



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

燃料電池と、この燃料電池からの直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、蓄電池とを備える建物におけるエネルギーデマンドを予測する予測部と、

前記燃料電池、前記インバータおよび前記蓄電池の運転スケジュールを、前記予測されたエネルギーデマンドに基づいて、前記建物におけるエネルギー収支の関数を適合度とする最適化計算により計算する計算部と、

前記計算された運転スケジュールに基づいて、前記燃料電池と、前記インバータと、前記蓄電池とを制御する制御部とを具備する、エネルギー管理システム。

**【請求項 2】**

前記運転スケジュールは、前記燃料電池の発電量の時系列と、前記インバータの力率の時系列と、前記蓄電池の充放電の時系列とを含む、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 3】**

前記計算部は、前記燃料電池の余剰電力を最小化すべく、前記運転スケジュールを計算する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 4】**

前記建物が、再生可能エネルギーに由来する電力を発電する創エネルギー機器を備える場合に、前記予測部は、前記創エネルギー機器の発電量を予測し、

前記計算部は、前記予測されたエネルギーデマンドと前記予測された発電量とに基づいて前記運転スケジュールを計算する、請求項 3 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 5】**

前記計算部は、前記燃料電池および前記蓄電池を含む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計算する、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 6】**

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、請求項 5 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 7】**

前記計算部は、前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化する、請求項 5 および 6 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 8】**

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、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 9】**

前記予測部、前記計算部、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、請求項 1 に記載のエネルギー管理システム。

**【請求項 10】**

燃料電池と、この燃料電池からの直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、蓄電池とを備える建物におけるエネルギーデマンドを、コンピュータが予測する過程と、

前記燃料電池、前記インバータおよび前記蓄電池の運転スケジュールを、前記予測されたエネルギーデマンドに基づいて、前記建物におけるエネルギー収支の関数を適合度とする最適化計算によりコンピュータが計算する過程と、

前記計算された運転スケジュールに基づいて、前記燃料電池と、前記インバータと、前記蓄電池とを、コンピュータが制御する過程とを具備する、エネルギー管理方法。

**【請求項 11】**

前記運転スケジュールは、前記燃料電池の発電量の時系列と、前記インバータの力率の時系列と、前記蓄電池の充放電の時系列とを含む、請求項 10 に記載のエネルギー管理方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

前記コンピュータは、前記燃料電池の余剰電力を最小化すべく、前記運転スケジュールを計算する、請求項 1 0 に記載のエネルギー管理方法。

## 【請求項 1 3】

再生可能エネルギーに由来する電力を発電する創エネルギー機器を前記建物が備える場合に、前記コンピュータは、前記創エネルギー機器の発電量を予測し、

前記コンピュータは、前記予測されたエネルギーデマンドと前記予測された発電量とに基づいて前記運転スケジュールを計算する、請求項 1 2 に記載のエネルギー管理方法。

## 【請求項 1 4】

前記コンピュータは、前記燃料電池および前記蓄電池を含む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計算する、請求項 1 0 に記載のエネルギー管理方法。

10

## 【請求項 1 5】

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、請求項 1 4 に記載のエネルギー管理方法。

## 【請求項 1 6】

前記コンピュータは、前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化する、請求項 1 4 および 1 5 のいずれか 1 項に記載のエネルギー管理方法。

## 【請求項 1 7】

請求項 1 0 乃至 1 6 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、プログラム。

20

## 【請求項 1 8】

燃料電池と、この燃料電池からの直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、蓄電池とを備える建物のクライアント装置と通信可能なサーバであって、

前記燃料電池、前記インバータ、および前記蓄電池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建物におけるエネルギーデマンドを予測する予測部と、

前記燃料電池、前記インバータおよび前記蓄電池の運転スケジュールを、前記予測されたエネルギーデマンドに基づいて、前記建物におけるエネルギー収支の関数を適合度とする最適化計算により計算する計算部とを具備する、サーバ。

