部2 4は、制御部2 1の制御の下、操作端末3と、Wi-Fi (登録商標)、Wi-S

UN（登録商標）又は有線LAN等を介して通信する。

[0067] 宅外通信部25は、ルータ12を介して、例えばインターネット等である広域ネットワークNに接続する。宅外通信部25は、広域ネットワークNを介して、データサーバ13及び電力サーバ14等と通信する。

[0068] 次に、図5を参照して、制御装置2の機能的な構成について説明する。図5に示すように、制御装置2は、機能的に、端末通信部200と、指示取得部201と、計測値取得部202と、転送部203と、判定部205と、消費電力算出部206と、発電電力推定部207と、給湯機制御部208と、を備える。これらの各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、又は、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。ソフトウェア及びファームウェアは、プログラムとして記述され、各機器におけるROM又は記憶部22に格納される。そして、制御部21において、CPUが、ROM又は記憶部22に記憶されたプログラムを実行することによって、各部の機能を実現する。

[0069] また、制御装置2は、指示記憶部210と、計測値記憶部220と、設定記憶部230と、を備える。指示記憶部210、計測値記憶部220及び設定記憶部230は、記憶部22内の記憶領域に構築される。

[0070] 端末通信部200は、宅内通信部24を介して操作端末3と通信する。図6に、操作端末3に表示される設定画面の具体例を示す。端末通信部200は、図6に示す設定画面を操作端末3の表示デバイスに表示させる表示制御部として機能する。需要家であるユーザは、図6に示す設定画面において、操作端末3の入力デバイスを介して、各種のモードを設定することができる。

[0071] 例えば「太陽光出力抑制連携モード」は、PV抑制時に給湯機5を連携制御することで、PV抑制時における発電設備6の損失電力を効果的に活用するモードである。ユーザは、「太陽光出力抑制連携モード」における「太陽光出力抑制連携制御」の項目をONに設定することで、この機能を有効にすることができる。「太陽光出力抑制連携制御」の項目がONに設定されると

、操作端末3は、その設定の内容を示す設定情報を制御装置2に送信する。制御装置2の端末通信部200は、操作端末3から送信された設定情報を受け付ける設定情報受付部として機能する。端末通信部200は、制御部21が宅内通信部24と協働することによって実現される。端末通信部200によって受け付けられた設定情報は、設定記憶部230に記憶される。

[0072] 指示取得部201は、特定の需要地に電力を供給する発電設備6から商用電力系統8への特定の期間における電力の供給を抑制する指示を取得する。特定の需要地とは、具体的には家屋H及びその敷地であって、家屋Hに設置された発電設備6及び商用電力系統8から電力の供給を受けて電力を消費する場所である。特定の期間における電力の供給を抑制する指示とは、前述したように、電力サーバ14から配信されるPV抑制の指示（抑制指示）である。

[0073] 電力サーバ14が抑制指示を配信すると、指示取得部201は、配信された抑制指示を、広域ネットワークNを介して取得する。指示取得部201は、抑制指示を取得すると、取得した抑制指示によって指定されるスケジュール及び制限値等のPV抑制の内容を、指示記憶部210に格納する。このように、指示取得部201は、制御部21が宅外通信部25と協働することによって実現される。

[0074] 指示記憶部210は、指示取得部201によって取得された抑制指示の内容を記憶する。抑制指示の内容とは、具体的には抑制指示によって指定されるPV抑制のスケジュール及び制限値である。指示記憶部210は、指示取得部201が電力サーバ14から抑制指示を取得する度に、記憶されたPV抑制のスケジュール及び制限値を更新していく。

[0075] 計測値取得部202は、電力計測装置4によって得られた電力の計測値を、電力計測装置4から宅内通信部24を介して取得する。具体的に説明すると、計測値取得部202は、発電設備6から家屋Hに供給される電力Pgの計測値、商用電力系統8から家屋Hに供給される電力Pbの計測値、及び、給湯機5に供給される電力Peの計測値を取得する。

- [0076] 電力計測装置4は、CT1～CT3によって得られた電力線D1～D3を送電される電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値を、例えば定期的に制御装置2に送信する。或いは、計測値取得部202が、必要に応じて電力計測装置4に電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値の要求を送信し、電力計測装置4がこの要求に応答する方式で電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値を制御装置2に送信してもよい。このように、計測値取得部202は、制御部21が宅内通信部24と協働することによって実現される。
- [0077] 計測値記憶部220は、計測値取得部202によって取得された電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値を記憶する。計測値記憶部220は、電力計測装置4によって得られた電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値を計測値取得部202が取得する度に、取得された計測値を格納し、データベースを構築する。
- [0078] 図7に、計測値記憶部220に記憶される電力データベース40の具体例を示す。図7に示すように、電力データベース40は、買電電力 P_b の電力量と、発電電力の出力電力 P_g の電力量と、電力 P_b と電力 P_g との和によって得られる家屋Hの総消費電力 P_c の電力量と、給湯機の消費電力 P_e の電力量とを、時系列順に格納している。
- [0079] 計測値取得部202は、電力計測装置4から電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値を取得すると、それぞれの電力量を算出し、電力データベース40に順次格納していく。ここで、電力量は、予め定められた時間に亘る電力の積算値である。具体的に説明すると、計測値取得部202は、電力計測装置4から電力 P_b 、 P_g 、 P_e の計測値及び電力 P_b と電力 P_g との和を、PV抑制のスケジュールの単位である30分に亘って積算する。これにより、計測値取得部202は、買電電力 P_b の計測値と、発電電力の出力電力 P_g の計測値と、電力 P_b と電力 P_g との和によって得られる家屋Hの消費電力（総消費電力） P_c の計測値と、給湯機の消費電力 P_e の計測値とを、それぞれ30分を1単位とする電力量として取得し、30分毎に電力データベース40に格納していく。
- [0080] なお、発電設備6から家屋Hに供給される電力 P_g の計測値を電力量とし

て取得する場合、計測値取得部 202 は、第 1 計測値取得部として機能する。家屋 H の消費電力 P_c ($= P_b + P_g$) の計測値を電力量として取得する場合、計測値取得部 202 は、第 2 計測値取得部として機能する。給湯機 5 の消費電力 P_e の計測値を電力量として取得する場合、計測値取得部 202 は、第 3 計測値取得部として機能する。以下、判定部 205、消費電力算出部 206 及び発電電力推定部 207 の処理は、電力データベース 40 に電力量として格納された電力 P_b , P_g , P_e , P_c の計測値を用いて、実行される。

[0081] 転送部 203 は、指示取得部 201 によって取得された抑制指示の内容を、宅内通信部 24 を介して発電設備 6 の PV-PCS 11 へ転送する。また、転送部 203 は、計測値取得部 202 によって取得された電力 P_b , P_g , P_e の計測値を、宅内通信部 24 を介して発電設備 6 の PV-PCS 11 へ転送する。このように、転送部 203 は、制御部 21 が宅内通信部 24 と協働することによって実現される。

[0082] 判定部 205 は、指示取得部 201 によって抑制指示が取得された場合、抑制指示によって指定された特定の期間において、給湯機 5 に沸上げ運転を指令すべき予め定められた条件が満たされたか否かを判定する。給湯機 5 に沸上げ運転を指令すべき予め定められた条件とは、PV 抑制によって発電設備 6 から出力される電力が抑制されている間に生じる損失電力を、給湯機 5 が沸上げ運転することによって効率的に利用できるか否かを判定するための条件である。給湯機 5 の沸上げ運転を利用する理由は、給湯機 5 の沸上げ運転は他の運転又は他の機器の使用に比べて一般的に消費電力が大きいため、損失電力を効率的に利用することができるためである。判定部 205 は、制御部 21 によって実現される。以下、図 8 を参照しながら、判定部 205 による判定処理について詳細に説明する。

[0083] 図 8 に、PV 抑制時における発電電力 P_a と消費電力 P_c との関係、及び給湯機 5 が沸上げ運転を実行すべきタイミングの具体例を示す。図 2 及び図 3 に示した例と同様に、図 8 中の実線 L_a は、PV 抑制が指示されなかった

場合における発電設備 6 による発電電力 P_a の推移を表しており、破線 L_p は、抑制指示によって指定される発電設備 6 からの出力電力 P_g の制限値の推移を表している。また、一点鎖線 L_c は、家屋 H の総消費電力 P_c の推移を表しており、太い実線 L_g は、発電設備 6 からの出力電力 P_g の推移を表している。ただし、理解を容易にするため、図 8 に示す例では、破線 L_p によって表される出力電力 P_g の制限値は、全区間において一定の値を示すものとして説明する。

[0084] 図 8 において、発電設備 6 によって発電されている（すなわち発電電力 P_a が正である）時刻 H から時刻 I までの期間のうち、時刻 A から時刻 F までの期間では、発電電力 P_a は家屋 H の消費電力 P_c より大きい。そのため、時刻 A から時刻 F までの期間では、商用電力系統 8 から買電されていない。また、時刻 A から時刻 D までの期間では、家屋 H の消費電力 P_c は制限値より小さい。そのため、時刻 A から時刻 D までの期間では、発電設備 6 からの出力電力 P_g は制限値まで抑制されており、家屋 H から商用電力系統 8 に売電している。これに対して、時刻 D から時刻 F までの期間では、家屋 H の消費電力 P_c は制限値より大きい。そのため、時刻 D から時刻 F までの期間では、発電設備 6 からの出力電力 P_g は家屋 H 内での総消費電力 P_c にまで抑制されており、買電も売電も発生していない。

[0085] 判定部 205 は、第 1 の判定処理として、第 1 の条件が満たされたか否かを判定する。この第 1 の条件は、商用電力系統 8 から家屋 H に電力が供給されていない場合、すなわち商用電力系統 8 から買電していない場合に、満たされる。判定部 205 は、計測値取得部 202 によって取得された電力 P_b の計測値に基づいて、商用電力系統 8 から買電しているか否かを判定する。買電している場合には、余剰電力が生じておらず、発電ロスも生じていないため、給湯機 5 を運転させる必要がないからである。

[0086] 具体的に説明すると、判定部 205 は、電力データベース 40 に最後に格納された電力 P_b の電力量が、予め定められた閾値 α 以上であるか否かを判定する。閾値 α は、状況によって売電中にも瞬間的に買電量が大きくなる可

能性があることを考慮したマージンであって、正の小さい値（例えば50Wh）である。第1の判定処理によって、図8に示す時刻Aから時刻Fまでの期間D1が特定される。

[0087] 判定部205は、第2の判定処理として、第2の条件が満たされたか否かを判定する。この第2の条件は、発電設備6から家屋Hに供給されている電力 P_g が、抑制指示によって定められる制限値より大きい場合に満たされる。判定部205は、計測値取得部202によって取得された電力 P_b の計測値が、抑制指示によって定められる制限値より大きいか否かを判定する。

[0088] この第2の条件が満たされない場合として、2つの場合が考えられる。1つは、PV抑制の実施期間における天気が悪く、発電設備6の発電量が抑制量にまで達していない場合（電力 $P_g <$ 制限値）である。この場合は、発電設備6が出力を抑制していない状態にあるため、発電ロスが生じていない。もう1つは、例えば図8における時刻Aから時刻Dまでの期間のように、発電設備6からの出力電力 P_g が制限値まで抑制されている場合（電力 $P_g =$ 制限値）である。この場合は、余剰電力が商用電力系統8に売電されている。そのため、売電を止めてまでその分の電力を給湯機5の運転に転用することは、需要家の経済的な観点からは効率的とは言えない。これに対して、第2の条件が満たされる期間であって、発電設備6からの出力電力 P_g が制限値より大きい期間D2では、売電中ではないため、給湯機5を運転させても売電は妨げられない。

[0089] 具体的に説明すると、判定部205は、電力データベース40に最後に格納された電力 P_g の電力量が抑制量に閾値 β を加えた値以上であるか否か、すなわち現在の発電設備6の出力電力量が実質的に抑制量を超えているか否かを判定する。閾値 β は、PV-PCS11の出力の調整がリアルタイムでは若干ずれることを考慮したマージンであって、正の小さい値（例えば100Wh）である。第2の判定処理によって、図8に示す時刻Dから時刻Gまでの期間D2が特定される。

