

(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
2014年9月12日(12.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/136341 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 3/46 (2006.01) G06Q 50/06 (2012.01)
F24H 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082978
- (22) 国際出願日: 2013年12月9日(09.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-045471 2013年3月7日(07.03.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 谷本 智彦 (TANIMOTO, Tomohiko); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 片山 恭

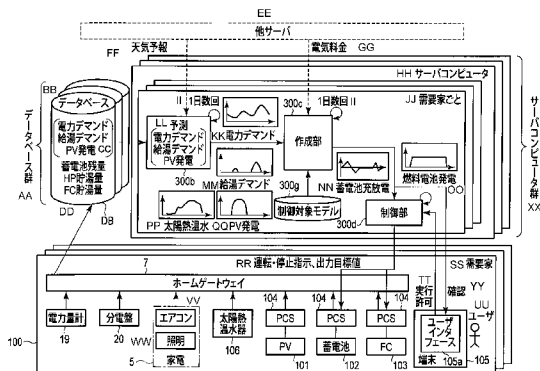
介 (KATAYAMA, Kyosuke); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 久保田 和人 (KUBOTA, Kazuto); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 松江 清高 (MATSUE, Kiyotaka); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 和田 卓久 (WADA, Takahisa); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 酢山 明弘 (SUYAMA, Akihiro); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 平 博司 (TAIRA, Hiroshi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目三番二号 勸銀不二屋ビル六階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM, ENERGY MANAGEMENT METHOD, PROGRAM, AND SERVER

(54) 発明の名称: エネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラムおよびサーバ



- 5 Home appliance
- 7 Home gateway
- 19 Electricity meter
- 29 Distribution board
- 102 Storage cell
- 105 Terminal
- 105a User interface
- 106 Solar water heater
- 300c Preparation unit
- 300d Control unit
- 300g Control subject model
- AA Database group
- BB Database
- CC (Power demand, water heating demand, PV power generation)
- DD Storage battery remaining amount, HP storage amount, FC storage amount
- EE Other server
- FF Weather forecast
- GG Electric bill
- HH Server computer
- II Several times per day
- IJ Each user
- KK Power demand
- LL Forecast (power demand, water heating demand, PV power generation)
- MM Water heating demand
- NN Charge and discharge of storage cell
- OO Power generation of fuel cell
- PP Solar water heater
- QQ PV power generation
- RR Operation and stop instruction, intended output value
- SS User
- TT Executable
- UU User
- VV Air conditioner
- WW Lighting
- XX Server computer group
- YY Confirm

(57) Abstract: According to an embodiment of the invention, an energy management system manages the energy of a user provided with a water heater, the water heater using a renewable energy as a heat source. The energy management system is equipped with an acquisition unit, a forecasting unit, a preparation unit, and a control unit. The acquisition unit acquires from the user data relating to energy-relevant devices including the water heater, a power-generating apparatus, an electric storage apparatus, and an energy-consuming device. The forecasting unit forecasts the demand and supply amount of energy of the user on the basis of the data. The preparation unit prepares an operation schedule on the basis of the amount of energy demanded and supplied to minimize the energy cost of the user under conditions where the surplus power wasted due to the full charge of the electric storage apparatus is minimized. The control unit controls the energy-relevant devices on the basis of the operation schedule.

(57) 要約: 実施形態によればエネルギー管理システムは、再生可能エネルギーを熱源とする給湯器を備える需要家のエネルギーを管理する。このエネルギー管理システムは、取得部、予測部、作成部、制御部を具備する。取得部は給湯器、発電装置、蓄電装置およびエネルギー消費機器を含むエネルギー関連機器に係わるデータを需要家から取得する。予測部はデータに基づいて需要家におけるエネルギーのデマンドおよび供給量を予測する。作成部は蓄電装置の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化する条件下で需要家のエネルギーコストを最小化すべくエネルギーのデマンドおよび供給量に基づいて運転スケジュールを作成する。制御部は運転スケジュールに基づいてエネルギー関連機器を制御する。



(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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

エネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラムおよびサーバ
技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、需要家（カスタマー）側におけるエネルギー収支を管理するエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラムおよびサーバに関する。

背景技術

[0002] 近年の環境保全意識の高まりと電力不足への不安を背景に、ゼロエネルギー住宅（Zero Energy Home：Z E H）、あるいはネット・ゼロエネルギー住宅に注目が集まっている。ネット・ゼロエネルギー住宅は、年間の一次エネルギー消費量がネット（正味）で概ねゼロとなる住宅を意味する。この種の住宅の実現には、太陽光発電（Photovoltaic Power Generation：P V）システム、蓄電池、あるいは燃料電池（Fuel Cell：F C）などの分散型電源と、家庭エネルギー管理システム（Home Energy Management System：H E M S）とが不可欠である。

[0003] F Cは、昼夜、天候を問わず安定して発電でき、排熱を利用して熱エネルギーを供給できるので、分散型電源のなかでも特に有望視されている。しかしながらF Cから商用電力系統（grid）への逆潮流は、電力会社との契約上、許されていない。そこで、F Cにより発電された電力の逆潮流を防止するための技術が幾つか提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2009-296097号公報
特許文献2：特開2002-48005号公報
特許文献3：特開2010-273407号公報
特許文献4：特開2011-181377号公報

特許文献5：特開2005-304118号公報

特許文献6：特開2012-115003号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 逆潮流を防止するための対策として、FCによる余剰電力をダミー負荷やヒータで消費するという技術がある。これではエネルギーが無駄に消費される。余剰電力を蓄電池に充電するという技術もあるが、充電の必要が生じたときに既に蓄電池が満充電であり、充電できないことも考えられる。

[0006] ヒータと蓄電池とを併用しても、FCの出力を変化させるには長い時間を要するので、電力需要（デマンド）の少ない時間が長期に渡ると余剰電力の発生量が蓄電池容量を上回ってしまう。このようなケースではFCの運転を停止するか、ヒータで余剰電力を消費せざるを得ない。リレーにより系統から解列することで逆潮流を防止するにしても、生じた余剰電力は無駄に消費されているのが現状である。

[0007] その一方で、太陽熱や地中熱などの熱源を有効に利用すれば、余剰電力をグリッドに売電してコストメリットを得られる可能性がある。このように、直接、熱エネルギーとして利用可能な再生可能エネルギーをも考慮して余剰電力の無駄な消費を抑えようとする技術は知られていない。

[0008] 目的は、余剰電力が無駄に消費されることを防止可能なエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラムおよびサーバを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 実施形態によれば、エネルギー管理システムは、再生可能エネルギーを熱源とする給湯器を備える需要家のエネルギーを管理する。このエネルギー管理システムは、取得部と、予測部と、作成部と、制御部とを具備する。取得部は、給湯器、発電装置、蓄電装置およびエネルギー消費機器を含むエネルギー関連機器に係わるデータを需要家から取得する。予測部は、取得されたデータに基づいて需要家におけるエネルギーデマンドおよびエネルギー供給

量を予測する。作成部は、蓄電装置の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化する条件下で、需要家におけるエネルギーコストを最小化すべく、予測されたエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量に基づいてエネルギー関連機器の運転スケジュールを作成する。制御部は、作成された運転スケジュールに基づいてエネルギー関連機器を制御する。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、実施形態に係わるシステムの一部を示す図である。
- [図2]図2は、実施形態に係るエネルギー管理システムの一部を示す図である。
- [図3]図3は、第1の実施形態に係るHEMSの要部を示す機能ブロック図である。
- [図4]図4は、第1の実施形態に係わる制御対象モデル300gについて説明するための図である。
- [図5]図5は、第1の実施形態における処理手順の一部を示すフローチャートである。
- [図6]図6は、第1の実施形態に係る遺伝的アルゴリズムの遺伝子設計の一部を示す概念図である。
- [図7]図7は、第1の実施形態に係る最適化演算の流れの一部を示すフローチャートである。
- [図8]図8は、第1の実施形態により得られる効果を説明するための図である。
- [図9]図9は、第2の実施形態に係るHEMSの要部を示す機能ブロック図である。
- [図10]図10は、第2の実施形態に係わる制御対象モデル300gについて説明するための図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 図1は、実施形態に係わるシステムの一部を示す図である。図1は、いわゆるスマートグリッドとして知られるシステムの一部を示す。既存の電力網

(grid) では原子力、火力、水力などの既存発電所と、一般家庭や、ビル、工場といった多種多様な需要家とが電力網によって接続される。次世代の電力系統 (Power grid) ではこれらに加えて太陽光発電 (Photovoltaic Power Generation : P V) システムや風力発電装置などの分散型電源や蓄電装置、新交通システムや充電スタンドなどが電力系統に接続される。これら多種多様な要素は通信グリッドを介して通信することが可能である。

[0012] エネルギーを管理するシステムは、エネルギーマネジメントシステム (Energy Management System : E M S) と総称される。E M Sはその規模などに応じて幾つかに分類される。例えば一般家庭向けのH E M Sのほか、ビルディング向けのB E M S (Building Energy Management System) などがある。このほか、集合住宅向けのM E M S (Mansion Energy Management System)、コミュニティ向けのC E M S (Community Energy Management System)、工場向けのF E M S (Factory Energy Management System) などがある。これらのシステムが連携することできめ細かなエネルギー最適化制御が実現される。

[0013] これらのシステムによれば既存の発電所、分散型電源、太陽光や風力などの再生可能エネルギー源、および需要家の相互間で高度な協調運用が可能になる。これにより再生可能エネルギーを主体とするエネルギー供給システムや、需要家と事業者との双方向連携による需要家参加型のエネルギー需給といった、新規かつスマートな形態の電力供給サービスが生み出される。