30

## 【請求項 1 9】

前記運転スケジュールは、前記燃料電池の発電量の時系列と、前記インバータの力率の時系列と、前記蓄電池の充放電の時系列とを含む、請求項 1 8 に記載のサーバ。

## 【請求項 2 0】

前記計算部は、前記燃料電池の余剰電力を最小化すべく、前記運転スケジュールを計算する、請求項 1 8 に記載のサーバ。

## 【請求項 2 1】

前記建物が、再生可能エネルギーに由来する電力を発電する創エネルギー機器を備える場合に、前記予測部は、前記創エネルギー機器の発電量を予測し、

40

前記計算部は、前記予測されたエネルギーデマンドと前記予測された発電量とに基づいて前記運転スケジュールを計算する、請求項 2 0 に記載のサーバ。

## 【請求項 2 2】

前記計算部は、前記燃料電池および前記蓄電池を含む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計算する、請求項 1 8 に記載のサーバ。

## 【請求項 2 3】

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、請求項 2 2 に記載のサーバ。

## 【請求項 2 4】

前記計算部は、前記目的関数を遺伝的アルゴリズムにより最適化する、請求項 2 2 また

50

は 2 3 のいずれか 1 項に記載のサーバ。

【請求項 2 5】

燃料電池と、この燃料電池からの直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、蓄電池とを備える建物に設けられ、サーバと通信可能なクライアント装置であって、

前記燃料電池、前記インバータ、および前記蓄電池に係わるデータに基づいて予測された前記建物のエネルギーデマンドに基づいて、前記建物におけるエネルギー収支の関数を適合度とする最適化計算により計算された前記燃料電池、前記インバータおよび前記蓄電池の運転スケジュールに基づいて、前記燃料電池と、前記インバータと、前記蓄電池とを制御する制御部とを具備する、クライアント装置。

【請求項 2 6】

前記運転スケジュールは、前記燃料電池の発電量の時系列と、前記インバータの力率の時系列と、前記蓄電池の充放電の時系列とを含む、請求項 2 5 に記載のクライアント装置

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、家庭などの需要家の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、サーバおよびクライアント装置に関する。

【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として、家庭エネルギー管理システム (Home Energy Management System: HEMS) に注目が集まっている。HEMS は、太陽光発電 (Photovoltaic Power Generation: PV) システム、蓄電池、あるいは燃料電池 (Fuel Cell: FC) などの分散型電源 (以下、新エネルギー機器と総称する) と既存の家電機器とをネットワークに接続し、これらを総合的に管理可能とするシステムである。

【0003】

FC は、昼夜、天候を問わず安定して発電ができることと、排熱を利用して熱エネルギーを供給できることから、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 FC 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、FC 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 2008 - 152997 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

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン、資源エネルギー庁、平成 25 年 5 月 31 日 <[http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/genjo/rule/keito\\_guideline.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/genjo/rule/keito_guideline.pdf)>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

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満充電であり、充電できないことも考えられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

ヒータと蓄電池とを併用しても、F C の出力を変化させるには長い時間を要するので、電力デマンド（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 F C 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。

## 【 0 0 0 8 】

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、サーバおよびクライアント装置を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

実施形態によれば、エネルギー管理システムは、予測部と、計算部と、制御部とを具備する。予測部は、燃料電池と、この燃料電池からの直流電圧を交流電圧に変換するインバータと、蓄電池とを備える建物におけるエネルギーデマンドを予測する。計算部は、燃料電池、インバータおよび蓄電池の運転スケジュールを、予測されたエネルギーデマンドに基づいて、建物におけるエネルギー収支の関数を適合度とする最適化計算により計算する。制御部は、計算された運転スケジュールに基づいて、燃料電池と、インバータと、蓄電池とを制御する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、実施形態に係わるシステムの一例を示す図である。

【 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例を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 に示されるエネルギー管理システムの一例を示す機能ブロック図である。