[0090] 判定部205は、第3の判定処理として、第3の条件が満たされたか否か

を判定する。この第3の条件は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力が発電設備6による発電電力 P_a より小さい場合に満たされる。例えば、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力が発電設備6による出力可能な発電電力 P_a より大きい場合、給湯機5が沸上げ運転を実行することで買電する必要が生じる。買電してまで給湯機5に沸上げ運転を実行させることは、需要家の経済的な観点からも環境的な観点からも効率的とは言えない。そのため、判定部205は、第3の判定処理として、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力が発電設備6による発電電力 P_a より小さいか否か、言い換えると買電せずとも給湯機5が沸上げ運転可能か否か、を判定する。

[0091] 第3の判定処理を実行するために、消費電力算出部206は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力を、電力データベース40に格納された電力 P_c 及び電力 P_e の計測値に基づいて、算出する。また、発電電力推定部207は、発電設備6による発電電力 P_a を、電力データベース40に格納された電力 P_g の計測値に基づいて、推定する。消費電力算出部206及び発電電力推定部207は、それぞれ制御部21が記憶部22と協働することによって実現される。

[0092] 具体的に説明すると、第1に、消費電力算出部206は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力（以下、 P_c' と表す）を、給湯機5が沸上げ運転を実行する前における家屋Hの消費電力 P_c の計測値から、給湯機5が沸上げ運転を実行する前における給湯機5の消費電力 P_e の計測値を減じ、さらに給湯機5の消費電力の定格値 R を加えることにより、算出する。すなわち、 $P_c' = P_c - P_e + R$ の関係式が成立する。

[0093] 給湯機5が沸上げ運転を実行する前における家屋Hの消費電力 P_c の計測値及び給湯機5の消費電力 P_e の計測値は、それぞれ第2計測値取得部及び第3計測値取得部として機能する計測値取得部202によって取得され、電力データベース40に電力量として格納されている。消費電力算出部206は、電力データベース40に最後に格納された電力 P_c 及び電力 P_e の計測

値を参照する。なお、給湯機 5 の消費電力 P_e は、給湯機 5 が運転していなければ 0 に近い値であり、給湯機 5 が何らかの運転を実行中であればその運転に応じた値になる。

[0094] 給湯機 5 の消費電力の定格値 R は、給湯機 5 が沸上げ運転を実行した場合において、給湯機 5 において消費が見込まれる最大の電力量である。定格値 R は、沸上げ温度及び貯湯量等の種々の条件に応じて予め規定されており、予め制御装置 2 の記憶部 2 2 又は給湯機 5 内の記憶手段に記憶されている。定格値 R が給湯機 5 に記憶されている場合、消費電力算出部 2 0 6 は、実行すべき沸上げ運転に応じた定格値 R を、必要に応じて給湯機 5 から宅内通信部 2 4 介して取得する。

[0095] 消費電力算出部 2 0 6 は、このようにして取得された家屋 H の総消費電力 P_c の計測値から給湯機 5 の消費電力 P_e の計測値を減じ、さらに給湯機 5 の定格値 R の値を加えることで、給湯機 5 が沸上げ運転を実行した場合に予測される家屋 H の消費電力 P_c' を算出する。この消費電力 P_c' は、図 8 において二点鎖線 L_c' で表すように、総消費電力 P_c の推移に一定のオフセットを加えた推移を示す。

[0096] 第 2 に、発電設備 6 による発電電力 P_a は、 PV 抑制が実施されていない間は、電力線 D_2 に配設された CT_2 によって発電設備 6 からの出力電力 P_g を計測することによって取得することができる。しかしながら、 PV 抑制が実施されている間は、パネル発電電力を計測することができないため、発電電力 P_a を直接取得することができない。そのため、発電電力推定部 2 0 7 は、現在の発電電力 P_a の推定値として、過去実績発電量を用いる。具体的に説明すると、発電電力推定部 2 0 7 は、 PV 抑制が実施される特定の期間より前の期間であって、 PV 抑制が実施されない期間における発電設備 6 からの出力電力 P_g を、 PV 抑制の実施期間における発電設備 6 による発電電力 P_a と推定する。

[0097] PV 抑制が実施される特定の期間より前の期間における発電設備 6 からの出力電力 P_g の計測値は、第 1 計測値取得部として機能する計測値取得部 2

02によって取得され、電力データベース40に電力量として格納されている。発電電力推定部207は、電力データベース40に格納された電力 P_g の計測値のうち、PV抑制が実施される特定の日より前の複数の日（過去C日）における、PV抑制が実施される特定の時間帯と同じ時間帯において、発電設備6から家屋Hに供給される電力 P_g の計測値を用いて、発電電力 P_a を推定する。

[0098] ここで、同じ時間帯とは、PV抑制の開始時刻と同じ時刻から開始し、PV抑制の終了時刻と同じ時刻に終了する時間帯を意味する。PV抑制が実施される特定の時間帯と同じ時間帯における計測値を用いるのは、一日の中の同じ時間帯であれば、日射量が同程度であり、太陽光発電による発電量も同程度であると推定されるためである。

[0099] 図9に、PV抑制が実施される日の過去3日間における発電設備からの出力電力の計測値の推移の例を示す。図9の例では、PV抑制が実施される日の1日前の日は、発電設備6からの出力電力量は、午前中は少なく、午後からは多くなっている。これに対して、PV抑制が実施される日の2日前の日は、太陽光による発電量は一日中少ない。また、PV抑制が実施される日の3日前の日は、発電設備6からの出力電力量は、午前中は多く、午後からは少なくなっている。このように、発電設備6からの出力電力量は、日中の天候によって影響される。

s

[0100] 発電電力推定部207は、PV抑制が実施される特定の時間帯に含まれる各時間において、計測値取得部202によって過去C日において取得された計測値のうちの最大値を、PV抑制が実施される日のその時間における発電電力 P_a と推定する。例えば、過去C日のそれぞれにおいて、PV抑制が実施される特定の時間帯と同じ時間帯に含まれる第1の時間において計測された出力電力 P_g の計測値のうち、過去C日のうちの第X日における出力電力 P_g の計測値が最大であれば、発電電力推定部207は、第X日における出力電力 P_g の計測値を、PV抑制が実施される日の第1の時間における発電

電力 P_a と推定する。また、過去 C 日のそれぞれにおいて、 PV 抑制が実施される特定の時間帯と同じ時間帯に含まれる第2の時間において計測された出力電力 P_g の計測値のうち、過去 C 日のうちの第 Y 日における出力電力 P_g の計測値が最大であれば、発電電力推定部207は、第 Y 日における出力電力 P_g の計測値を、 PV 抑制が実施される日の第2の時間における発電電力 P_a と推定する。

[0101] 図10に、図9に示した PV 抑制が実施される日の過去3日間における発電設備からの出力電力の計測値のうちの最大値の推移（移動最大値）を示す。発電電力推定部207は、図9に示した過去3日の出力電力 P_g の計測結果から、図10に示す推移の値を、 PV 抑制が実施される日の各時間における発電電力 P_a と推定する。各時間において出力電力 P_g の計測値の最大値を選ぶ理由は、 PV 抑制が実施される日は、逆潮電力が大きくなることが見込まれる日であり、通常は晴天の日であるため、太陽光によって最大限に発電されていると推定されるからである。過去 C 日は、少なくとも PV 抑制が実施されない晴天の日が含まれるように、例えば PV 抑制が実施される日の直前の連続する10日から2週間程度に設定される。

[0102] 判定部205は、消費電力算出部206によって算出された消費電力 P_c' と発電電力推定部207によって推定された発電電力 P_a とを用いて、 PV 抑制が指示された特定の期間において、第3の判定処理を実行する。すなわち、判定部205は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋 H の消費電力 P_c' が発電設備6による発電電力 P_a より小さいか否かを判定する。第3の判定処理によって、図8に示す時刻 B から時刻 E （ E' ）までの期間 D_3 が特定される。

[0103] 給湯機制御部208は、指示取得部201によって抑制指示が取得された場合、 PV 抑制が指示された特定の期間において、予め定められた条件が満たされたと判定部205によって判定されると、給湯機5に沸上げ運転を指令する。

[0104] 予め定められた条件は、前述した判定部205による第1から第3の判定

処理における3つの条件であって、これら3つの条件が全て満たされた場合に、満たされる。具体的に説明すると、予め定められた条件は、(1) 商用電力系統8から家屋Hに電力が供給されており、(2) 発電設備6から家屋Hに供給されている電力 P_g が抑制指示によって定められる制限値より大きく、且つ、(3) 給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの消費電力が発電設備6による発電電力 P_a より小さい場合に、満たされる。これら3つの条件が全て満たされる時間帯は、図8に示した例における時刻D (D') から時刻E (E') までの期間D4である。

[0105] このように、PV抑制が指示された特定の期間のうちの、予め定められた条件が満たされた少なくとも一部の期間において、給湯機制御部208は、給湯機5に沸上げ運転を指令する。具体的に説明すると、給湯機制御部208は、沸上げ運転の許可を示すPV抑制許可トリガを、宅内通信部24を介して、給湯機5の給湯コントローラ54に送信する。一方で、PV抑制が指示された特定の期間のうちの、予め定められた条件が満たされなくなると、給湯機制御部208は、給湯機5に沸上げ運転の停止を指令する。具体的に説明すると、給湯機制御部208は、沸上げ運転の解除を示すPV抑制解除トリガを、宅内通信部24を介して、給湯機5の給湯コントローラ54に送信する。このように、給湯機制御部208は、制御部21が宅内通信部24と協働することによって実現される。

[0106] 給湯機制御部208は、PV抑制の実施期間において、予め定められた条件が満たされた場合、このような指令を予め定められた周期で繰り返し給湯コントローラ54に送信する。予め定められた周期は、例えばPV抑制のスケジュールの単位と同じ30分である。一定の周期で繰り返し指令を送信することで、例えば瞬間的な通信途絶が発生した場合にも、給湯機5に確実に指令を伝えることができる。

[0107] 給湯コントローラ54は、給湯機制御部208から沸上げ運転の指令を受信すると、受信した指令に応じて、沸上げ運転を実行する。具体的に説明すると、給湯コントローラ54は、ヒートポンプユニット50を制御して、貯

湯タンク 53 内に所望の沸上げ温度の湯を生成する。沸上げ温度及び貯湯量等の沸上げ運転における種々の条件は、例えばユーザによってリモコン 55 を介して予め設定される。

[0108] なお、給湯機制御部 208 は、給湯機 5 側の状況を考慮せずに指令を送信するため、給湯コントローラ 54 は、受信した指令に従って動作しない場合もある。例えば、給湯機 5 が既に沸上げ運転している最中にさらに沸上げ運転の指令を受信した場合、給湯コントローラ 54 は、その指令を無視する。同様に、給湯機 5 が既に沸上げ運転していないときに沸上げ運転の停止の指令を受信した場合、給湯コントローラ 54 は、その指令を無視する。特に、1 日における沸上げ運転の回数は、圧縮機の寿命を考慮して、例えば 1 回に限定されている。そのため、給湯コントローラ 54 は、一度沸上げ運転の指令を受信して沸上げ運転を実行すると、同じ日に再度沸上げ運転の指令を受信しても、二度目の沸上げ運転を実行しない。また、給湯コントローラ 54 は、ユーザからリモコン 55 を介して給湯機 5 の制御指示を受け付けた場合、ユーザの制御指示を優先する。

[0109] 給湯機制御部 208 によって給湯機 5 が制御された結果は、操作端末 3 を介して表示される。図 11 に、PV 抑制時に操作端末に表示される表示画面の具体例を示す。端末通信部 200 は、PV 抑制が実施されている期間において、図 11 に示すように、機器のリスト、機器のレイアウト及び現在の状態を示すメッセージ等を含む通知情報を操作端末 3 の表示デバイスに表示させる表示制御部として機能する。

[0110] 具体的に説明すると、端末通信部 200 は、PV 抑制中であることを示す PV 抑制画像 31 を、発電電力、消費電力、充電電力及び売電電力の量と共に表示する。また、端末通信部 200 は、PV 抑制中において連携制御を実行していることを示す連携制御画像 32 を、連携制御対象の機器である給湯機 5 の画像付近に表示する。このような表示によって、ユーザは、PV 抑制中における様々な情報を視認することができる。