[0014] 図2は、実施形態に係るエネルギー管理システムの一例を示す図である。H E M Sは、クライアントシステムと、クラウドコンピューティングシステム (以下、クラウドと略称する) 300とを備える。クラウド300は、クライアントシステムと通信可能なサーバシステムとして理解されることが可能である。

クライアントシステムは、クライアント装置としてのホームゲートウェイ (Home Gateway : H G W) 7を備える。ホームゲートウェイ7はホーム100に設置される通信装置であり、クラウド300から各種のサービスの提供

を受けることができる。

- [0015] クラウド300は、サーバコンピュータSVとデータベースDBとを備える。サーバコンピュータSVは単体でも複数でも良い。データベースDBは一つのサーバコンピュータSVに備えられていても、複数のサーバコンピュータSVに分散して記憶されてもよい。
- [0016] 図2において、電力グリッド6から供給される電力（交流電圧）は、電柱の変圧器61などを経て各家庭に分配され、電力量計（スマートメータ）19を経てホーム100の分電盤20に供給される。電力量計19は、ホーム100に備わるエネルギー生産機器の発電量、ホーム100の電力消費量、電力グリッド6から流れ込む電力量、あるいは電力グリッド6に逆潮流する電力量などを計測する機能を備える。周知のように、再生可能エネルギーに基づいて発電された電力は、電力グリッド6に逆潮流することを許される。
- [0017] 分電盤20は配電線21を介して、この分電盤20に接続される家電機器（照明、エアコン、あるいはヒートポンプ式給湯器（HP）など）5やパワーコンディショニングシステム（PCS）104に電力を供給する。また分電盤20は、フィーダごとの電力量を計測する計測装置を備える。
- [0018] ホーム100は、電気機器を備える。電気機器はホーム100内の配電線21に接続可能な機器である。電力を消費する機器（負荷）、電力を生成する機器、電力を消費し生成する機器、および蓄電池などが電気機器に該当する。つまり家電機器5、PVユニット101、蓄電池102および燃料電池（以下、FCユニットと表記する）103などが、いずれも電気機器に相当する。電気機器はコンセント（図示せず）を介して配電線21に着脱可能に接続され、配電線21を介して分電盤20に接続される。
- [0019] ホーム100の屋根や外壁にはPVユニット101が設置される。PVユニット101は、再生可能エネルギーから電力エネルギーを生産する創エネルギー機器である。風力発電システムなども創エネルギー機器の範疇に入る。
- [0020] FCユニット103は、非再生可能エネルギー源である都市ガスやLPガ

ス（液化プロパンガス）から電力を生産する発電ユニットである。FCユニット103により生成された電力は電力グリッド6に逆潮流することを禁止されているので、余剰電力を生じることがある。余剰電力は蓄電池102に充電されることが可能である。

[0021] PCS104はインバータ（図示せず）を備える。PCS104は、PVユニット101、蓄電池102あるいはFCユニット103から供給される直流電力を交流電力に変換して、配電線21に供給する。これにより、電気機器はPCS104を介して、蓄電池102やFCユニット103からも電力の供給を受けることができる。また、PCS104はコンバータ（図示せず）を備える。PCS104は、配電線21からの交流電力を直流電力に変換して蓄電池102に供給する。

[0022] 要するにPCS104は、蓄電池102およびFCユニット103と配電線21との間でエネルギーを授受するための、電力変換器としての機能を備える。PCS104は蓄電池102やFCユニット103を安定して稼働させるために制御する機能も備える。なお図2において、PCS104がPVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103に共通に接続される形態が示される。この形態に限らず、PV101、蓄電池102およびFCユニット103がそれぞれ個々にPCSの機能を備えてもよい。

[0023] さらに、ホーム100の屋根には太陽熱温水器106が設置される。太陽熱温水器106は、再生可能エネルギーである太陽熱を熱源として温水を生成する創エネルギー機器、である。生成された温水はホーム100の給湯配管（図示せず）に供給される。ホーム100のエネルギー収支を最適化するために、太陽熱温水器106により得られた熱エネルギーを利用することが可能である。

[0024] ホーム100には無線LAN（Local Area Network）などのホームネットワーク25が形成される。ホームゲートウェイ7はホームネットワーク25とIPネットワーク200との双方に、コネクタ（図示せず）などを介して着脱可能に接続される。これによりホームゲートウェイ7は、ホームネット

ワーク25に接続される電力量計19、分電盤20、PCS104、および家電機器5と相互に通信可能である。なおホームネットワーク25は無線、あるいは有線のいずれでも良い。

[0025] ホームゲートウェイ7は、実施形態に係る処理機能として通信部7aを備える。通信部7aは、クラウド300に各種のデータを送信し、またクラウド300から各種のデータを受信する、ネットワークインタフェースである。

[0026] ホームゲートウェイ7はCentral Processing Unit (CPU) とメモリ (図示せず) を備えるコンピュータである。メモリは、このコンピュータを制御するプログラムを記憶する。プログラムは、クラウド300と通信したり、家電機器5や蓄電池102、FCユニット103の運転スケジュールの計算をクラウド300に要求したり、システムの制御に需要家の意思を反映させたりするための命令を含む。CPUが各種のプログラムに基づいて機能することで、ホームゲートウェイ7に係る諸機能が実現される。

[0027] すなわちホームゲートウェイ7は、クラウド300に各種のデータを送信し、またクラウド300から各種のデータを受信する。ホームゲートウェイ7は、クラウド300、サーバコンピュータSVと通信可能なクライアントである。ホームゲートウェイ7から送信される各種データには、クラウド300に各種の演算を要求するための要求信号が含まれる。

[0028] ホームゲートウェイ7は有線回線または無線回線を介して端末105に接続される。ホームゲートウェイ7と端末105とを合わせてローカルサーバとしての機能を実現することも可能である。端末105はいわゆるタッチパネルなどのほか、例えば汎用的な携帯情報機器やパーソナルコンピュータ、あるいはタブレット端末などでもよい。

[0029] 端末105は家電機器5、PVユニット101、蓄電池102、FCユニット103の稼働状況や電力消費量を例えばLCD (Liquid Crystal Display) に表示したり、音声ガイダンスなどで需要家 (ユーザ) に報知する。また端末105は操作パネルを備え、需要家による各種の操作や設定入力を受け

付ける。

- [0030] IPネットワーク200は、いわゆるインターネット、あるいはシステムベンダのVPN (Virtual Private Network) などである。ホームゲートウェイ7は、IPネットワーク200を経由してサーバコンピュータSVと通信したり、データベースDBとデータを授受したりできる。なおIPネットワーク200は、ホームゲートウェイ7とクラウド300との間に双方向の通信環境を形成するための、無線または有線の通信インフラストラクチャを含んで良い。
- [0031] クラウド300は、収集部300a、予測部300b、作成部300c、および制御部300dを備える。また、蓄電池102、FCユニット103および太陽熱温水器106の制御対象モデル300g、および各種のデータ300hがクラウド300のデータベースDBに記憶される。収集部300a、予測部300b、作成部300c、および制御部300dは、単体のサーバコンピュータSV、あるいは、クラウド300に分散配置される機能オブジェクトである。これらの機能オブジェクトを如何にしてシステムにインプリメントするかは、当業者によれば容易に理解されるであろう。
- [0032] 例えば収集部300a、予測部300b、作成部300c、および制御部300dは、クラウド300のサーバコンピュータSVにより実行されるプログラムとして実現される。このプログラムは単体のコンピュータにより実行されることもできるし、複数のコンピュータを備えるシステムにより実行されることも可能である。プログラムに記載される命令が実行されることで、実施形態に係わる諸機能が実現される。
- [0033] 収集部300aは、ホーム100の家電機器5、PVユニット101、蓄電池102、FCユニット103および太陽熱温水器106などの機器、要するにエネルギー関連機器に係わるデータを、各ホーム100のホームゲートウェイ7から定期的、あるいは不定期に取得する。また収集部300aは、端末105におけるユーザの操作履歴などを端末105から取得する。なお収集部300aと端末105とが通信回線40を介して直接通信すること

も可能である。

- [0034] 取得されたデータはデータベースDBにデータ300hとして記憶される。データ300hは、各ホーム100の電力デマンド、各家電機器5の電力消費量、給湯量、稼動状態、蓄電池102の充電残量や充放電電力、PVユニット101の発電量などを含む。加えて、気象庁などから提供される気象データなどもデータ300hに含めることが可能である。
- [0035] 予測部300bは、収集部300aにより取得されたデータ300hに基づいて、ホーム100におけるエネルギーデマンド (energy demand) を予測する。エネルギーデマンドは、例えば電力デマンドや給湯デマンドである。また予測部300bは、データ300hに基づいてホーム100におけるエネルギー供給量 (energy supply) を予測する。エネルギー供給量は、PVユニット101およびFCユニット103の発電量 (電力ベース) を含む。さらに、太陽熱温水器106からの給湯量 (熱量ベース) をエネルギー供給量に含めても良い。
- [0036] 作成部300cは、制御対象モデル300gと、予測されたエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量に基づいて、蓄電池102、FCユニット103の運転スケジュールを作成する。つまり作成部300cは、例えば電力デマンド、給湯デマンド、給湯量、およびPV発電量に基づいて、例えば蓄電池102の充放電スケジュール、またはFCユニット103の発電スケジュール (FC発電スケジュール) を計算する。
- [0037] すなわち作成部300cは、ホーム100におけるエネルギー収支を最適化すべく、蓄電池102、FCユニット103の運転スケジュールを決定する。この処理を最適スケジューリングと称する。エネルギー収支とは例えば光熱費収支である。エネルギー収支は、家電機器5により消費される電力エネルギーのコストと、主にPVユニット101により生成されるエネルギーの売電料金とのバランスにより評価される。実施形態ではさらに、太陽熱温水器106から供給される熱エネルギーを利用することを考える。計算された蓄電池102、FCユニット103の時系列の運転スケジュールはデータ