【 図 4 】 図 4 は制御対象モデル 3 0 0 g について説明するための図である。

【 図 5 】 図 5 は、実施形態に係る遺伝的アルゴリズムにおける遺伝子設計の一例を示す概念図である。

【 図 6 】 図 6 は、実施形態に係る最適化演算の手順の一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 図 7 は、実施形態における処理手順の一例を示すシーケンス図である。

【 図 8 】 図 8 は、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、実施形態に係る遺伝的アルゴリズムにおける遺伝子設計の他の例を示す概念図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、実施形態に係わるシステムの一例を示す図である。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例を示す。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。

## 【 0 0 1 2 】

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（Home Energy Management System）、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、コミュニティ向けの C E M S（Community Energy Management System）や、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。

## 【 0 0 1 3 】

10

20

30

40

50

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。これにより自然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まれ出される。

【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。HEMSは、クライアントシステムと、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の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。

【0015】

クライアントシステムは、ホームゲートウェイ（Home Gateway：HGW）7を備える。ホームゲートウェイ7は、建物としてのホーム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。ホーム100は、複数のエネルギー関連機器を備える。エネルギー関連機器は、自家発電装置のような電力を発生する機器、電力を消費する機器（家電機器など）、あるいは電力を発生し消費する機器を含む。

【0016】

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に分散配置されていてもよい。

【0017】

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。

【0018】

分電盤20は、ホーム100内の配電線21に接続される。分電盤20は、家電機器（照明、エアコンなど）5やパワーコンディショニングシステム（PCS）106に、配電線21を介して電力を供給する。また分電盤20は、フィードごとの電力量を計測する計測装置を備える。

【0019】

家電機器5はホーム100内の配電線21に接続されることの可能な機器である。家電機器5は図示しないコンセント（receptacle）を介して配電線21に着脱可能に接続される。

ホーム100の屋根や外壁には太陽光パネルが設置されPVユニット101が形成される。PVユニット101は、再生可能エネルギーに由来する電力を発電する創エネルギー機器である。PVユニット101により発電された電力は家電機器5を稼働させるために利用されることができる。なお、風力発電システムや地中熱発電機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装置である。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じられているので、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。なお、PVユニット101およびFCユニット103は自家発電装置の一例である。

【0021】

PCS104はPVユニット101に接続される。PCS106は蓄電池102に接続される。PCS230はFCユニット103に接続される。PCS104、106および230は、直流電力を交流電力に変換するインバータを備える。インバータは、PVユニ

10

20

30

40

50

ット101、蓄電池102およびFCユニット103でそれぞれ発生される直流電圧を交流電圧に変換して配電線21に供給する。特に、蓄電池102に接続されるPCS106は、交流電力を直流電力に変換するコンバータを備える。これにより蓄電池102の充電/放電が可能になる。

#### 【0022】

PCS104、106および230は、PVユニット101、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。これにより家電機器5は、PVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103からの電力エネルギーの供給を受けることができる。

#### 【0023】

また、PCS104、106および230は、PVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103を制御し、それぞれを安定して機能させるための機能なども備える。なお図2においてはPVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103ごとにPCSを接続する形態を示した。これに代えてPVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103にPCSを内蔵するようにしてもよい。

#### 【0024】

ホーム100は、有線LAN(Local Area Network)あるいは無線LANなどのホームネットワーク25を備える。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、106、230、および家電機器5と相互に通信可能である。この種の通信に係わるプロトコルは、ECHONET Lite(登録商標)が代表的である。

#### 【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、蓄電池102および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(ユーザ)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装置である。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。端末105は操作パネルを備え、ユーザによる各種の操作や設定入力を受け付ける。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は各種の情報を例えばLCD(Liquid Crystal Display)に表示したり、音声ガイダンスなどでユーザに通知する。通知される情報は家電機器5、PVユニット101、蓄電池102、FCユニット103の稼働状況、運転スケジュールあるいは消費電力

10

20

30

40

50

量などである。

【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むことができる。

【0031】

クラウド300は、収集部300a、予測部300b、計算部300c、および制御部300dを備える。また、FCユニット103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、計算部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。