[0111] 以上のように構成されたエネルギー管理システム 1 において実行される処

理の流れについて、図12から図14を参照して、説明する。

[0112] 図12に、エネルギー管理システム1において実行される処理の概要を示す。図12は、一回のPV抑制の指示が電力サーバ14から配信されてからそのPV抑制の実施が終了するまでの、電力サーバ14、制御装置2、発電設備6及び給湯機5によって実行される処理の流れを示している。もし複数回のPV抑制の指示が電力サーバ14から配信された場合には、複数回のPV抑制のそれぞれについて、図12に示す処理が並列に実行される。

[0113] なお、図12には電力計測装置4及び操作端末3を示していないが、電力計測装置4は、図12に示す処理が実行されている間、CT1～CT3によって電力線D1～D3を送電される電力を計測し、計測した電力の計測値を制御装置2に順次送信する。また、操作端末3は、図6に示した設定画面において、ユーザから太陽光出力抑制連携制御の設定を受け付け、受け付けた設定の内容を制御装置2に送信する。

[0114] 電力サーバ14は、PV抑制を実施することが決定し、そのスケジュール及び詳細な内容が確定すると、PV抑制の指示（抑制指示）を各需要家に配信する（ステップS1）。電力サーバ14から抑制指示が配信されると、制御装置2は、配信された抑制指示を、広域ネットワークNを介して取得する。抑制指示を取得すると、制御装置2は、取得した抑制指示を、家屋H内に構築された無線ネットワークを介して発電設備6のPV-PCS11に転送する（ステップS2）。

[0115] PV-PCS11は、制御装置2から転送された抑制指示を取得すると、取得した抑制指示に従って、発電設備6による発電電力の出力抑制を実行する（ステップS3）。図13に、ステップS3において実行されるPV-PCS11の出力抑制処理の詳細を示す。この出力抑制処理は、PV-PCS11に電力が供給されている間、一定の周期で繰り返し実行される。一定の周期は、例えば1分間である。

[0116] 図13に示す出力抑制処理において、PV-PCS11は、第1に、現在時刻が抑制指示により指定されたPV抑制の実施期間に含まれるか否かを判

定する（ステップS301）。なお、抑制指示がない場合には、ステップS301の判定は否定される。

[0117] 現在時刻がPV抑制の実施期間に含まれないと判定した場合（ステップS301；NO）、PV-PCS11は、通常モードで動作する（ステップS302）。通常モードは、発電設備6からの出力電力を抑制することなく、出力可能な発電電力を全て家屋H又は商用電力系統8へ供給するモードである。その後、PV-PCS11は、出力抑制処理を終了する。

[0118] 一方、現在時刻がPV抑制の実施期間に含まれると判定した場合（ステップS301；YES）、PV-PCS11は、第2に、発電設備6からの現在の出力電力 P_g が制限値より大きいかなかを判定する（ステップS303）。

[0119] 例えば現在の天気が曇り又は雨であって太陽光による発電量がそもそも小さい場合のように、発電設備6からの現在の出力電力 P_g が制限値より大きくないと判定した場合（ステップS303；NO）、発電設備6からの出力電力 P_g を抑制する必要がない。そのため、PV-PCS11は、ステップS302へ移行し、通常モードで動作する。

[0120] 一方、発電設備6からの現在の出力電力 P_g が制限値より大きいと判定した場合（ステップS303；YES）、PV-PCS11は、商用電力系統8から電力が供給されているかなかを、すなわち商用電力系統8から買電しているかなかを判定する（ステップS304）。PV-PCS11は、CT1によって計測された電力 P_b の値を取得して、電力 P_b の値が正であるかなかを判定することで、商用電力系統8から電力が供給されているかなかを判定する。

[0121] 商用電力系統8から電力が供給されていないと判定した場合（ステップS304；NO）、PV-PCS11は、出力抑制モードで動作する（ステップS305）。出力抑制モードは、抑制指示により指示された制限値まで、発電設備6からの出力電力 P_g を抑制するモードである。この場合は、例えば図3に示した期間P2のように、家屋Hの総消費電力 P_c が制限値よりも

小さくて余剰電力が生じている場合に相当する。その後、PV-PCS11は、出力抑制処理を終了する。

[0122] 商用電力系統8から電力が供給されていると判定した場合（ステップS304；YES）、PV-PCS11は、逆潮流ゼロモードで動作する（ステップS306）。逆潮流ゼロモードは、逆潮流電力が極力ゼロに近づくように、発電設備6からの出力電力 P_g を調整するモードである。この場合は、例えば図3に示した期間P3のように、家屋Hの総消費電力 P_c が制限値よりも大きくて余剰電力が生じていない、すなわち発電設備6からの出力電力 P_g を制限値まで抑制すると、商用電力系統8から買電する必要が生じる場合に相当する。この場合、PV-PCS11は、発電設備6からの出力電力 P_g を、総消費電力 P_c に等しくなるように調整する。これにより、CT1によって計測される電力 P_b が極力ゼロになり、買電も売電も発生しないようになる。その後、PV-PCS11は、出力抑制処理を終了する。

[0123] 図12に示すエネルギー管理システム1全体の処理の説明に戻る。制御装置2は、電力サーバ14から取得した抑制指示を発電設備6に転送すると、制御装置2は、PV抑制の開始時刻が到来したか否かを判定する（ステップS4）。PV抑制の開始時刻が到来していない場合（ステップS4；NO）、制御装置2は、開始時刻が到来するまで待機する。

[0124] 一方、PV抑制の開始時刻が到来すると（ステップS4；YES）、制御装置2は、取得した抑制指示に従って、PV抑制判定を実行する（ステップS5）。図14に、ステップS5において実行されるPV抑制判定処理の詳細を示す。このPV抑制判定処理は、図6に示した設定画面において太陽光出力抑制連携制御がONに設定され、且つ、抑制指示によって指定されたPV抑制の実施期間が到来すると、一定の周期で繰り返し実行される。一定の周期は、例えばPV抑制のスケジュールの単位と同じ30分である。

[0125] 図14に示すPV抑制判定処理において、制御装置2の制御部21は、第1の判定処理として、現在の買電量が閾値 α 以下であるか否か、すなわち現在実質的に買電しているか否かを判定する（ステップS501）。現在の買

電量は、計測値取得部 202 によって取得され、電力データベース 40 に最後に格納された電力 P b の計測値を参照することで得られる。ステップ S 501 の処理によって、現在時刻が図 8 に示した期間 D 1 に含まれるか否かが判定される。

[0126] 現在実質的に買電していないと判定した場合（ステップ S 501 ; YES）、制御部 21 は、第 2 の判定処理として、現在の発電設備 6 の出力電力量が、抑制量に閾値 β を加えた値以上であるか否か、すなわち現在の発電設備 6 の出力電力量が実質的に抑制量を超えているか否かを判定する（ステップ S 502）。現在の発電設備 6 の出力電力量は、計測値取得部 202 によって取得され、電力データベース 40 に最後に格納された電力 P g の計測値を参照することで得られる。また、抑制量は、抑制指示によって定められる制限値に、P V 抑制のスケジュールの単位である 30 分の時間を乗じることで電力量の単位で表した値である。ステップ S 502 の処理によって、現在時刻が図 8 に示した期間 D 2 に含まれるか否かが判定される。

[0127] 現在実質的に買電していると判定した場合（ステップ S 501 ; NO）、余剰電力は生じていない。また、現在の発電設備 6 の出力電力量が実質的に抑制量を超えていないと判定した場合（ステップ S 502 ; NO）、売電が発生している。そのため、制御部 21 は、これらの場合では給湯機 5 を運転させる必要がないと判定し、P V 抑制判定処理を終了する。

[0128] ステップ S 502 において、現在の発電設備 6 の出力電力量が実質的に抑制量を超えていると判定した場合（ステップ S 502 ; YES）、制御部 21 は、現在設定されている P V 抑制フラグが ON か OFF かを判定する（ステップ S 503）。P V 抑制フラグとは、給湯機 5 への P V 抑制の指令状況を示すフラグであって、制御装置 2 の例えば記憶部 22 に記憶される。P V 抑制フラグは、直前の P V 抑制判定処理において、給湯機 5 に P V 抑制許可トリガが送信された場合には ON に設定され、給湯機 5 に P V 抑制解除トリガが送信された場合には OFF に設定される。制御部 21 は、現在設定されている P V 抑制フラグが ON か OFF かによって異なる条件を用いて、以下

の第3の判定処理を実行する。

[0129] PV抑制フラグがONに設定されている場合（ステップS503；YES）、制御部21は、第3の判定処理として、過去実績発電量が、給湯機5の沸上げ運転時の家屋Hの消費電力量に閾値 γ を加えた値より大きいか否かを判定する（ステップS504）。過去実績発電量は、発電電力推定部207によって推定される発電電力 P_a の量であって、前述したように、過去C日における、PV抑制が実施される特定の時間帯と同じ時間帯において、発電設備6から家屋Hに供給される電力 P_g の計測値を取得することによって得られる。また、給湯機5の沸上げ運転時の家屋Hの消費電力量は、消費電力算出部206によって算出される電力 P_c' の量であって、前述したように、データベース40に格納された家屋Hの総消費電力 P_c の計測値から給湯機5の消費電力 P_e の計測値を減じ、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における給湯機5の消費電力を加えることにより、算出される。

[0130] なお、閾値 γ は、判定に用いられる過去実績発電量はあくまで現在の実際の発電量を推定した量であるため、発電設備6が出力可能な発電量を消費電力量が超えないように設定された安全確保のためのマージンである。

[0131] PV抑制フラグがOFFに設定されている場合（ステップS503；NO）、制御部21は、第3の判定処理として、過去実績発電量が、給湯機5の沸上げ運転時の家屋Hの消費電力量に閾値 γ' を加えた値より大きいか否かを判定する（ステップS505）。すなわち、制御部21は、現在設定されているPV抑制フラグがONかOFFかによって、マージンとして異なる閾値を用いる。

[0132] 閾値 γ' は、閾値 γ と同様に、発電設備6が出力可能な発電量を消費電力量が超えないように設定された安全確保のためのマージンであるが、閾値 γ よりも大きな値に設定される。詳細には図15に示すように、PV抑制フラグがOFFからONに切り替える場合における閾値 γ' を、PV抑制フラグがONからOFFに切り替える場合における閾値 γ よりもある程度大きな値に設定する。これにより、ONとOFFとの切り替え時にヒステリシスを設

ける。これは、いわゆるハンチング対策であって、閾値付近におけるジッターによってPV抑制判定フラグの設定がONとOFFとで頻繁に切り替わることを防止するためである。一例として、閾値 γ と閾値 γ' とは、それぞれ0Whと200Whとに設定される。以下、閾値 γ' を第1の閾値、閾値 γ を第2の閾値という。

[0133] より詳細に説明すると、判定部205は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの総消費電力 P_c' に第1の閾値 γ' を加えた値が、発電設備6による発電電力 P_a より小さい場合に、給湯機5に沸上げ運転を指令すべきと判定する。そして、判定部205は、給湯機5が沸上げ運転を実行した場合における家屋Hの総消費電力 P_c' に第2の閾値 γ を加えた値が、発電設備6による発電電力 P_a より大きい場合に、給湯機5に沸上げ運転の停止を指令すべきと判定する。給湯機制御部208は、判定部205の判定結果に従って、給湯機5に沸上げ運転又はその停止を指令する。

[0134] このようなステップS504及びステップS505の処理によって、現在時刻が図8に示した期間D4に含まれるか否かが判定される。ステップS504及びステップS505において、過去実績発電量が、給湯機5の沸上げ運転時の家屋Hの消費電力量に予め定められた値 γ 又は γ' を加えた値より大きいと判定した場合（ステップS504；YES、ステップS505；YES）、制御部21は、PV抑制フラグをONに設定する（ステップS506）。そして、制御部21は、宅内通信部24を介して給湯機5にPV抑制許可トリガを送信する（ステップS507）。

[0135] これに対して、ステップS504及びステップS505において、過去実績発電量が、給湯機5の沸上げ運転時の家屋Hの消費電力量に予め定められた値 γ 又は γ' を加えた値より大きくないと判定した場合（ステップS504；NO、ステップS505；NO）、制御部21は、PV抑制フラグをOFFに設定する（ステップS508）。そして、制御部21は、宅内通信部24を介して給湯機5にPV抑制解除トリガを送信する（ステップS509）。