ベースDBに記憶される。

[0038] 制御部300dは、計算された運転スケジュールに基づいてエネルギー関連機器を制御する。より具体的には、制御部300dは蓄電池102およびFCユニット103を制御するための制御情報を生成する。すなわち制御部300dは、最適スケジュールリングの結果から蓄電池102の充放電、稼働、またはFCユニット103の発電のための運転・停止指示、出力目標値などを生成する。これらの制御情報は、通信回線40を介して端末105やホームゲートウェイ7に送信される。

[0039] ホーム100の端末105は、制御部300dから送信された制御情報に基づく家電機器5の制御に、需要家の意思を反映させるためのインタフェース部（図3のユーザインタフェース105a）を備える。ユーザインタフェース105aは、蓄電池102の充放電スケジュールやFCユニット103の発電スケジュールを表示するための表示器を備える。ユーザは、表示器に表示された内容を見てスケジュールを確認したり、表示されたスケジュールの実行の許可または拒否を選択したりすることができる。これによりスケジュールの実行にユーザの意思を反映させることができる。

[0040] また、需要家は、クラウド300にスケジュールの再計算を要求したり、そのために必要になる情報をシステムに与えたりするための指示（コマンド）を、ユーザインタフェース105aを介して入力することができる。以上の構成を基礎として、以下に、複数の実施形態を説明する。

[0041] [第1の実施形態]

図3は、第1の実施形態に係るHEMSの要部を示す機能ブロック図である。図3において、ホーム100のPCS104、家電機器5、蓄電池102、FCユニット103、電力量計19、および分電盤20から、ホームゲートウェイ7を介して定期的、あるいは不定期に、各種のデータがクラウド300に送信される。データは、例えば各家電機器5の所定時間ごとの電力消費量、稼働状態、蓄電池102の充電残量や充放電電力量、ホーム100の電力デマンド、給湯デマンド、PV発電量、太陽熱温水量（太陽熱温水器

106により供給される温水の量)などを含むことができる。

[0042] 需要家によりユーザインタフェース105aを介して設定された値に対して実際の値が上回ると、あるいは下回ると、ホームゲートウェイ7は関係するデータをクラウド300に送信する。不定期とは、このようなタイミングでの送信を意味する。また端末105のユーザの操作履歴なども、クラウド300に送信される。これらのデータや情報はデータベースDB群に格納される。

[0043] 需要家ごとに設けられる予測部300bは、電力デマンド、給湯デマンド、PV発電量などの収集されたデータ、および天気予報などの気象データも用いて、対象とする日の所定時間ごとの電力デマンド、給湯デマンドおよびPV発電量を予測する。気象データは1日数回のタイミングで他のサーバ(気象庁など)から配信される。この気象データを受信したタイミングに合わせて予測計算を実行してもよい。

[0044] デマンドは、気象情報と過去のデマンドデータからニューラルネットワークにより予測したり(特開平06-276681号公報に開示)、複数の需要家の過去のデマンドデータをグループ化し、グループごとの平均なデマンド変動モデルによって予測する(特開2004-112869号公報に開示)ことが可能である。

[0045] 給湯デマンドは、例えばカレンダー情報から予測する(特開2011-83084号公報に開示)ことができる。PV発電量は、過去データにおける異なる時刻の間の統計的相関、あるいは異なる設置位置の間の統計的相関に基づいて予測する(特開2011-200040号公報)ことが可能である。太陽熱温水についても同様にして予測可能である。

需要家ごとに設けられる作成部300cは、予測計算により算出された所定時間ごとのエネルギーデマンド、エネルギー供給量、エネルギー単価、および制御対象モデル300gなどに基づいて、家電機器5の動作制御に係わる最適スケジューリングを実行する。

[0046] 予測部300b、作成部300cは、例えば需要家ごとに専用に設けられ

る機能オブジェクトとしてインプリメントされることが可能である。つまり予測部300b、作成部300cの機能を需要家ごとに設けることが可能である。例えばプログラムの実行過程においてスレッドを複数立てることで、このような形態が可能である。このような形態によればセキュリティを確保し易いなどのメリットがある。

[0047] あるいは、予測部300b、作成部300cを、複数の需要家に対して設けられる機能オブジェクトとしてインプリメントすることも可能である。つまり予測部300b、作成部300cによる演算を、複数の需要家をまとめた単位で実行することも可能である。このような形態によれば計算リソースの節約などのメリットを得ることが可能である。

[0048] 図4は、第1の実施形態に係わる制御対象モデル300gについて説明するための図である。制御対象モデル300gは、電力グリッド6、FCユニット103、太陽熱温水器106、蓄電池102、PVユニット101および負荷（家電）205を要素として含む。FCユニット103は、FC本体220、補助ボイラ221、逆潮流防止ヒータ222、および貯湯槽223を要素として含む。図4に示される変量を以下に示す。

[数1]

t	: 時刻 [h]
$P_C(t)$: 電力系統からの購入電力 [kW] (負の値は売電電力)
$P_{FC}(t)$: FC発電量 [kW]
$P_H(t)$: 逆潮流防止ヒータの消費電力 [kW]
$P_{PV}(t)$: PV発電量 [kW]
$P_D(t)$: 家庭内の電力需要 [kW]
$P_{SB}(t)$: 蓄電池の充電電力 [kW] (負の値は放電電力)
$Q_D(t)$: 給湯需要 [kcal/h]
$Q_{FC}(t)$: FC排熱量 [kcal/h]
$Q_{ST}(t)$: 貯湯槽からの給湯量 [kcal/h]
$Q_B(t)$: 補助ボイラからの給湯量 [kcal/h]
$Q_H(t)$: 逆潮流防止ヒータの発熱量 [kcal/h]
$Q_S(t)$: 太陽熱による温水量 [kcal/h]
$F(t)$: ガス供給量 [kcal/h]
$F_{FC}(t)$: FCへのガス供給量 [kcal/h]
$F_B(t)$: 補助ボイラへのガス供給量 [kcal/h]
$S(t)$: 蓄電池の充電残量 [kWh]
$H(t)$: 貯湯槽の貯湯量 [kcal]

[0049] 制御対象モデル300gは、それぞれの要素の間の入出力関係と、要素間の入力変数、あるいは出力変数の間の関係式を示す。例えば次式(1)～(11)により制御対象モデル300gを表現することが可能である。

[数2]

$$F(t) = F_{FC}(t) + F_B(t) \quad \dots (1)$$

$$P_{FC}(t) = a F_{FC}(t) + b \quad \dots (2)$$

$$Q_{FC}(t) = \alpha F_{FC}(t) + \beta$$

a, b, α, β : FCの効率から決まる係数 \dots (3)

$$r H(t-1) + Q_{FC}(t) + Q_H(t) = H(t) + Q_{ST}(t)$$

r : 貯湯効率 \dots (4)

$$H_{min} \leq H(t) \leq H_{max}$$

H_{min}, H_{max} : 貯湯槽の容量制約 \dots (5)

$$P_C(t) + P_{PV}(t) + P_{FC}(t) + P_{SB}(t) = P_D(t) + P_H(t) \quad \dots (6)$$

$$P_{FC}(t) + P_{SB}(t) \leq P_D(t) + P_H(t) \quad \dots (7)$$

$$P_H(t) \leq P_{FC}(t) \quad \dots (8)$$

$$S_{min} \leq S(t) \leq S_{max}$$

S_{min}, S_{max} : 蓄電池の容量制約 \dots (9)

$$-P_{FC_DOWN} \leq P_{FC}(t) - P_{FC}(t-1) \leq P_{FC_UP}$$

P_{FC_UP} [kW/h] : FC発電量の増加速度の上限
 P_{FC_DOWN} [kW/h] : FC発電量の減少速度の上限 \dots (10)

$$Q_D(t) = Q_{ST}(t) + Q_B(t) + Q_S(t) \quad \dots (11)$$

[0050] 式(1)において、ガス供給量 $F(t)$ は、FCへの供給量 $F_{FC}(t)$ と補助ボイラへの供給量 $F_B(t)$ との和として示される。FC本体220は、 $F_{FC}(t)$ のガス供給量に対して $P_{FC}(t)$ だけ発電し、 $Q_{FC}(t)$ だけ排熱とする。このFC本体220の入出力特性を、式(2)、(3)のように近似的に示すことができる。つまりFC本体220の入出力特性は、FC本体220におけるガス供給量、発電量、および排熱量の関係により示される。

[0051] 逆潮流防止ヒータ222は、余剰電力 $P_H(t)$ を熱量 $Q_H(t)$ の熱に変換にして消費させる。つまり逆潮流防止ヒータ222は、熱量 $Q_H(t)$ を廃棄することで余剰電力 $P_H(t)$ が電力グリッド6に逆潮流しないようにする。補助ボイラ221は、給湯デマンドのうち貯湯槽223からの給湯 $Q_{ST}(t)$ で賄いきれない分の給湯 $Q_B(t)$ を供給する。

[0052] 式(4)に示されるように、貯湯槽223の貯湯量 $H(t)$ はFC本体2

20の排熱 $Q_{FC}(t)$ 、逆潮流防止ヒータ222の発熱量 $Q_H(t)$ および給湯 $Q_{ST}(t)$ により増減する。式(4)の左辺は貯湯槽223に入る熱量を湯量ベースで表す。左辺第1項は $r \cdot H(t-1)$ = 残存率 \times 前回貯湯量 = 放熱後に残る湯量である。貯湯効率(残存率) r は、時刻 $t-1$ から t の間で、放熱による減少後に残る熱の割合を示す係数である。