10

【0032】

例えば収集部300a、予測部300b、計算部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。

20

【0033】

収集部300aは、ホーム100のエネルギー関連機器(家電機器5、PVユニット101、蓄電池102およびFCユニット103など)に係わる各種データを各ホーム100のホームゲートウェイから、定期的、あるいは不定期に取得する。また収集部300aは、ユーザの、端末105を用いた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として保持される。データ300hは、各ホーム100の電力デマンド、各家電機器5の消費電力量、給湯量、稼働状態、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。

30

【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(電力デマンド、給湯デマンドなど)と、エネルギー生産量(発電量)を予測する。予測部300bは、例えばホーム100の電力デマンド、給湯デマンド、PVの発電量などを予測する。

【0036】

計算部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生産量とに基づいて、蓄電池102およびFCユニット103の運転スケジュールを計算する。つまり計算部300cは、例えば電力デマンド、給湯デマンド、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。

40

【0037】

すなわち計算部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計算する。この処理を最適スケジュールリングと称する。エネルギー収支を最適化することで、破棄される余剰電力を最小にしたり、エネルギーコストを最小化することができる。

50

## 【 0 0 3 8 】

エネルギー収支とは例えば光熱費収支であり、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 P V ユニット 1 0 1 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量である。計算された蓄電池 1 0 2、F C ユニット 1 0 3 の時系列の運転スケジュールはデータベース D B に記憶される。

## 【 0 0 3 9 】

制御部 3 0 0 d は、計算された運転スケジュールに基づいて蓄電池 1 0 2、F C ユニット 1 0 3 を制御する。すなわち制御部 3 0 0 d は、最適スケジュールの結果から蓄電池 1 0 2 の充放電、稼動、または F C ユニット 1 0 3 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 4 0 を介して端末 1 0 5 やホームゲートウェイ 7 に送信される。

10

## 【 0 0 4 0 】

ホーム 1 0 0 の端末 1 0 5 は、運転スケジュールに従って制御部 3 0 0 d から送信された制御情報に基づく家電機器 5 の制御にユーザ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 1 0 5 a ) を備える。ユーザインタフェース 1 0 5 a は、蓄電池 1 0 2 の充放電スケジュールや F C ユニット 1 0 3 の発電スケジュールを表示する表示器を備える。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。

## 【 0 0 4 1 】

また、ユーザは、クラウド 3 0 0 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 1 0 5 a 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、実施形態の詳細を説明する。

20

## 【 0 0 4 2 】

図 3 は、図 2 に示されるエネルギー管理システムの一例を示す機能ブロック図である。図 3 において、ホームゲートウェイ 7 は、ホーム 1 0 0 の P C S 1 0 4、1 0 6、2 3 0、家電機器 5、蓄電池 1 0 2、F C ユニット 1 0 3、電力量計 1 9、および分電盤 2 0 などで得られた各種のデータを定期的、あるいは不定期にクラウド 3 0 0 に送信する。各種のデータは例えば家電機器 5 の所定時間ごとの消費電力量、稼動状態、蓄電池 1 0 2 の充電残量 ( State of Charge : S O C ) や充放電電力量、ホーム 1 0 0 の電力デマンド、給湯デマンド、P V 発電量などを含む。これらのデータはデータベース D B に蓄積 ( store ) される。またユーザの端末 1 0 5 の操作履歴などもクラウド 3 0 0 に送信され、データベース D B に蓄積されることができる。

30

## 【 0 0 4 3 】

上記データのいずれかが基準値を上回れば、あるいは下回れば、ホームゲートウェイ 7 は当該データをクラウド 3 0 0 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。なお基準値は、ユーザインタフェース 1 0 5 a を用いて、ユーザにより設定されることができる。

## 【 0 0 4 4 】

図 3 において、予測部 3 0 0 b、計算部 3 0 0 c、および制御部 3 0 0 d は、ユーザ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 3 0 0 b、計算部 3 0 0 c、および制御部 3 0 0 d の機能をユーザ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。