- [0136] P V抑制許可トリガ又はP V抑制解除トリガを給湯機5に送信すると、制御部21は、図14に示したP V抑制判定処理を終了する。
- [0137] 図12に示すエネルギー管理システム1全体の処理の説明に戻る。給湯機5は、ステップS5におけるP V抑制判定の結果として制御装置2から送信された制御指令を受信する。制御指令は、具体的にはP V抑制許可トリガ又はP V抑制解除トリガである。制御指令を受信すると、給湯機5は、制御指令を受信したことに対する応答を、制御装置2に返信する（ステップS6）。
- [0138] そして、給湯機5は、受信した制御指令に従って、沸上げモードを変更する（ステップS7）。具体的に説明すると、給湯機5の給湯コントローラ54は、沸上げ運転していないときにP V抑制許可トリガを受信すると、ヒートポンプユニット50を制御して、沸上げ運転を実行する。また、給湯コントローラ54は、沸上げ運転しているときにP V抑制解除トリガを受信すると、ヒートポンプユニット50を制御して、沸上げ運転を停止する。なお、前述したように、給湯コントローラ54は、受信した指令に従って動作しない場合もある。
- [0139] 制御装置2は、ステップS5においてP V抑制判定を実行し、制御指令を給湯機5に送信すると、P V抑制の終了時刻が到来したか否かを判定する（ステップS8）。P V抑制の終了時刻が到来していない場合（ステップS8；NO）、制御装置2は、処理をステップS5に戻す。そして、制御装置2は、予め定められた時間間隔（例えば30分）でP V抑制判定を実行し、判定結果に応じてP V抑制許可トリガ又はP V抑制解除トリガを給湯機5に送信する。一方、P V抑制の終了時刻が到来すると（ステップS8；YES）、図12に示す処理は終了する。
- [0140] 以上説明したように、本実施形態に係るエネルギー管理システム1において、制御装置2は、P V抑制の実施期間において、予め定められた第1から第3の条件が満たされた場合に、給湯機5に沸上げ運転を指令する。その結果、P V抑制時に生じる発電ロスを減少させることができ、電力の利用効率

を向上させることができる。

[0141] その際、制御装置 2 は、P V 抑制が実施される日より前の日における発電設備 6 から家屋 H に供給される電力 P_g の計測値を、P V 抑制の実施期間における発電設備 6 の発電電力 P_a と推定する。過去の発電量の実績を用いるため、P V 抑制の実施期間における発電設備 6 の発電電力 P_a を、大きな計算コストをかけずに高精度で推定することができる。

[0142] そして、制御装置 2 は、P V 抑制の実施期間において、給湯機 5 が沸上げ運転を実行した場合における家屋 H の消費電力 P_c' が発電電力 P_a より小さい場合に、給湯機 5 に沸上げ運転を指令する。言い換えると、制御装置 2 は、給湯機 5 が沸上げ運転を実行した場合における家屋 H の消費電力 P_c' と発電設備 6 が出力可能な発電電力 P_a とを比較して、どれだけ消費量を増加させることができるかを見積もってから給湯機 5 に沸上げ運転を指令する。その結果、買電を発生させることなく、発電ロスに相当する電力で給湯機 5 に沸上げ運転を実行させることができる。特に、時間帯別料金を契約している場合には、P V 抑制が実施される昼間の電力単価は一般的に高いため、買電を発生させないことによって効果的に経済的損失を軽減できる。

[0143] (変形例)

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明を実施するにあたっては、種々の形態による変形及び応用が可能である。

[0144] 例えば、上記実施形態では、給湯機制御部 208 は、P V 抑制の実施期間において、予め定められた第 1 から第 3 の条件が全て満たされた場合に、給湯機 5 に沸上げ運転を指令した。しかしながら、給湯機制御部 208 は、第 1 から第 3 の条件のうち、いずれか 1 つ又は 2 つの条件のみが満たされた場合に、給湯機 5 に沸上げ運転を指令してもよい。

[0145] 例えば、給湯機制御部 208 は、P V 抑制の実施期間において、第 3 の条件のみが満たされた場合に、すなわち給湯機 5 が沸上げ運転を実行した場合における家屋 H の消費電力 P_c' が発電設備 6 の発電電力 P_a より小さい場合に、給湯機 5 に沸上げ運転を指令してもよい。この場合、給湯機制御部 2

08は、図8における時刻Bから時刻E（E'）までの期間D3において、給湯機5に沸上げ運転を指令する。この期間D3は、時刻Bから時刻D（D'）までの売電している期間を含んでいる。そのため、このような形態は、売電による経済的効果よりも発電ロスを減らすことを優先する場合に、効果的である。

[0146] また、給湯機制御部208は、PV抑制の実施期間において、第1の条件のみが満たされた場合に、すなわち商用電力系統8から家屋Hに電力が供給されていない場合に、給湯機5に沸上げ運転を指令してもよい。この場合、給湯機制御部208は、図8における時刻Aから時刻Fまでの期間D1において、給湯機5に沸上げ運転を指令する。或いは、給湯機5に沸上げ運転を指令すべき予め定められた条件は、第2の条件のみが満たされた場合に満たされてもよいし、第1の条件と第3の条件とが共に満たされた場合に満たされてもよいし、第1の条件と第2の条件とが共に満たされた場合に満たされてもよいし、第2の条件と第3の条件とが共に満たされた場合に満たされてもよい。このように、どのような条件が満たされた場合に、給湯機制御部208が給湯機5に沸上げ運転を指令するかは、ユーザの好み又は状況等に応じて様々に決めることができる。

[0147] また、上記実施形態では、発電電力推定部207は、PV抑制が実施される日より前の日における発電設備6から家屋Hに供給される電力 P_g の計測値を、PV抑制の実施期間における発電電力 P_a と推定した。しかしながら、発電電力推定部207は、計測値を用いずにPV抑制時の発電電力 P_a を推定してもよい。例えば、発電電力推定部207は、PV抑制の実施期間における天気及び季節等の情報に基づいて、その期間における発電電力 P_a を推定することもできる。

[0148] また、上記実施形態では、発電電力推定部207は、PV抑制が実施される特定の時間帯に含まれる各時間において、計測値取得部202によって過去C日において取得された計測値のうちの最大値を、PV抑制が実施される日のその時間における発電電力 P_a と推定した。しかしながら、PV抑制中

であっても、実際には、発電電力 P_a が過去最大値よりも小さくなる場合も多い。そのため、発電電力推定部 207 は、過去 C 日において取得された計測値のうちの最大値を補正した値を、発電電力 P_a と推定してもよい。例えば、発電電力推定部 207 は、過去 C 日において取得された計測値のうちの最大値に 0.95 又は 0.9 等の予め定められた補正係数を乗じた値を、PV 抑制が実施される日の各時間における発電電力 P_a と推定することができる。

[0149] また、上記実施形態では、発電設備 6 は、家屋 H に設置されていた。しかしながら、発電設備 6 は、商用電力系統 8 とは別の電力系統であれば、家屋 H とは離れた敷地に設置され、遠隔から家屋 H に電力を供給するものであってもよい。この場合、発電設備 6 が設置された場所を含めて需要地という。また、需要地は、上述した家屋 H のような一般住宅であることに限らず、発電設備 6 及び商用電力系統 8 からの電力の需要地であれば、集合住宅、施設、ビル、又は、工場等であってもよい。

[0150] また、上記実施形態では、電力計測装置 4 が電力線 D1～D3 を送電される電力 P_b , P_g , P_e を計測し、その計測値を制御装置 2 に送信した。そして、制御装置 2 が、電力計測装置 4 から取得した電力 P_b , P_g , P_e の計測値を発電設備 6 の PV-PCS11 に転送した。しかしながら、電力計測装置 4 は、電力 P_b , P_g , P_e の計測値を直接 PV-PCS11 に送信してもよい。また、電力計測装置 4 以外の装置が、電力を計測してもよい。例えば、発電設備 6 の PV-PCS11 が、電力線 D2 に配設された CT2 と通信線を介して接続されており、発電設備 6 自身から出力される電力 P_g を計測してもよい。また、給湯機 5 の給湯コントローラ 54 が、電力線 D3 に配設された CT3 と通信線を介して接続されており、給湯機 5 自身で消費される電力 P_e を計測してもよい。このようにして計測された結果は、家屋 H 内に構築された無線ネットワークを介して適宜送信され、各機器間で共有することができる。

[0151] また、上記実施形態では、電力サーバ 14 から配信される PV 抑制の指示

は、制御装置 2 に送信され、制御装置 2 から PV-PCS 11 に転送されるものであった。しかしながら、PV 抑制の指示は、PV-PCS 11 に直接送信されるものであってもよい。その場合、PV-PCS 11 が PV 抑制の指示の内容を制御装置 2 に送信することにより、制御装置 2 の指示取得部 201 は、PV 抑制のスケジュール及び制限値等の情報を取得する。

[0152] また、上記実施形態では、制御装置 2 が家屋 H 内に設置されている場合について説明した。しかしながら、本発明において、制御装置 2 と同等の機能を有する装置を家屋 H 外に設置するようにしてもよい。図 16 に、この場合のエネルギー管理システム 1 a の例を示す。図 16 に示すエネルギー管理システム 1 a では、家屋 H には、制御装置 2 が設置されていない。ルータ 12 は、制御装置 2 の代わりに、操作端末 3、電力計測装置 4、給湯機 5、発電設備 6 及び機器 7 のそれぞれと通信可能に接続され、各機器間における通信を中継する。そして、ルータ 12 とデータサーバ 13 とが協調して制御装置 2 の役割を果たす。或いは、ルータ 12 は、家屋 H 内の一部の機器と通信できなくてもよい。例えば、ルータ 12 と給湯機 5 とが通信可能に接続されず、発電設備 6 がルータ 12 と給湯機 5 との通信を中継するように構成してもよい。このように制御装置 2 を省くことで、家屋 H 内に設置する機器の数を減らすことができるため、エネルギー管理システム 1 a を簡便に構成することができる。

[0153] 上記実施形態では、操作端末 3 が表示部及び入力部を備えており、制御装置 2 は、操作端末 3 に入力された入力情報を、無線又は有線通信を介して取得し、表示情報を操作端末 3 に送信して表示した。しかしながら、本発明において、制御装置 2 が表示部及び入力部を備えていてもよい。すなわち、制御装置 2 自身に、操作端末 3 の機能が備わっていてもよい。この場合、設定情報受付部は、操作端末 3 を介してではなく、制御装置 2 に備えられた入力部を介して、ユーザからの設定入力を受け付ける。また、表示制御部は、操作端末 3 を介してではなく、制御装置 2 に備えられた表示部を介して、ユーザに情報を表示する。

- [0154] 上記実施形態では、制御装置2の制御部21において、CPUがROM又は記憶部22に記憶されたプログラムを実行することによって、端末通信部200、指示取得部201、計測値取得部202、転送部203、判定部205、消費電力算出部206、発電電力推定部207及び給湯機制御部208のそれぞれとして機能した。しかしながら、本発明において、制御部21は、専用のハードウェアであってもよい。専用のハードウェアとは、例えば単回路、複合回路、プログラム化されたプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、又は、これらの組み合わせ等である。制御部21が専用のハードウェアである場合、各部の機能それぞれを個別のハードウェアで実現してもよいし、各部の機能をまとめて単一のハードウェアで実現してもよい。
- [0155] また、各部の機能のうち、一部を専用のハードウェアによって実現し、他の一部をソフトウェア又はファームウェアによって実現してもよい。このように、制御部21は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又は、これらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。
- [0156] 本発明に係る制御装置2の動作を規定する動作プログラムを既存のパーソナルコンピュータ又は情報端末装置等に適用することで、当該パーソナルコンピュータ又は情報端末装置等を、本発明に係る制御装置2として機能させることも可能である。
- [0157] また、このようなプログラムの配布方法は任意であり、例えば、CD-ROM (Compact Disk ROM)、DVD (Digital Versatile Disk)、MO (Magnetooptical Disk)、又は、メモ리카ード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てもよいし、インターネット等の通信ネットワークを介して配布してもよい。
- [0158] 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、上述した実施形態は、この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。すなわち、本発明の範囲は、実施形態ではなく、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、この発明の範囲内とみなされる。