[0053] 式(4)の左辺第2項はFC排熱の回収量である。第3項は逆潮流防止ヒータの発熱量である。第2項、第3項のいずれも湯量換算値である。なお、太陽熱温水器106からの給湯配管が貯湯槽223に接続されているケースでは、式(4)の左辺に $Q_S(t)$ が加算され、後述する式(11)の右辺の $Q_S(t)$ は削除される。

[0054] 式(4)の右辺は貯湯槽223から出る熱量との残りの熱量とを湯量ベースで表す。右辺第1項は今回の貯湯量、第2項は今回の給湯量(厳密には時刻 $t-1 \sim t$ の間での給湯量)を示す。式(5)は貯湯槽223の容量制約を示す。

[0055] 蓄電池102は、充放電電力 $P_{SB}(t)$ により充電残量 $S(t)$ が増減するモデルとしてモデル化されることが可能である。式(6)は、電力の需給バランスを示す。 $P_D(t)$ はホーム100の電力デマンドを示し、 $P_C(t)$ は購入電力または売電電力を示し、 $P_{PV}(t)$ はPVユニット101の発電量を示す。式(7)、(8)はFC本体220と蓄電池102からの逆潮流を禁止するという制約条件を示す。式(9)は蓄電池102の容量の制約条件を示す。

[0056] 式(10)は、FCユニット103(FC本体220)の、発電量の時間に対する変化を既定の範囲内に制限するという制約条件を示す。つまり式(10)は、或る時刻 $t-1$ から次の時刻 t までの期間におけるFC本体220発電量の変化量を、FC発電量の減少速度の下限である $-P_{FC\ DOWN}$ とFC発電量の増加速度の上限である $P_{FC\ UP}$ との間に制限するという制約条件である。

[0057] なお、給湯デマンド $Q_D(t)$ は、式(11)に示されるように貯湯槽223からの給湯量 $Q_{ST}(t)$ と、補助ボイラからの給湯量 $Q_B(t)$ と、太陽熱温

水器 106 からの給湯 $Q_s(t)$ とで賄われる。

- [0058] 作成部 300c (図 2、図 3) は、電力デマンド、給湯デマンド、PV 発電量、太陽熱温水器 106 からの温水量、電気・ガスの料金単価、および電力買い取り価格に基づいて、FC ユニット 103 の発電 $P_{FC}(t)$ のスケジュール、および蓄電池 102 の充放電 $P_{SB}(t)$ のスケジュールを作成する。各スケジュールは、蓄電池 102 の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化するという制約条件下で、光熱費（エネルギーコスト）を最小とすべく、例えば最適化アルゴリズムにより作成される。最適化アルゴリズムには例えば遺伝的アルゴリズムを用いることができる。次に、上記構成における作用を説明する。
- [0059] 図 5 は、第 1 の実施形態における処理手順の一例を示すフローチャートである。最適化演算には電力デマンド予測、給湯デマンド予測、PV 発電量予測などの処理を必要とする。最適化演算は、予測計算が実行される 1 日数回のタイミングに合わせて実行される。
- [0060] 図 5 において、予測部 300b は所定時間ごとの電力デマンド、給湯デマンド、PV 発電量および太陽熱温水量に係わる各データをデータベース DB から取得する（ステップ S1-1）。このステップでは現在のデータだけでなく、例えば前年同日のデータなど過去のデータを取得しても良い。次に予測部 300b は、運転スケジュールの算出のため所定時間ごとの電力デマンド、給湯デマンド、PV 発電量および太陽熱温水量を予測する（ステップ S1-2）。
- [0061] 次に作成部 300c は、光熱費収支を最小とすべく FC ユニット 103 の発電量と蓄電池 102 の充放電量の所定時間ごとのスケジュールを算出する（ステップ S1-3）。算出されたスケジュールはデータベース DB に記憶される。
- [0062] 次にシステムは、蓄電池 102 の充放電量スケジュール、または FC ユニット 103 の発電量のスケジュールを示すメッセージ信号を、IP ネットワーク 200 を介して端末 105 に送信する。端末 105 はメッセージ信号を

解読して、各種スケジュールをインタフェースに表示する（ステップS 1-4）。メッセージ信号の送信から表示に係わるルーチンは定期的に、あるいはユーザからの要求に応じて実行される。

[0063] 次に、クラウド300は、運転スケジュールの実行がユーザにより許可されたことを示す許可メッセージ信号の到来を待ち受ける（ステップS 1-5）。許可されれば、制御部300dは、ホーム100の家電機器5をスケジュール（作成部300cにより作成）に従って制御するための制御情報を、IPネットワーク200経由でホーム100のホームゲートウェイ7に送信する（ステップS 1-6）。

[0064] 制御情報は、例えば蓄電池102の充放電、FCユニット103の発電のための運転・停止指示、出力目標値などを含む。以上の手順は最適スケジュールリングの時間間隔ごとに繰り返される。生成された制御情報は、ホーム100のホームゲートウェイ7に送信される。

[0065] ユーザは送信された制御情報に基づく制御の可否を、ユーザインタフェース105aを介してシステムに指示する。またユーザインタフェース105aは、太陽熱温水器106の現在の状態や、状態の予測データを表示する。このほか貯湯の温度、体積、熱量、生成に必要な燃料や電力に換算した値、あるいはそれらの使用量などを表示してもよい。

[0066] 図6は、第1の実施形態に係る遺伝的アルゴリズムの遺伝子設計の一例を示す概念図である。第1の実施形態では、遺伝子にFCユニット103の発電量 $P_{FC}(t)$ と蓄電池102の充放電電力 $P_{SB}(t)$ とが組み込まれる。1日分の蓄電池102およびFCユニット103の運転スケジュールを個体とし、世代は複数の個体を含む。

[0067] 式(12)は、最大化すべき適合度 Fit を示す。この Fit を目的関数として最適化することにより、運転スケジュールを算出することができる。式(13)は光熱費収支 C を示す。式(14)は機器稼働の不連続性に掛かるコスト $g(P_{FC}, P_{SB})$ を示す。光熱費収支 C における $t=0 \sim t=23$ までの総和は、24時間にわたっての和を求めることに相当する。

[数3]

$$Fit = \frac{1}{f(C) + g(P_{FC}(t), P_{SB}(t))} \dots (12)$$

f(C) : C を変数とする単調増加関数 f(C) > 0

$$C = \sum_{t=0}^{23} (c_F F(t) + c_E(t) P_C(t)) \dots (13)$$

$c_E(t) : \begin{cases} \text{電気料金単価 [円/kWh]} & P_C(t) > 0 \\ \text{PV買取単価 [円/kWh]} & P_C(t) \leq 0 \end{cases}$

c_F : ガス料金単価 [円/kcal]

$$g(P_{FC}(t), P_{SB}(t)) = w_1 |P_{FC}(t) - P_{FC}(t-1)| + w_2 |P_{SB}(t) - P_{SB}(t-1)|$$

w_1, w_2 : 重み

... (14)

[0068] 式(12)に示される適合度Fitは、1日あたりの光熱費収支Cを変数とする単調増加関数f(C)と機器稼働の不連続性に掛かるコストg(P_{FC}, P_{SB}) > 0との和の、逆数である。PV発電量がホーム100の電力デマンドを大きく上回ると光熱費収支Cが負になることがあるので、光熱費収支Cの減少と適合度Fitの増加とを対応させるために、式(12)のフォームが採用される。第1の実施形態ではf(C) > 0となる関数が用いられる。

[0069] 以上の式に、電力デマンド、給湯デマンド、PV発電量、太陽熱温水量、電気料金単価、ガス料金単価、およびPV買取価格を与え、突然変異、交差、淘汰など、遺伝的操作を繰り返してFitを最大化する。このような操作により、光熱費収支Cを最適化し得る、FCユニット103の発電量P_{FC}(t)の系列と、蓄電池102の充放電P_{SB}(t)の系列とを求めることが可能になる。

[0070] 図7は、第1の実施形態に係る最適化演算の流れの一例を示すフローチャ

ートである。最適化アルゴリズムの一例として遺伝的アルゴリズムを採りあげる。以下、遺伝的アルゴリズムに基づく処理手順につき説明する。

(ステップS 2-1) 初期個体群の生成

このステップにおいて、計算部300cは、n個の初期個体を発生させる。個体の遺伝子は、例えば時刻tでのFCユニット103の運転・停止、FCユニット103の発電量、蓄電池102の充放電電力などである。遺伝子列として例えば1日分(24時間分)を設けることができる。それぞれの個体は、FCユニット103、蓄電池102の各遺伝子列の集合である。制約条件を満足しない個体は遺伝子をビット反転させて、制約条件を満足させるように改変する。

[0071] (ステップS 2-2)

ステップS 2-2のループは、ステップS 2-3~S 2-6の処理を繰り返す処理である。このループが規定回数になれば、アルゴリズム演算が終了する。また、各個体の適合度およびその世代での平均適合度が計算される。その世代における平均適合度は前2世代の平均適合度と比較される。比較の結果が任意に設定された値 ε 以下であれば、アルゴリズム演算が終了する。

[0072] このステップにおいて、計算部300cは、制約条件を満足しない個体を排除する。よって、制約条件を満足しない個体は淘汰される。既定数以上の個体が存在する場合には適合度の悪い(適合度の小さい)個体を排除して、個体の数を既定数以下に保つようにする。