40

## 【 0 0 4 5 】

予測部 3 0 0 b は、ユーザごとの電力デマンド、給湯デマンド、P V 発電量、および気象データ ( 天気予報 ) などを用いて、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、P V 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

50

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。

【0046】

デマンドは、気象情報と過去の需要データからニューラルネットワークにより予測されたり(特開平06-276681号公報に開示)、複数のユーザの過去の需要データをグループ化し、グループごとの平均な需要変動モデルによって予測されたりする(特開2004-112869号公報に開示)ことが可能である。

【0047】

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。

10

【0048】

計算部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、蓄電池102およびFCユニット103の動作制御に係わる最適スケジューリングを実行する。最適スケジューリングにより、例えば蓄電池102の充放電スケジュール、およびFCユニット103の発電スケジュールが算出される。

【0049】

なお、FCユニット103の起動および停止には時間やコストがかかるし、発電量目標値の変更からその実現に至るまでにはやはり時間がかかる。このため発電量目標値をある程度固定された値とし、起動/停止もできるだけ少なくするのが好ましい。

20

【0050】

図4は制御対象モデル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、蓄電池102、PVユニット101、および負荷(家電)5を構成要素として含む。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、貯湯槽223およびPCS230を構成要素として含む。

【0051】

PCS230は構成要素としてインバータ240を含む。インバータ240は、FC本体220により発生される直流電圧を交流電圧に変換する。またインバータ240は、自らの出力電流と出力電圧との位相差( )を可変することにより出力電力の力率( cos )を変化させる機能を備える。この力率は、計算部300c(図3)により算出されたFCユニット103の発電スケジュールに基づいて、制御部300dにより制御される。つまり発電スケジュールは、インバータ240の出力電力の力率を制御するためにも用いられる。

30

【0052】

図4に示される変量は、下記の表に示される。

【0053】

## 【表 1】

$t$	: 時刻[h]	
$P_C(t)$	: 電力グリッド6からの購入電力[kW] (負の値は売電電力)	
$P_{FC}(t)$	: FCユニット103の発電量の有効電力[kW]	
$P_H(t)$	: 逆潮流防止ヒータ222の消費電力[kW]	
$P_{PV}(t)$	: PVシステム101の発電量[kW]	10
$P_D(t)$	: ホーム100の電力デマンド[kW]	
$P_{SB}(t)$	: 蓄電池102の放電電力[kW] (負の値は充電電力)	
$S_{FC}(t)$	: FC本体220の発電量の皮相電力[VA]	
$Q_{FC}(t)$	: FCユニット103の発電量の無効電力[Var]	20
$\Phi_D(t)$	: 給湯デマンド[kcal/h]	
$\Phi_{FC}(t)$	: FC本体220の排熱量[kcal/h]	
$\Phi_{ST}(t)$	: 貯湯槽223からの給湯量[kcal/h]	
$\Phi_B(t)$	: 補助ボイラ221からの給湯量[kcal/h]	
$\Phi_H(t)$	: 逆潮流防止ヒータ222の発熱量[kcal/h]	30
$F(t)$	: ガス供給量[kcal/h]	
$F_{FC}(t)$	: FCユニット103へのガス供給量[kcal/h]	
$F_B(t)$	: 補助ボイラ221へのガス供給量[kcal/h]	
$S(t)$	: 蓄電池102の充電残量[kWh]	40
$H(t)$	: 貯湯槽223の貯湯量[kcal]	

## 【0054】

制御対象モデル300gは、各構成要素の間での入力/出力の関係を示す。構成要素間での入力変数/出力変数の関係は、表1に示される変数の関係を示す数式で表される。制御対象モデル300gは、例えば次式(1)~(12)により表現されることが可能である。