産業上の利用可能性

[0159] 本発明は、電力の管理を行うシステム等に好適に採用され得る。

符号の説明

[0160] 1, 1 a エネルギー管理システム、2 制御装置、3 操作端末、4 電力計測装置、5 給湯機、6 発電設備、7 (7-1, 7-2, ...) 機器、8 商用電力系統、9 分電盤、10 PVパネル、11 PV-PCS、12 ルータ、13 データサーバ、14 電力サーバ、21 制御部、22 記憶部、23 計時部、24 宅内通信部、25 宅外通信部、29 バス、31 PV抑制画像、32 連携制御画像、40 電力データベース、50 ヒートポンプユニット、51 タンクユニット、52 配管、53 貯湯タンク、54 給湯コントローラ、55 リモコン、56 混合弁、57 シャワー、58 蛇口、59 通信線、200 端末通信部、201 指示取得部、202 計測値取得部、203 転送部、205 判定部、206 消費電力算出部、207 発電電力推定部、208 給湯機制御部、210 指示記憶部、220 計測値記憶部、230 設定記憶部、D1~D5 電力線、H 家屋、N 広域ネットワーク

請求の範囲

- [請求項1] 需要地に設置された発電設備による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示を取得する指示取得手段と、前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合、前記特定の期間において予め定められた条件が満たされると、前記需要地に設置された給湯機に沸上げ運転を指令する給湯機制御手段と、を備える、制御装置。
- [請求項2] 前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力が前記発電電力より小さい場合に、満たされる、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記発電設備から前記需要地に供給される電力が前記指示によって定められる制限値より大きい場合に、満たされる、請求項1又は2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記商用電力系統から前記需要地に電力が供給されていない場合に、満たされる、請求項1から3のいずれか1項に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記商用電力系統から前記需要地に電力が供給されておらず、前記発電設備から前記需要地に供給される電力が前記指示によって定められる制限値より大きく、且つ、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力が前記発電電力より小さい場合に、満たされる、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項6] 前記特定の期間より前の期間において、前記発電設備から前記需要地に供給される電力の計測値を取得する第1計測値取得手段、をさら

に備え、

前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力が、前記第1計測値取得手段によって取得された前記計測値より小さい場合に、満たされる、

請求項1から5のいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項7]

前記特定の期間は、特定の日における特定の時間帯であり、

前記第1計測値取得手段は、前記特定の日より前の日における、前記特定の時間帯と同じ時間帯において、前記発電設備から前記需要地に供給される電力の計測値を取得する、

請求項6に記載の制御装置。

[請求項8]

前記第1計測値取得手段は、前記特定の日より前の複数の日における前記特定の時間帯と同じ時間帯において、前記発電設備から前記需要地に供給される電力の計測値を取得し、

前記予め定められた条件は、前記特定の期間において、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力が、前記第1計測値取得手段によって取得された前記複数の日における前記計測値のうちの最大値より小さい場合に、満たされる、

請求項7に記載の制御装置。

[請求項9]

前記給湯機が前記沸上げ運転を実行する前における前記需要地の消費電力の計測値を取得する第2計測値取得手段と、

前記給湯機が前記沸上げ運転を実行する前における前記給湯機の消費電力の計測値を取得する第3計測値取得手段と、

前記第2計測値取得手段によって取得された前記需要地の消費電力の計測値から、前記第3計測値取得手段によって取得された前記給湯機の消費電力の計測値を減じ、前記給湯機の消費電力の定格値を加えることにより、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力を算出する消費電力算出手段と、をさらに備え

る、

請求項2又は5から8のいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項10]

前記給湯機制御手段は、前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合、前記特定の期間において、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力に第1の閾値を加えた値が前記発電電力より小さいときに、前記給湯機に前記沸上げ運転を指令し、前記給湯機が前記沸上げ運転を実行した場合における前記需要地の消費電力に前記第1の閾値より小さい第2の閾値を加えた値が前記発電電力より小さいときに、前記給湯機に前記沸上げ運転の停止を指令する、

請求項1から9のいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項11]

需要地に設置された発電設備による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示を取得し、

前記特定の期間において、予め定められた条件が満たされた場合に、前記需要地に設置された給湯機に沸上げ運転を指令する、

給湯機の制御方法。

[請求項12]

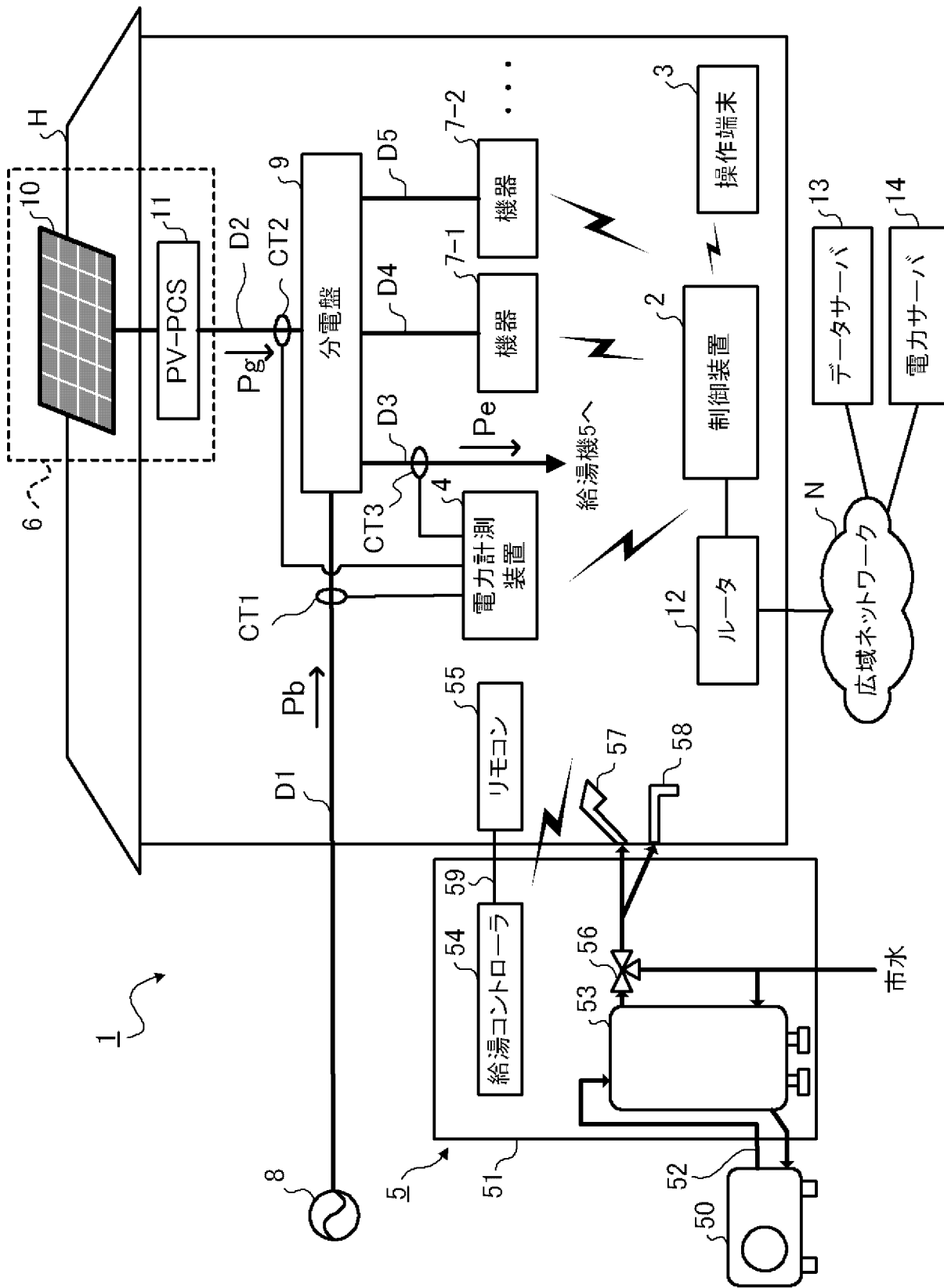
コンピュータに、

需要地に設置された発電設備による発電電力の、特定の期間における商用電力系統への供給を抑制する指示を取得する指示取得手段、

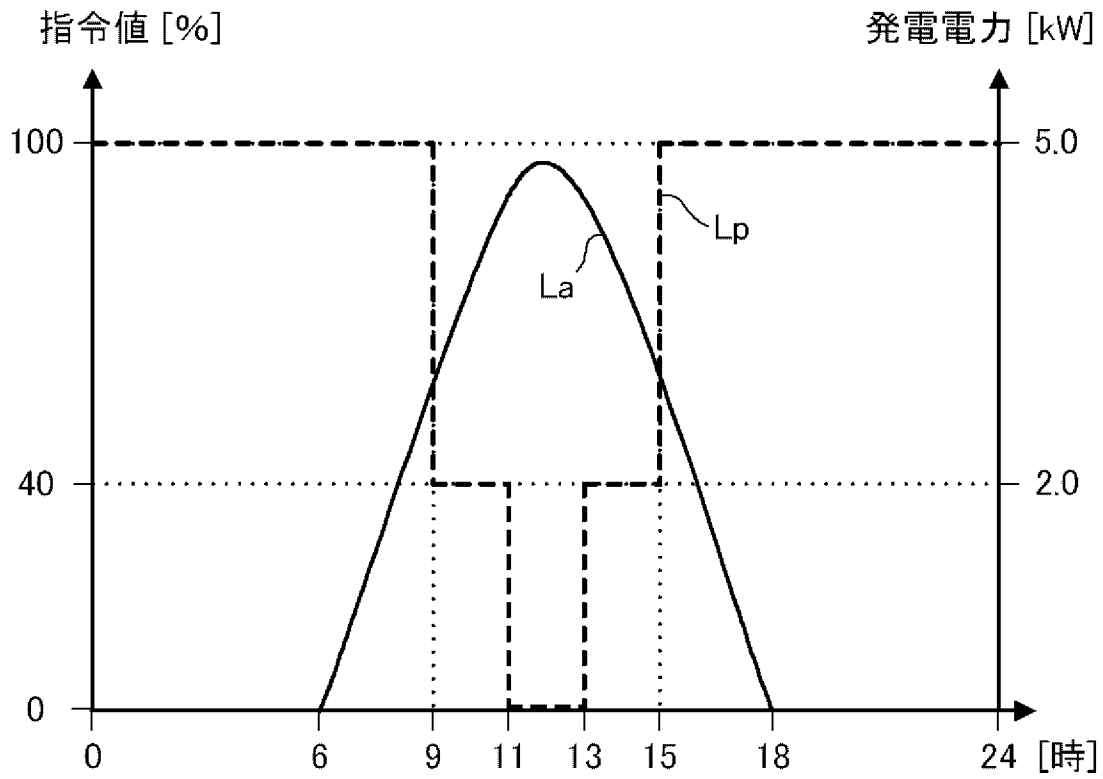
前記指示取得手段によって前記指示が取得された場合、前記特定の期間において予め定められた条件が満たされると、前記需要地に設置された給湯機に沸上げ運転を指令する給湯機制御手段、として機能させる、

プログラム。

[図1]