[0073] (ステップS 2-4) 増殖

このステップにおいて、個体数が予め定義した個体数より少ない場合には、計算部300cは、適合度が最良の個体を増殖させる。

[0074] (ステップS 2-5) 交叉

計算部300cは、ランダムにペアリングを行う。ペアリングは全個体数に対する割合(交叉率)分だけ行い、各ペアごとにランダムに遺伝子座を選び、一点交叉させる。

[0075] (ステップS 2-6) 突然変異

このステップにおいて、計算部300cは、全個体数に対する割合（突然変異率）分だけランダムに個体を選び、各個体の任意（ランダムに決定する）の遺伝子座の遺伝子をビット反転させる。

[0076] （ステップS2-3）～（ステップS2-6）の手順は、世代数<最大世代数の条件が満たされるまで、世代数をインクリメントしつつ繰り返される（ステップS2-2のループ）。この条件が満たされれば、計算部300cは結果を出力し（ステップS2-7）、計算手順を終了する。

[0077] 図8は、第1の実施形態により得られる効果を説明するための図である。図8はホーム100の1日の電力デマンドと給湯デマンドの各予測結果に基づき算出された、蓄電池102およびFCユニット103の1日分の運転スケジュールの一例を示す。電気料金単価は7:00から23:00までが28円/kWh、23:00から翌日7:00までが9円/kWhの昼夜別料金を想定した。図8においては売電による光熱費収支の改善については想定せず、電力デマンド、給湯デマンドと電気、ガスの料金単価のみを用いた計算結果を示す。

[0078] 蓄電池102の運転スケジュールは、電気料金単価の安い時間帯（0:00～6:00）に充電し、電気料金単価の高い時間帯（7:00～10:00、13:00～22:00）に放電するようになっている。これにより、電気料金単価の高い時間帯の購入電力が減るので電気代を減らすことができる。

[0079] FCユニット103は最大出力で運転し、発電量が電力デマンドを上回る時間帯（12:00～14:00）は余剰発電量が蓄電池102に充電される。よって発電された電力が逆潮流防止ヒータ222で無駄に消費（廃棄）されることを防止でき、ガス代も削減することが可能になる。逆潮流防止ヒータ222は、24時間に渡って稼働することなく推移していることが理解される。

[0080] また図8には、時間ごとの総貯湯量の推移をカロリーベースで示すグラフが示される。このグラフは、貯湯槽223における例えば45°C以上の湯

量と、太陽熱温水器 106 にプールされる同温度の湯量との合計を示す。このグラフは基本的には PV 発電量と同様の日内変動を示すが、FC ユニット 103 の稼働状態と給湯デマンドの変化に応じても変化する。

[0081] 以上述べたように第 1 の実施形態では、ホーム 100 における PV 発電量、電力デマンド、給湯デマンドおよび太陽熱温水量を予測する。そして、各予測値に基づいて、予め設定された制約条件下で評価関数を最小化する最適化計算を実行することで、エネルギーコスト（光熱費）を最小化すべくエネルギー管理を行う。つまり、FC ユニット 103 の発電量を可変とし太陽熱温水量を組み込んだ制御モデル、に基づいて、FC ユニット 103 の運転スケジュールおよび蓄電池 102 の充放電スケジュールを最適化するようにしている。これにより逆潮流防止ヒータ 222 を無駄に稼働させず、光熱費を安くすることの可能なスケジュールを作成することが可能になる。

[0082] 式 (12)、(13) に示されるように、最大化すべき適合度 Fit を示す関数が、FC ユニット 103 の稼働に要するガス料金を含む。これにより、可能な解が存在するという条件下で、逆潮流防止ヒータ 222 を無駄に動作させるスケジュールは最適化計算の過程で淘汰される。

[0083] また、式 (10) に示されるように、或る時刻 $t-1$ から次の時刻 t までの FC ユニット 103 の発電量の変化量を、 $-P_{FC\ DOWN}$ (FC ユニット 103 の発電量の減少速度の下限値) から $P_{FC\ UP}$ (FC ユニット 103 の発電量の増加速度の上限値) の範囲に収めるという、制約条件を設けるようにした。これにより、FC ユニット 103 の発電量の変化量が電力デマンドへの追従能力を超えないような発電スケジュールを作成することが可能となる。つまりこの制約条件により、電力デマンドへの追従能力を超えない範囲で、FC ユニット 103 の発電スケジュールを作成することが可能になる。すなわち FC ユニット 103 を、HEMS の作成した発電スケジュールに従って稼働させることが可能になる。

[0084] 特に、ステップ S1-2 の予測手順と、ステップ S1-3 の最適スケジュールリング (図 5) とを組み合わせることで、一日分程度のまとまった期間の電

カデマンド予測、給湯デマンド予測、P V発電予測および太陽熱温水量予測に応じて、F Cユニット103の発電スケジュールや蓄電池102の充放電スケジュールといった需給計画を、全体のバランスを考慮したうえで作成できるようにする。

[0085] 従って、蓄電池102が満充電であるためにF Cユニット103の余剰電力を充電できないケースや、蓄電池102から放電すべきときに充電残量が足りないといったケースを回避することが可能になる。

[0086] 以上から第1の実施形態によれば、商用電力系統に逆潮流できない余剰電力を無駄に消費することなく、有効に利用することが可能になる。これらのことから、余剰電力が無駄に消費されることを防止可能なエネルギー管理システム、エネルギー管理方法、プログラムおよびサーバを提供することが可能になる。

[0087] [第2の実施形態]

図9は、第2の実施形態に係るH E M Sの要部を示す機能ブロック図である。図9において図3と共通する部分には同じ符号を付して示し、ここでは異なる部分についてのみ説明する。第2の実施形態では、F Cユニット103に代えて、地中熱エネルギーを利用するヒートポンプ式給湯器(H P)110を併用するケースを想定する。ヒートポンプ式給湯器110は、最適化された運転スケジュールに基づいて制御部300dにより制御される。

[0088] 図10は、第2の実施形態に係る制御対象モデル300gについて説明するための図である。図4と比較して、F C本体220がヒートポンプ式給湯器110に置き換わる。ヒートポンプ式給湯器110はF Cユニット103に比べて制御の応答性に優れるので、逆潮流防止ヒータ222を排除することが可能である。次式(15)～(22)に、図10における各変量の関係が示される。

[数4]

$$F(t) = F_B(t) \quad \dots (15)$$

$$Q_{HP}(t) = \gamma P_{HP}(t) \quad \dots (16)$$

γ : H P の性能から決まる係数

$$r H(t-1) + Q_{HP}(t) + Q_H(t) = H(t) + Q_{ST}(t) \quad \dots (17)$$

r : 貯湯効率

$$H_{min} \leq H(t) \leq H_{max} \quad \dots (18)$$

H_{min}, H_{max} : 貯湯槽の容量制約

$$P_C(t) + P_{PV}(t) + P_{FC}(t) + P_{SB}(t) = P_D(t) + P_H(t) + P_{HP}(t) \quad \dots (19)$$

$$P_{SB}(t) \leq P_D(t) + P_H(t) + P_{HP}(t) \quad \dots (20)$$

$$S_{min} \leq S(t) \leq S_{max} \quad \dots (21)$$

S_{min}, S_{max} : 蓄電池の容量制約

$$Q_D(t) = Q_{ST}(t) + Q_B(t) + Q_S(t) \quad \dots (22)$$

[0089] 新たな変量 $P_{HP}(t)$ 、 $Q_{HP}(t)$ は以下に示される。

[数5]

$P_{HP}(t)$: H P 消費電力 [kW]

$Q_{HP}(t)$: H P 排熱量 [kW]

[0090] 図10に示される制御対象モデルを用い、上記された各変量を用いて第1の実施形態と同様に最適化を実行することで運転スケジュールを算出することが可能である。その詳細については第1の実施形態と同様であるので、煩雑を避けるために説明を省略する。

[0091] 第2の実施形態ではヒートポンプ式給湯器110が最適化計算に組み入れられる。すなわち作成部300cは、ホーム100の電力デマンド予測および給湯デマンド予測と、地中熱エネルギーとに基づいて評価関数を最小化すべく最適化計算を実施し、運転スケジュールを作成する。第2の実施形態によれば、FCユニット103の燃料が不要になるので、さらなるコストメリ