## 【0055】

【数 1】

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

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

$$\Phi_{FC}(t) = \alpha F_{FC}(t) + \beta \quad (3)$$

$a, b, \alpha, \beta$  : FCの効率から決まる係数

10

$$r H(t-1) + \Phi_{FC}(t) + \Phi_H(t) = H(t) + \Phi_{ST}(t) \quad (4)$$

$r$  : 貯湯効率

$$H_{\min} \leq H(t) \leq H_{\max} \quad (5)$$

$H_{\min}, H_{\max}$  : 貯湯槽 2 2 3 の容量制約

20

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

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

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

30

$$S_{\min} \leq S(t) \leq S_{\max} \quad (9)$$

$S_{\min}, S_{\max}$  : 蓄電池 1 0 2 の容量制約

$$P_{FC}(t) = \sqrt{S_{FC}^2(t) - Q_{FC}^2(t)} \quad (10)$$

$$\cos \theta = P_{FC}(t) / S_{FC}(t) \quad (11)$$

$$\cos \theta > 0.85 \quad (12)$$

40

【0 0 5 6】

式(1)において、ガス供給量  $F(t)$  は、FCユニット 1 0 3 への供給量  $F_{FC}(t)$  と補助ボイラ 2 2 1 への供給量  $F_B(t)$  との和で示される。FC本体 2 2 0 は、 $F_{FC}(t)$  のガス供給量に対して  $P_{FC}(t)$  だけ発電し、 $F_{FC}(t)$  だけ排熱とする。このFC本体 2 2 0 の入出力特性、すなわちFC本体 2 2 0 におけるガス供給量、発電量、および排熱量の関係は、式(2)、(3)のように近似して示される。

【0 0 5 7】

逆潮流防止ヒータ 2 2 2 は、電力  $P_H(t)$  を熱量  $Q_H(t)$  の熱に変換して消費させることで、余剰電力が電力グリッド 6 に逆潮流しないように制御する。つまり余剰電力に相

50

当する熱量が廃棄される。補助ボイラ 2 2 1 は、給湯デマンドのうち貯湯槽 2 2 3 からの給湯  $s_T(t)$  で賄いきれない分の給湯  $b(t)$  を供給する。

【0058】

貯湯槽 2 2 3 の貯湯量  $H(t)$  は、式(4)に示されるように、FC 本体 2 2 0 の排熱  $F_C(t)$ 、逆流防止ヒータ 2 2 2 の発熱量  $H(t)$ 、および給湯  $s_T(t)$  により増減する。式(4)の左辺は貯湯槽 2 2 3 に入る熱量を湯量ベースで表すもので、左辺第 1 項は  $r \cdot H(t-1) = \text{残存率} \times \text{前回貯湯量} = \text{放熱後に残る湯量}$  である。

【0059】

貯湯効率(残存率)  $r$  は、時間  $t-1$  から  $t$  の間での、放熱による減少後に残る熱の割合を示す係数である。左辺第 2 項は FC 排熱の回収量であり、第 3 項は逆流防止ヒータ 2 2 2 の発熱量であり、いずれも湯量換算値である。

10

【0060】

式(4)の右辺は貯湯槽 2 2 3 から出る熱量との残りの熱量とを湯量ベースで示す。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  $t-1$  から  $t$  の間での給湯量)を示す。式(5)は貯湯槽 2 2 3 の容量制約を示す。

蓄電池 1 0 2 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することが可能である。

【0061】

式(6)は、電力の需給バランスを示す。 $P_D(t)$  はホーム 1 0 0 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 1 0 1 の発電量を示す。式(7)、(8)は FC 本体 2 2 0 と蓄電池 1 0 2 からの逆流を禁止するという制約条件を示す。式(9)は蓄電池 1 0 2 の容量の制約条件を示す。

20

【0062】

式(10)は実施形態を特徴づけるもので、FC ユニット 1 0 3 の発電量の有効電力  $P_{FC}(t)$  を算出するための式である。式(10)に示される変換はインバータ 2 4 0 (図 4) により実施される。式(11)は力率を示す。式(12)は、日本においてホーム 1 0 0 を電力グリッド 6 に系統連系する上での制約を示すもので、例えば非特許文献 1 において示される。