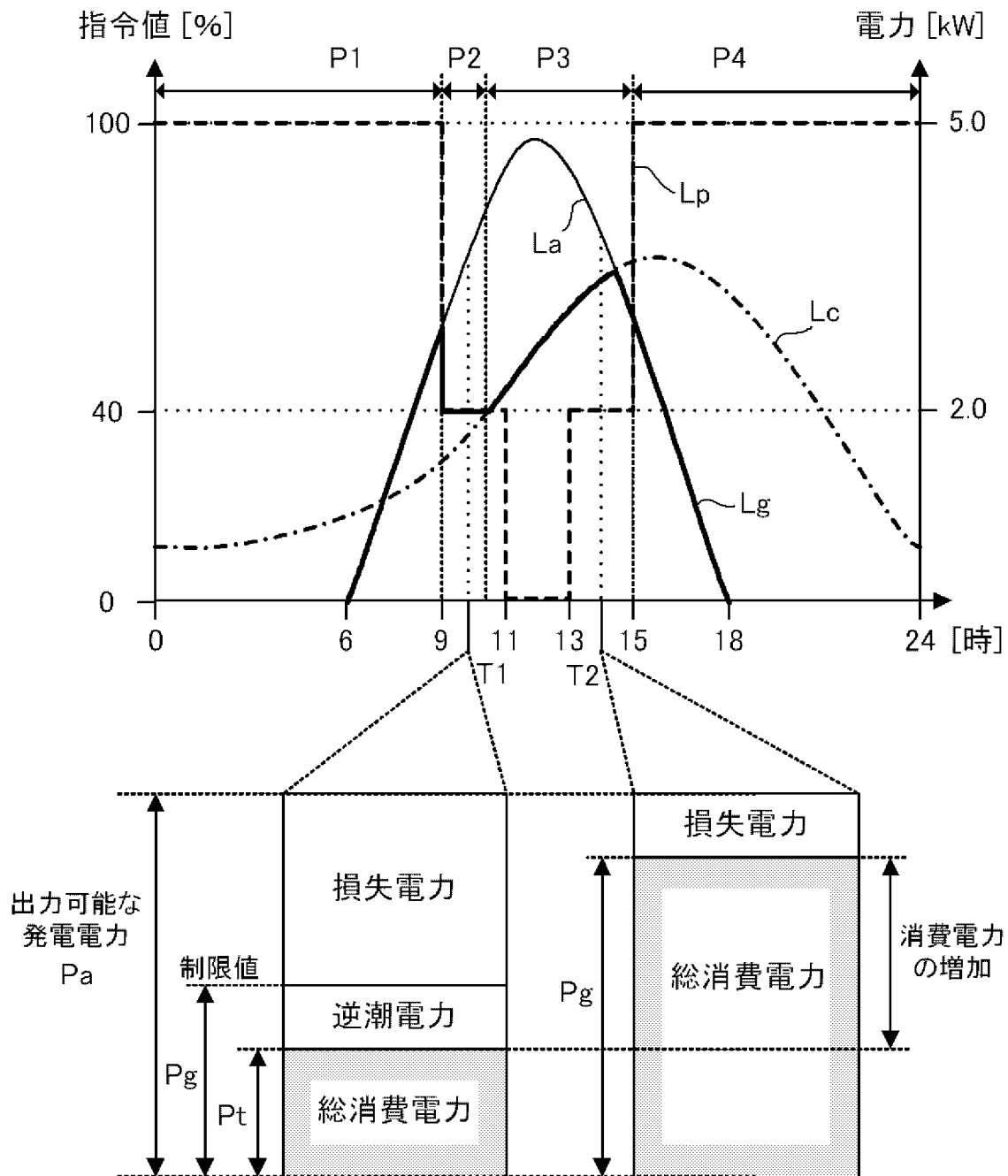


[図2]

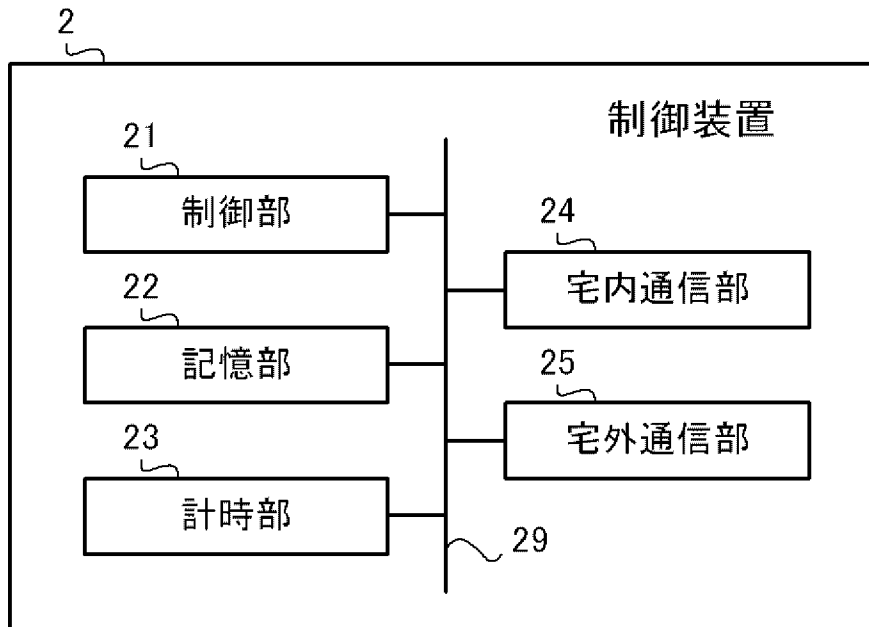


時間 [時]	0 - 9	9 - 11	11 - 13	13 - 15	15 - 24
指令値 [%]	100 %	40 %	0 %	40 %	100 %

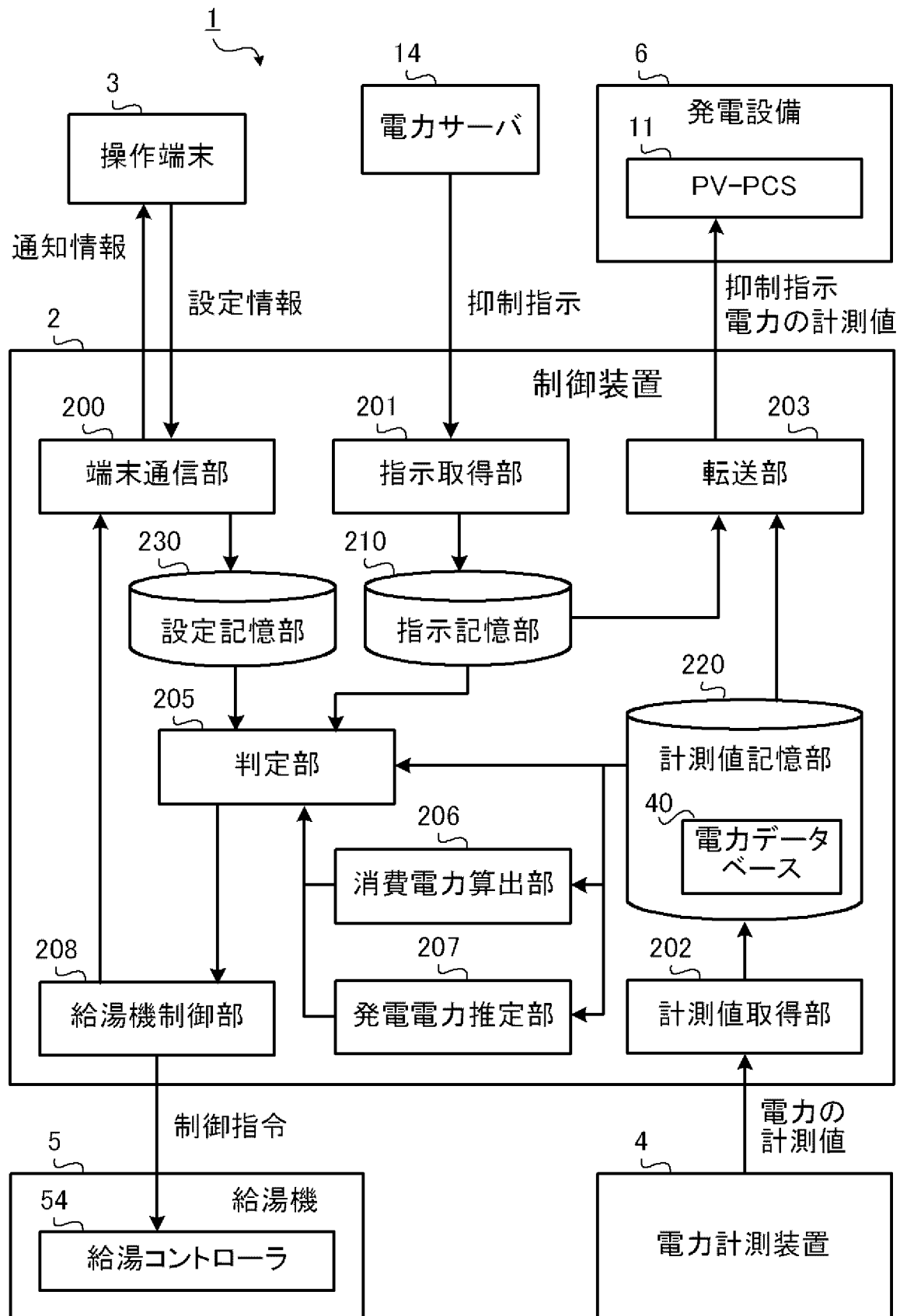
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

3

エネマネ設定

省エネモード

自動 >

太陽光出力抑制連携モード

太陽光出力抑制連携制御 ON

太陽光発電連携モード

なし

売電優先

余剰活用

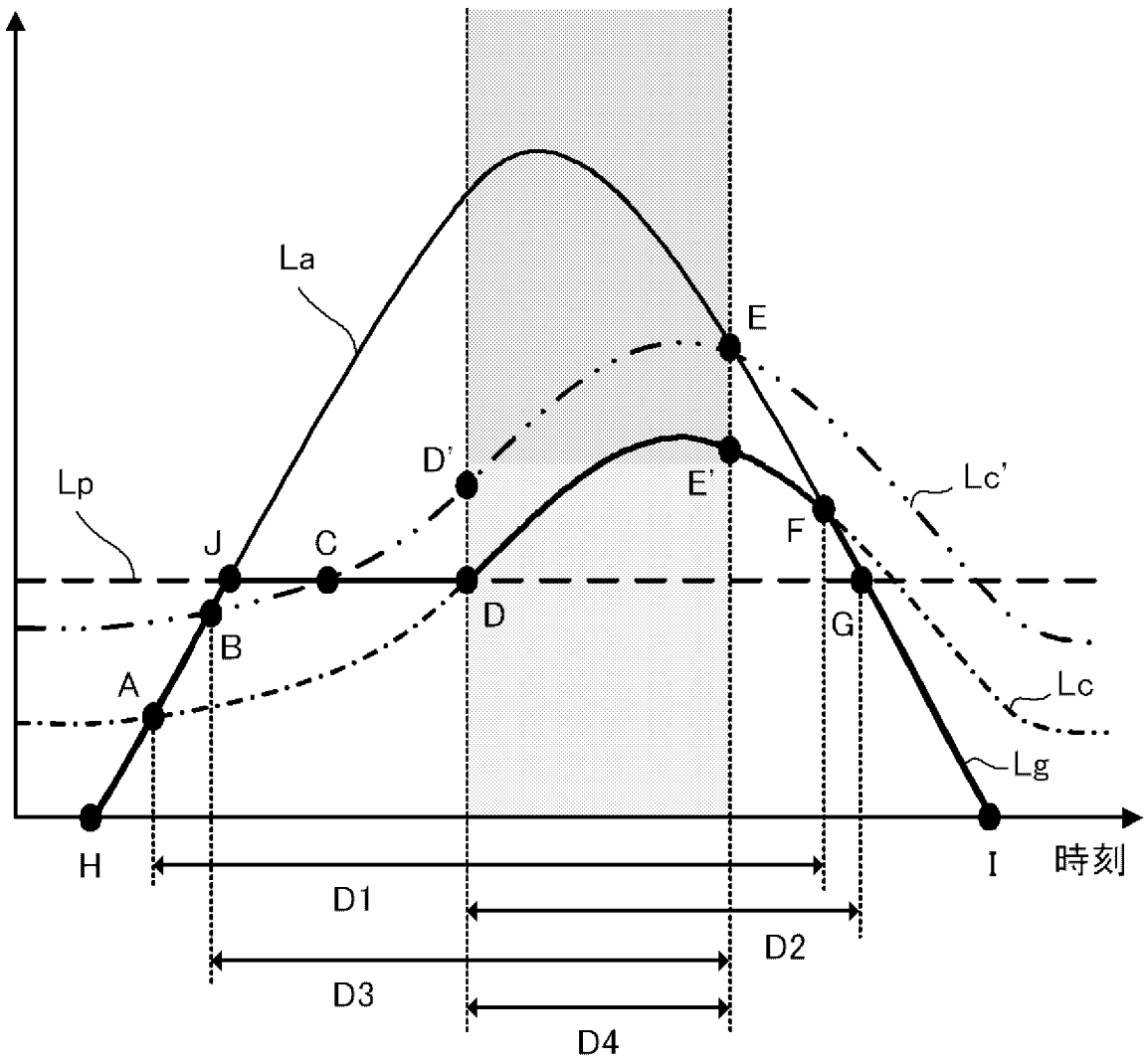
[図7]

40

計測日時	買電電力量 (Pb) [Wh]	発電設備の 出力電力量 (Pg) [Wh]	総消費電力量 (Pc=Pb+Pg) [Wh]	給湯機の 消費電力量 (Pe) [Wh]
2015 10/25 12:00:00	3021	1081	4102	121
2015 10/25 12:30:00	2981	1279	4260	145
2015 10/25 13:00:00	3015	1150	4165	132
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