ットを得ることが可能になる。

- [0092] なお本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば実施形態では遺伝的アルゴリズムを利用することについて説明したが、運転スケジュールを算出するための解法として遺伝的アルゴリズムは唯一のものではない。他の種々のアルゴリズムを用いて最適な運転スケジュールを算出することが可能である。
- [0093] また実施形態では、太陽熱温水器から給湯配管に直接、給湯するケースを説明した。これに限らず、太陽熱温水器からの温水をヒートポンプ式給湯器に給水する配水ルートを設定しても良い。このような構成は日射量の少ない冬季や寒冷地においては有利である。
- [0094] さらに、浴槽の残り湯から熱交換器で熱を回収し、太陽熱温水器からの温水、あるいはヒートポンプ式給湯器からの温水を、回収された熱で加温するようにしても良い。つまり、給湯器から供給される温水と浴槽内の温水との間で熱エネルギーを交換する熱交換器をホーム100に備えてもよい。このケースでは、作成部300cは、予測されたエネルギーデマンド、エネルギー供給量、および熱エネルギーに基づいて運転スケジュールが作成される。
- [0095] さらに、ユーザインタフェース105aに、太陽熱エネルギーや地中熱エネルギーなどの、外部からの熱収支に関する情報を表示するようにしてもよい。このようにすれば、電力エネルギーだけに着目しがちなユーザに熱エネルギーを意識させることが可能になる。
- [0096] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示するものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 再生可能エネルギーを熱源とする給湯器を備える需要家のエネルギーを管理するエネルギー管理システムであって、
前記給湯器、発電装置、蓄電装置およびエネルギー消費機器を含むエネルギー関連機器に係わるデータを前記需要家から取得する取得部と、
前記取得されたデータに基づいて前記需要家におけるエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量を予測する予測部と、
前記蓄電装置の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化する条件下で、前記需要家におけるエネルギーコストを最小化すべく、前記予測されたエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量に基づいて前記エネルギー関連機器の運転スケジュールを作成する作成部と、
前記作成された運転スケジュールに基づいて前記エネルギー関連機器を制御する制御部とを具備することを特徴とする、エネルギー管理システム。
- [請求項2] 前記作成部は、前記給湯器を含む前記需要家の制御対象モデルに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項3] 前記制御対象モデルは、さらに、電力系統、燃料電池、補助ボイラ、逆流防止ヒータ、前記蓄電装置、貯湯槽の少なくともいずれか1つを含み、
前記作成部は、前記制御対象モデルに係わる変数を含む目的関数を最適化して前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項2に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項4] 前記目的関数は、電気料金、ガス料金および売電価格を変数として含むことを特徴とする、請求項3に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項5] 前記作成部は、前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化することを特徴とする、請求項3および4のいずれか1項に記載のエネ

ルギー管理システム。

- [請求項6] 前記発電装置は燃料電池であり、
前記作成部は、前記燃料電池の発電量の時間に対する変化を既定の範囲内に制限することを含む条件下で前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項7] 前記給湯器から供給される温水と浴槽内の温水との間で熱エネルギーを交換する熱交換器を前記需要家が備える場合に、
前記作成部は、前記予測されたエネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項8] 前記給湯器は、地中熱エネルギーを利用するヒートポンプ式給湯器であり、
前記作成部は、前記予測されたエネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記地中熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項9] さらに、前記運転スケジュールにユーザの意思を反映させるためのインタフェース部を備えることを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項10] 前記取得部、前記予測部、前記作成部、および前記制御部の少なくともいずれか1つは、クラウドコンピューティングシステムに配置される機能オブジェクトであることを特徴とする、請求項1に記載のエネルギー管理システム。
- [請求項11] 再生可能エネルギーを熱源とする給湯器を備える需要家のエネルギーを管理するエネルギー管理方法であって、
前記給湯器、発電装置、蓄電装置およびエネルギー消費機器を含むエネルギー関連機器に係わるデータを前記需要家から取得し、

前記取得されたデータに基づいて前記需要家におけるエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量を予測し、

前記蓄電装置の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化する条件下で、前記需要家におけるエネルギーコストを最小化すべく、前記予測されたエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量に基づいて前記エネルギー関連機器の運転スケジュールを作成し、

前記作成された運転スケジュールに基づいて前記エネルギー関連機器を制御することを特徴とする、エネルギー管理方法。

[請求項12] 前記給湯器を含む前記需要家の制御対象モデルに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項11に記載のエネルギー管理方法。

[請求項13] 前記制御対象モデルは、さらに、電力系統、燃料電池、補助ボイラ、逆流防止ヒータ、前記蓄電装置、貯湯槽の少なくともいずれか1つを含み、

前記制御対象モデルに係わる変数を含む目的関数を最適化して前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項12に記載のエネルギー管理方法。

[請求項14] 前記目的関数は、電気料金、ガス料金および売電価格を変数として含むことを特徴とする、請求項13に記載のエネルギー管理方法。

[請求項15] 前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化することを特徴とする、請求項13および14のいずれか1項に記載のエネルギー管理方法。

[請求項16] 前記発電装置は燃料電池であり、
前記燃料電池の発電量の時間に対する変化を既定の範囲内に制限することを含む条件下で前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項11に記載のエネルギー管理方法。

[請求項17] 前記給湯器から供給される温水と浴槽内の温水との間で熱エネルギーを交換する熱交換器を前記需要家が備える場合に、前記予測された

エネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項 11 に記載のエネルギー管理方法。

[請求項18] 前記給湯器は、地中熱エネルギーを利用するヒートポンプ式給湯器であり、

前記予測されたエネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記地中熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項 11 に記載のエネルギー管理方法。

[請求項19] 請求項 11 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の方法をコンピュータに実行させるための命令を含むことを特徴とする、プログラム。

[請求項20] 再生可能エネルギーを熱源とする給湯器を備える需要家のクライアント装置と通信可能なサーバであって、

前記給湯器、発電装置、蓄電装置およびエネルギー消費機器を含むエネルギー関連機器に係わるデータを前記クライアント装置から取得する取得部と、

前記取得されたデータに基づいて前記需要家におけるエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量を予測する予測部と、

前記蓄電装置の満充電に伴い破棄される余剰電力を最小化する条件下で、前記需要家におけるエネルギーコストを最小化すべく、前記予測されたエネルギーデマンドおよびエネルギー供給量に基づいて前記エネルギー関連機器の運転スケジュールを作成する作成部と、

前記作成された運転スケジュールに基づいて前記エネルギー関連機器を制御するための制御情報を前記クライアント装置に送信する制御部とを具備することを特徴とする、サーバ。

[請求項21] 前記作成部は、前記給湯器を含む前記需要家の制御対象モデルに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項 20 に記載のサーバ。

[請求項22] 前記制御対象モデルは、さらに、電力系統、燃料電池、補助ボイラ

、逆潮流防止ヒータ、前記蓄電装置、貯湯槽の少なくともいずれか1つを含み、

前記作成部は、前記制御対象モデルに係わる変量を含む目的関数を最適化して前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項21に記載のサーバ。

[請求項23] 前記作成部は、前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化することを特徴とする、請求項22に記載のサーバ。

[請求項24] 前記発電装置は燃料電池であり、

前記作成部は、前記燃料電池の発電量の時間に対する変化を既定の範囲内に制限することを含む条件下で前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項20に記載のサーバ。

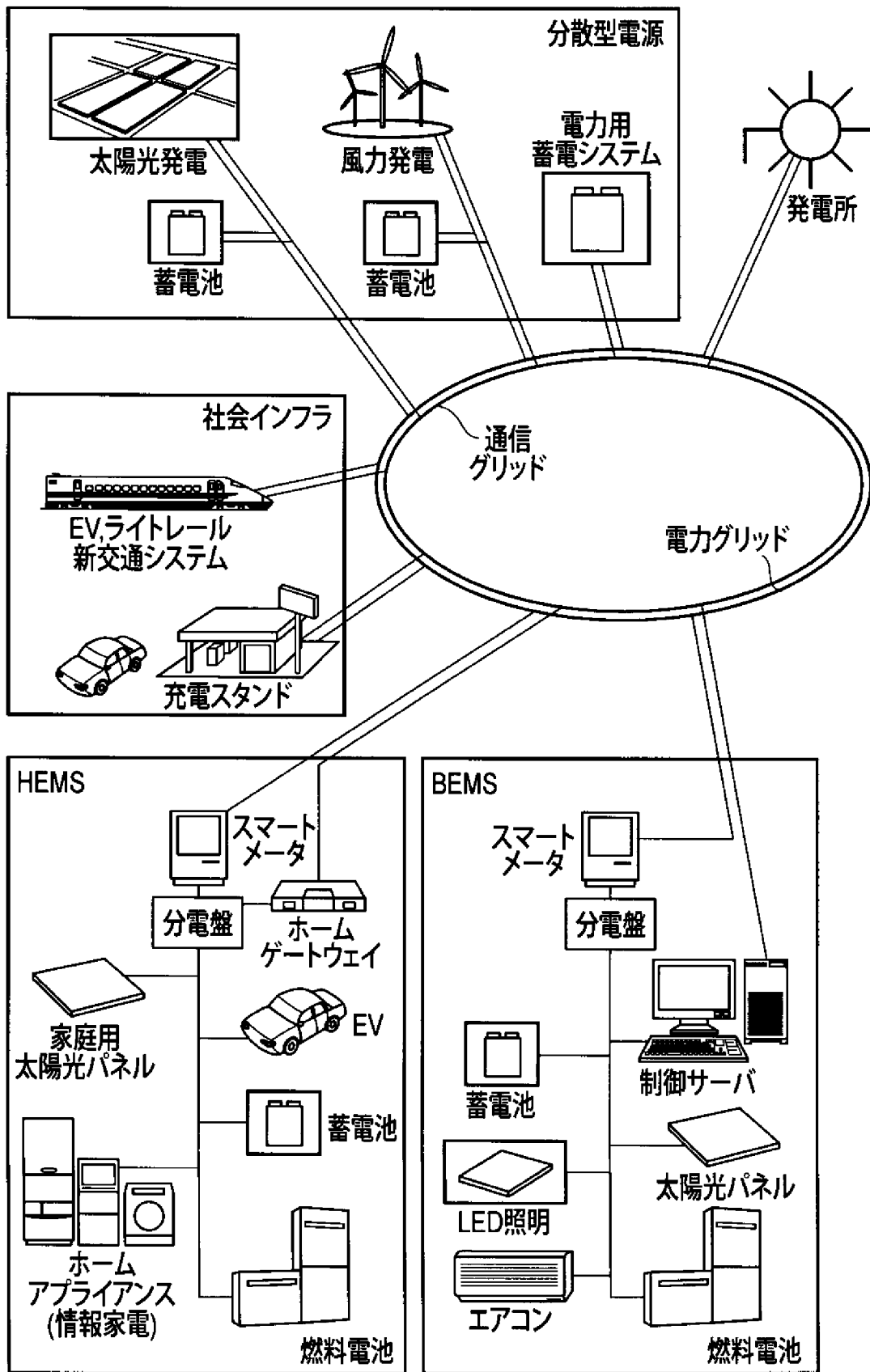
[請求項25] 前記給湯器から供給される温水と浴槽内の温水との間で熱エネルギーを交換する熱交換器を前記需要家が備える場合に、