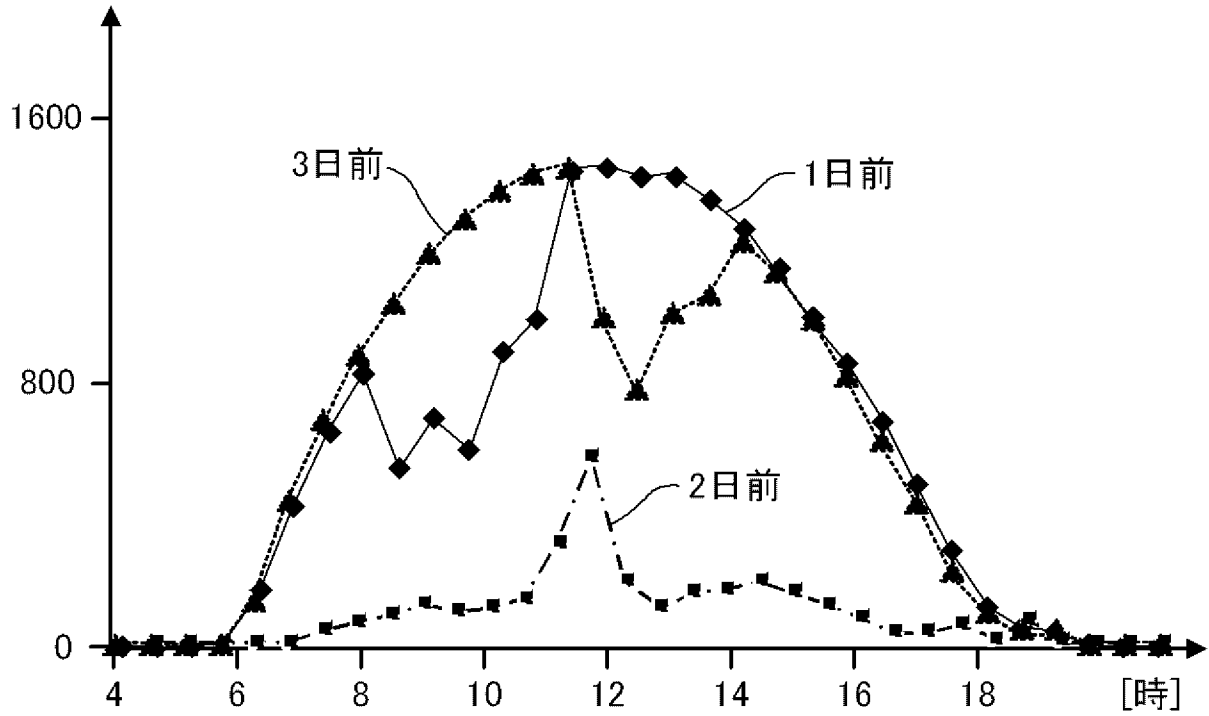
[図8]

電力 [kW]



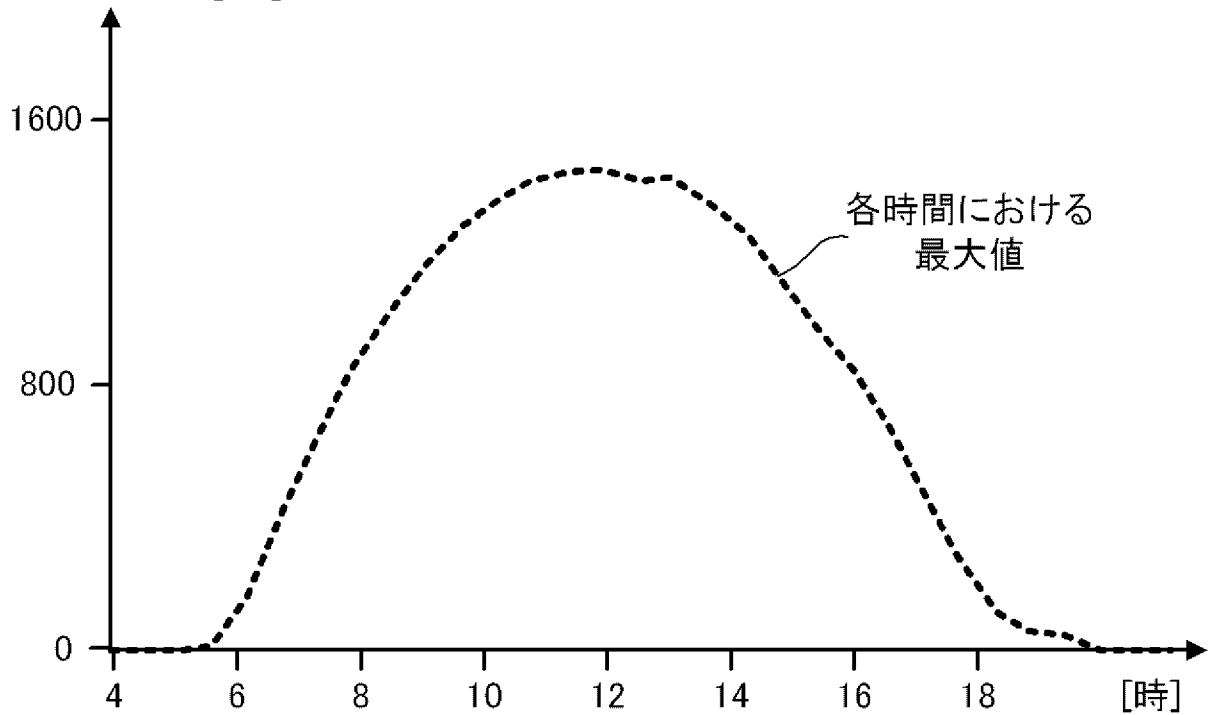
[図9]

発電設備からの
出力電力量 [Wh]

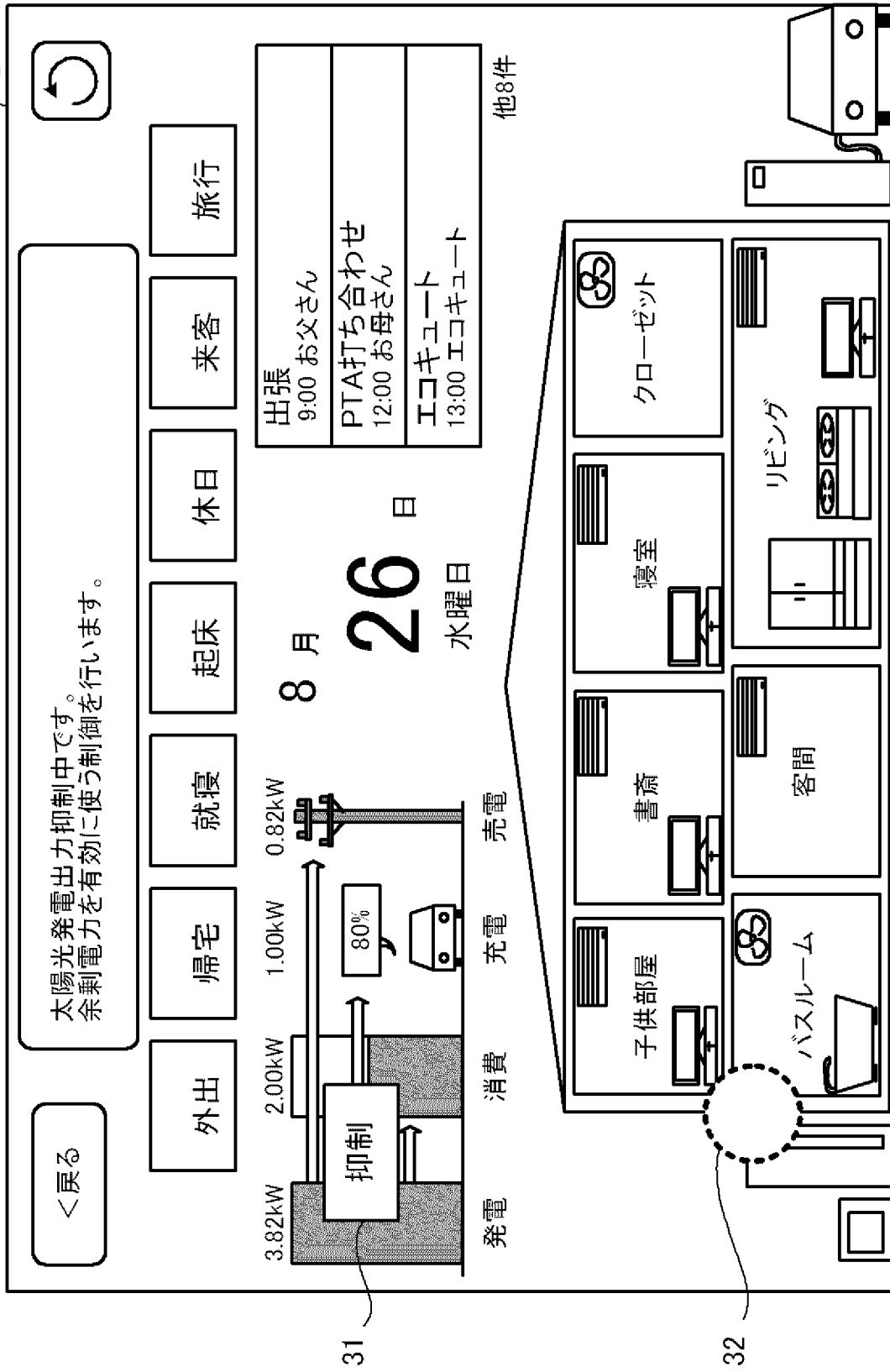


[図10]

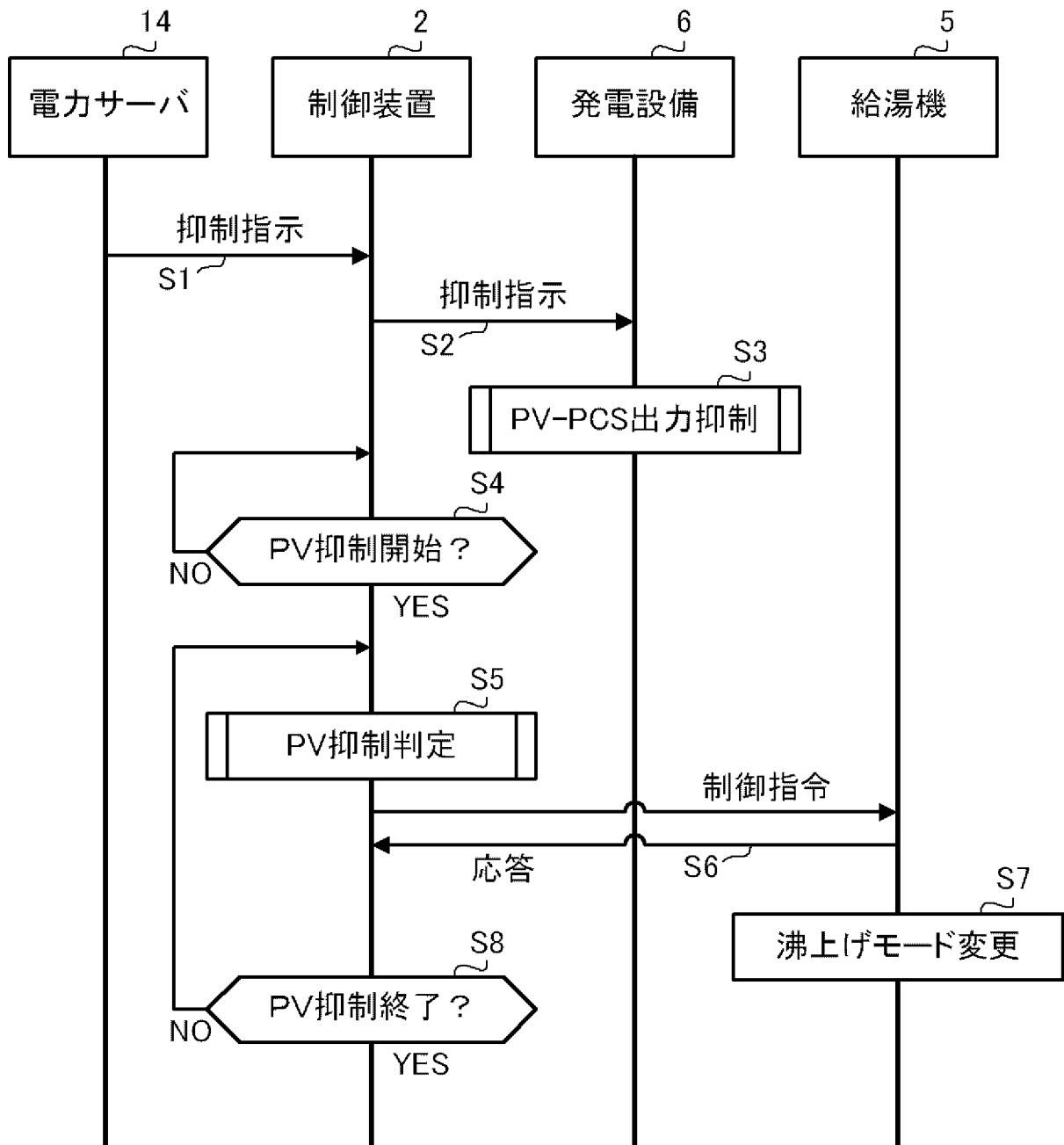
発電設備からの
出力電力量 [Wh]