前記作成部は、前記予測されたエネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項20に記載のサーバ。

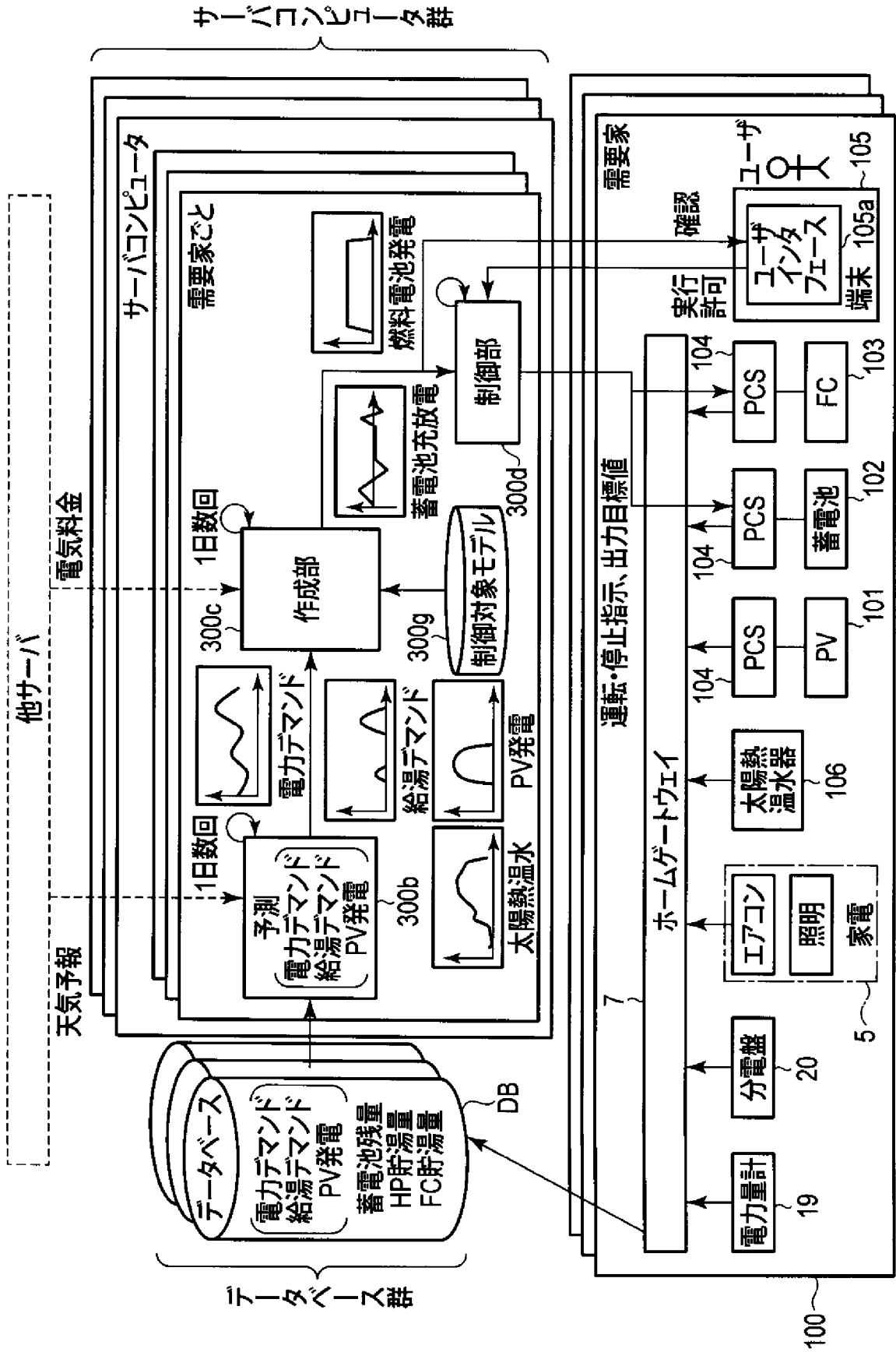
[請求項26] 前記給湯器は、地中熱エネルギーを利用するヒートポンプ式給湯器であり、

前記作成部は、前記予測されたエネルギーデマンドとエネルギー供給量、および前記地中熱エネルギーに基づいて前記運転スケジュールを作成することを特徴とする、請求項20に記載のサーバ。

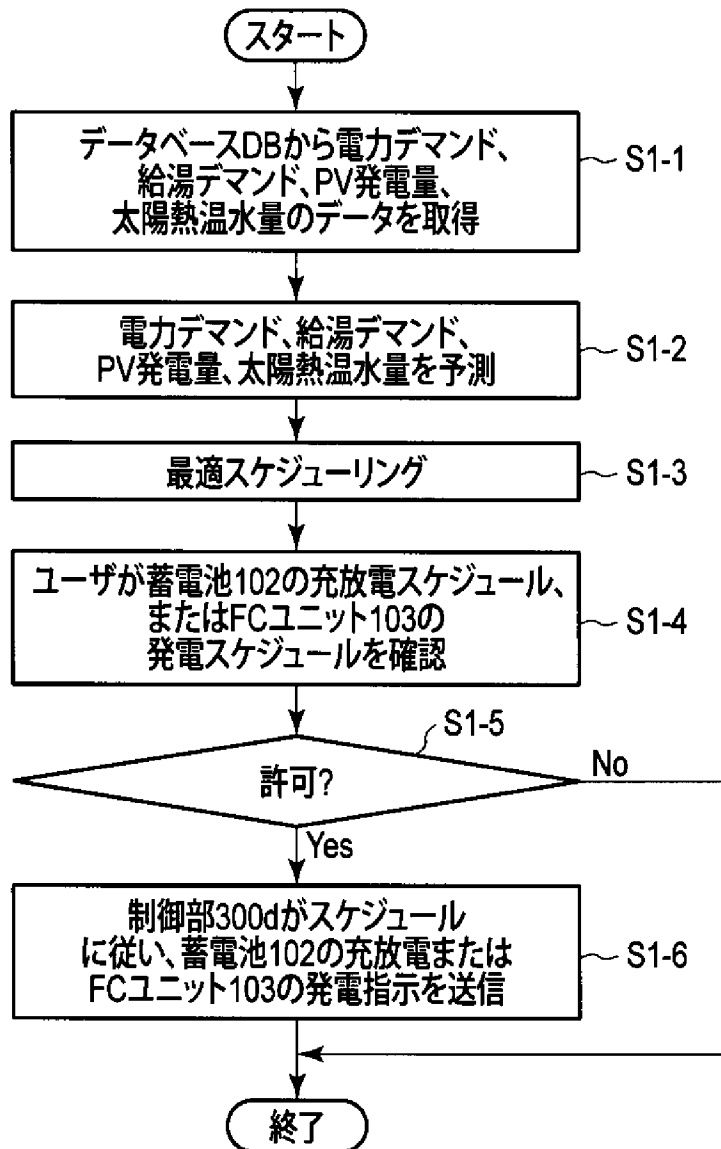
[図1]



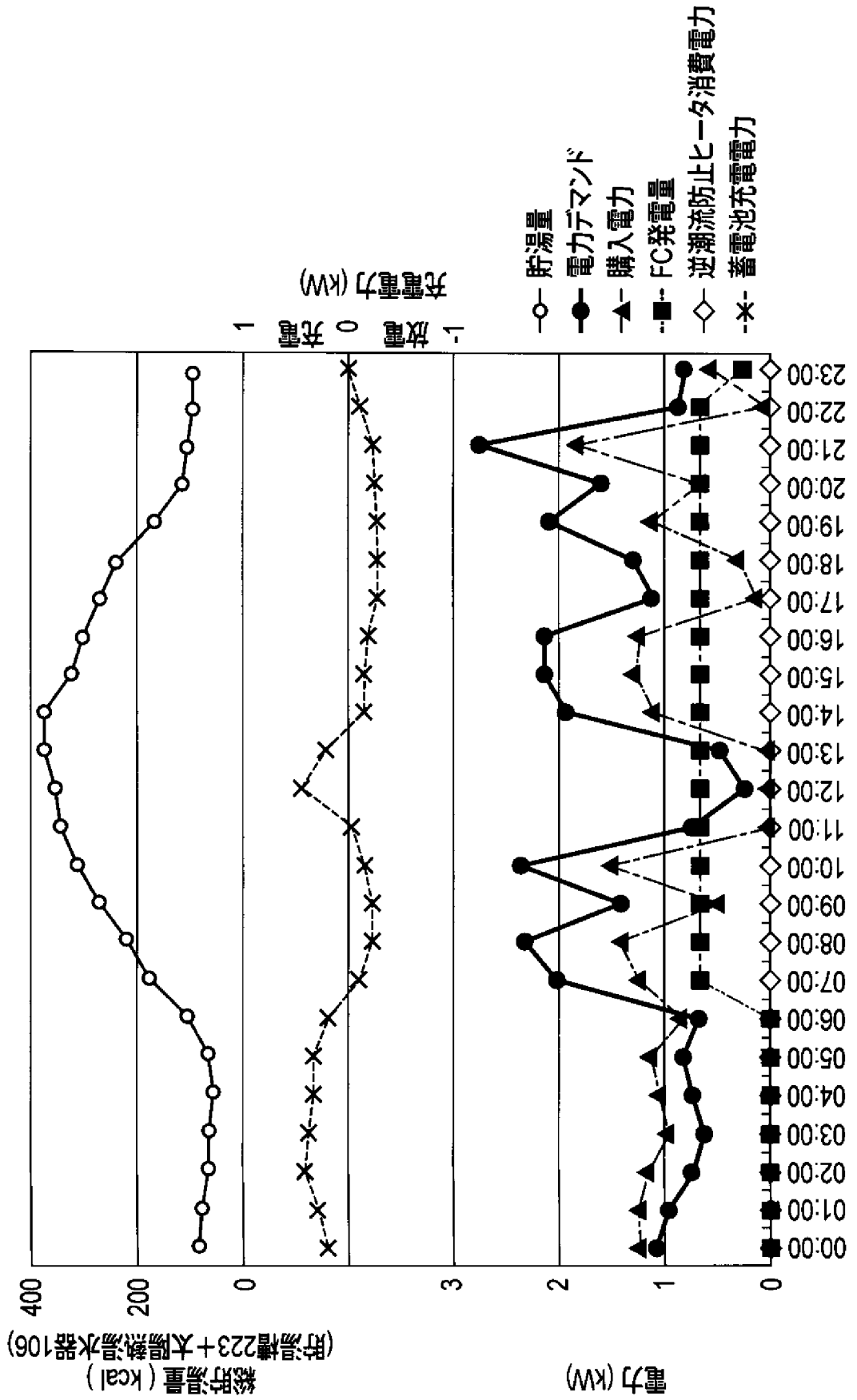
[図3]