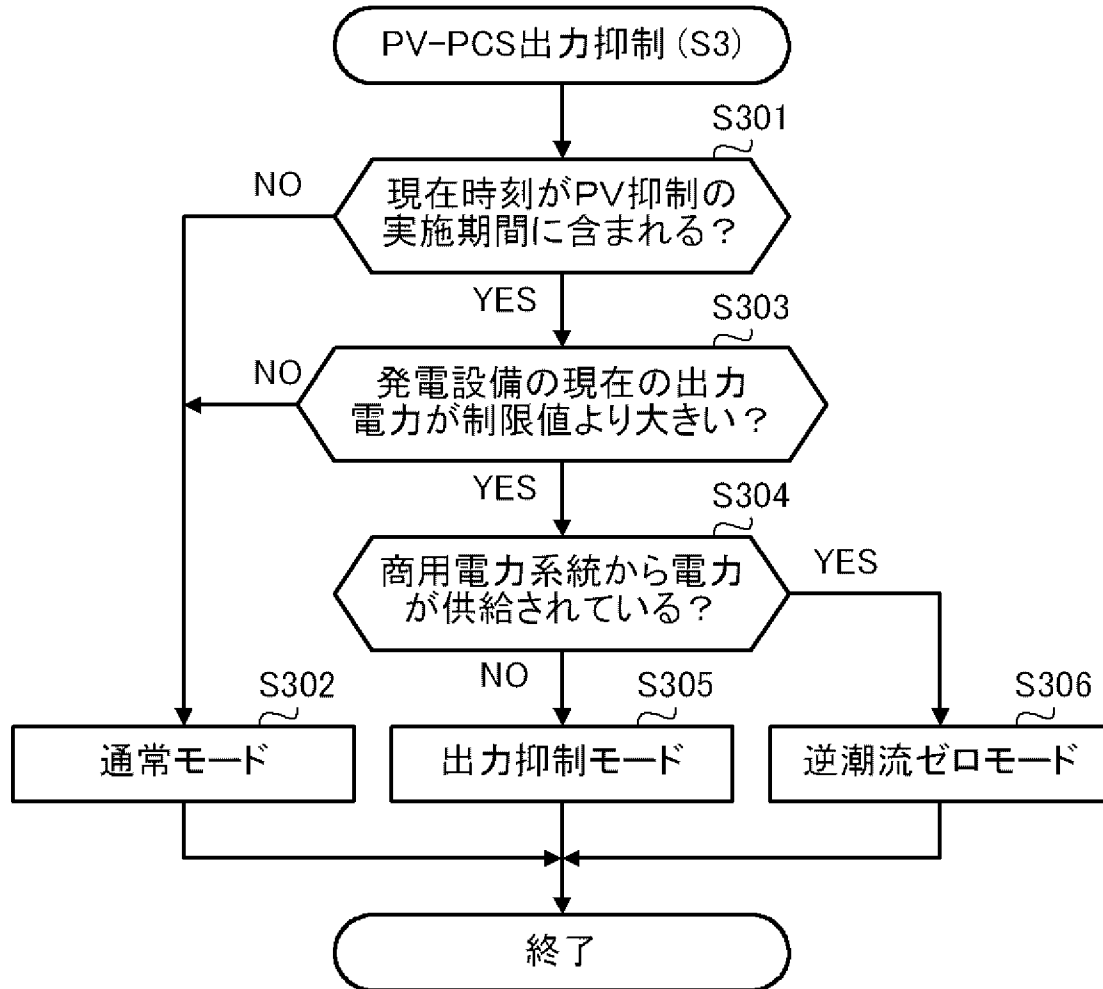
[図11]



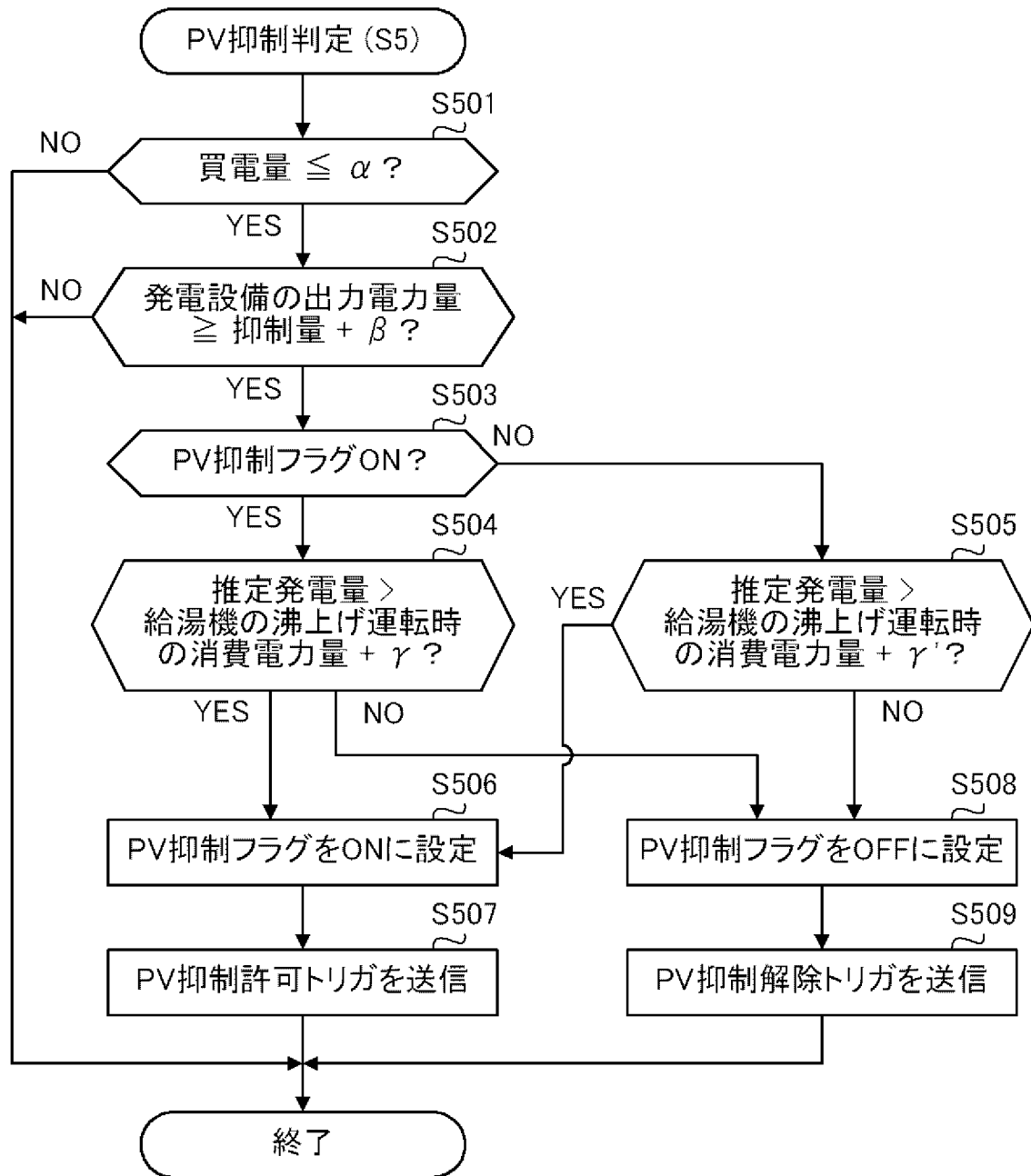
[図12]



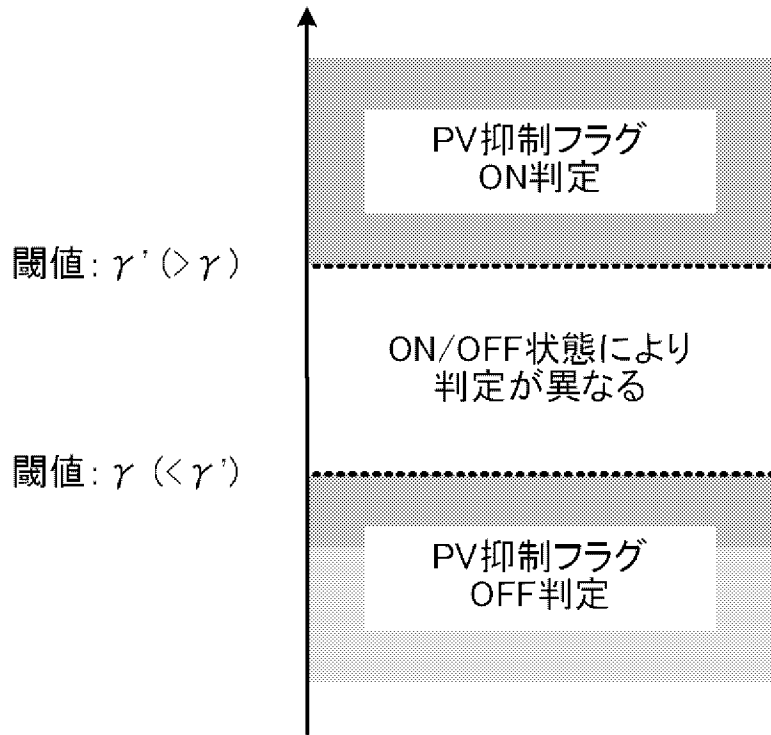
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/086274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F24H1/00(2006.01)i, F24H1/18(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

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 2013-110951 A (Panasonic Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), paragraphs [0027] to [0070]; fig. 1 to 2 & US 2014/0222237 A1 paragraphs [0035] to [0078]; fig. 1 to 2 & WO 2013/062016 A1 & EP 2773008 A1	1-12
Y	JP 2010-11705 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 14 January 2010 (14.01.2010), claims (Family: none)	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 March 2016 (14.03.16)	Date of mailing of the international search report 22 March 2016 (22.03.16)
---	--

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/JP2015/086274

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/030195 A1 (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 17 March 2011 (17.03.2011), entire text; all drawings & US 2012/0203387 A1 & EP 2477300 A1 & CN 102577008 A	1-12
A	JP 2013-2794 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 07 January 2013 (07.01.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F24H1/00(2006.01)i, F24H1/18(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 (IPC)) Int.Cl. F24H1/00, F24H1/18											
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の 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	J P 2013-110951 A (パナソニック株式会社) 2013.06.06, 段落0027-段落0070, 図1-図2 & US 2014/0222237 A1, 段落0035-段落0078, 図1-図2 & WO 2013/062016 A1 & EP 2773008 A1	1-12									
Y	J P 2010-11705 A (三洋電機株式会社) 2010.01.14, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12									
☞ 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 14.03.2016		国際調査報告の発送日 22.03.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 黒石 孝志	3 L 9527								
		電話番号 03-3581-1101 内線	3337								

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	WO 2011/030195 A1 (パナソニック電気株式会社) 2011.03.17, 全文, 全図 & US 2012/0203387 A1 & EP 2477300 A1 & CN 102577008 A	1-12
A	JP 2013-2794 A (一般財団法人電力中央研究所) 2 013.01.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12