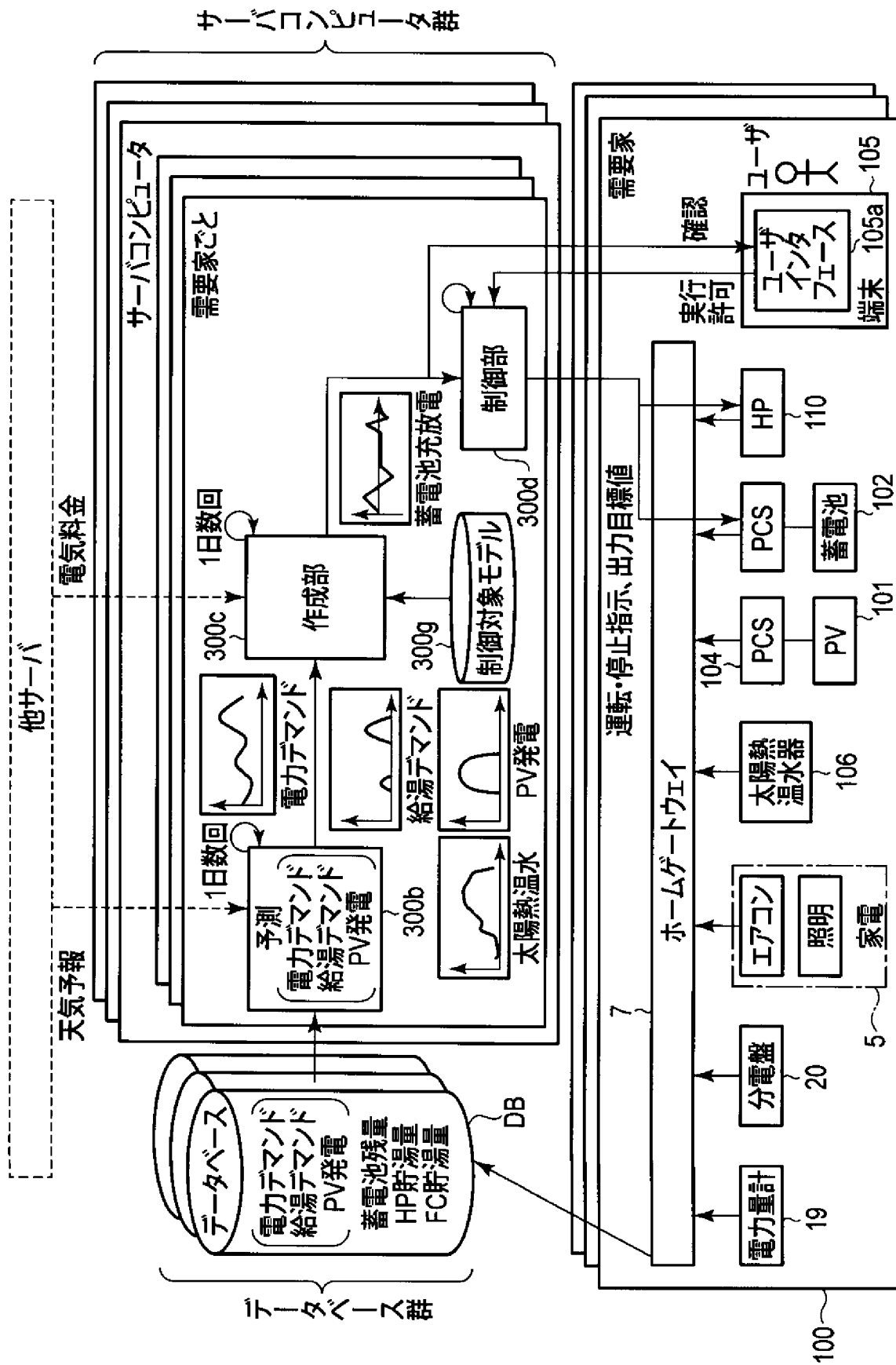
[図5]



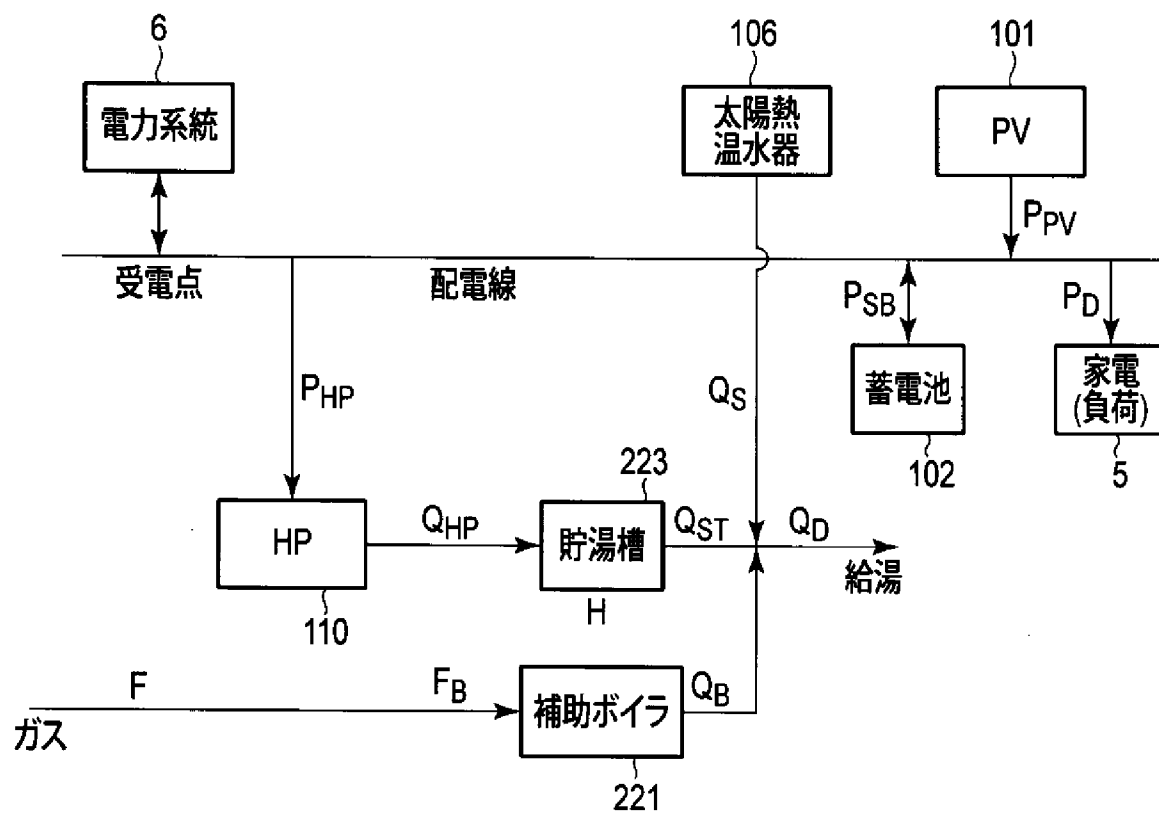
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/082978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J3/46(2006.01)i, F24H1/00(2006.01)i, G06Q50/06(2012.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02J3/46, F24H1/00, G06Q50/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-86953 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 31 March 2005 (31.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-26
A	JP 2006-304402 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-26
A	JP 2011-248643 A (Osaka Gas Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-26

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 13 February, 2014 (13.02.14)	Date of mailing of the international search report 25 February, 2014 (25.02.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02J3/46(2006.01)i, F24H1/00(2006.01)i, G06Q50/06(2012.01)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. H02J3/46, F24H1/00, G06Q50/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
A	JP 2005-86953 A（日本電信電話株式会社）2005.03.31, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-26
A	JP 2006-304402 A（日本電信電話株式会社）2006.11.02, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-26
A	JP 2011-248643 A（大阪瓦斯株式会社）2011.12.08, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-26
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 13.02.2014	国際調査報告の発送日 25.02.2014	
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） 高野 誠治 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 3567