【0063】

計算部 3 0 0 c (図 2、図 3) は、以上のような条件のもとで、電力デマンド、給湯デマンドと PV 発電量、電気・ガスの料金単価および電力買い取り価格が与えられたとき、蓄電池 1 0 2 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)が最小となるように、FC ユニット 1 0 3 による有効電力  $P_{FC}(t)$  の発電スケジュールと、蓄電池 1 0 2 からの放電電力  $P_{SB}(t)$  の放電スケジュールとを求める。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。

30

【0064】

図 5 は、実施形態に係る遺伝的アルゴリズムにおける遺伝子設計の一例を示す概念図である。実施形態では、遺伝子に FC ユニット 1 0 3 の発電量の有効電力  $P_{FC}(t)$  と蓄電池 1 0 2 の充放電電力  $P_{SB}(t)$  とを組み込むようにした。1 日分の蓄電池 1 0 2 および FC ユニット 1 0 3 の運転スケジュールを個体とし、複数の個体から世代を形成する。

【0065】

式(13)に、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。光熱費収支  $C$  を式(14)に示し、機器稼働の不連続性に掛かるコスト  $g(P_{FC}(t), P_{SB}(t))$  を式(15)に示す。光熱費収支  $C$  における  $t=0 \sim t=23$  までの総和は 24 時間に渡る和を求めることに対応する。

40

【0066】

【数 2】

$$\text{Fit} = \frac{1}{f(C) + g(P_{FC}(t), P_{SB}(t))} \quad (13)$$

$f(C)$  :  $C$  を変数とする単調増加関数  $f(C) > 0$

10

$$C = \sum_{t=0}^{23} (c_F F(t) + c_E(t) P_C(t)) \quad (14)$$

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

20

$c_F$  : ガス料金単価 [円/kcal]

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

$$W_1, W_2 : \text{重み} \quad (15)$$

30

【0067】

式(12)において、適合度  $\text{Fit}$  を、1日あたりの光熱費収支  $C$  を変数とする単調増加関数  $f(C)$  に機器稼働の不連続性に掛かるコスト  $g(P_{FC}(t), P_{SB}(t)) > 0$  を加算し、その逆数として表す。これは、ホーム100のデマンドをPV発電量が大きく上回ると光熱費収支  $C$  が負になる可能性を考慮し、光熱費収支  $C$  の減少と適合度  $\text{Fit}$  の増加とを対応させるためである。実施形態では  $f(C) > 0$  となる関数を用いる。

【0068】

以上の式に、電力デマンド、給湯デマンド、PV発電量、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  $\text{Fit}$  を最大化する。これにより、光熱費収支  $C$  の最小化を促す、FCユニット103の発電量の有効電力  $P_{FC}(t)$  と蓄電池102の充放電  $P_{SB}(t)$  との系列を求めることが可能になる。

40

【0069】

図6は、実施形態に係る最適化演算の手順の一例を示すフローチャートである。計算部300cは例えば遺伝的アルゴリズム (genetic algorithm) により最適化演算を実施する。

(ステップS2-1) 初期個体群の生成

制約条件を満足する  $n$  個の初期個体を、過去の実績値に基づいて、あるいはランダムに発生させる。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。

50

## (ステップS 2 - 2) 終了判定処理

ステップS 2 - 3 ~ S 2 - 6の処理を繰り返す処理である。各個体の適合度およびその世代での平均適合度を計算する。ステップS 2 - 2のループが規定回数になればアルゴリズム演算は終了される。または、その世代における平均適合度を前2世代の平均適合度と比較し、その結果が任意に設定した値以下であればアルゴリズムは終了される。

## (ステップS 2 - 3) 淘汰

制約条件を満足しない個体を淘汰する。また、予め定義した個体数以上の個体が存在する場合は適合度の悪い(適合度の小さい)個体をその個数まで淘汰する。

## (ステップS 2 - 4) 増殖

個体数が予め定義した個体数より少ない場合、適合度が最良の個体を増殖させる。

10

## (ステップS 2 - 5) 交叉

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、ペアごとにランダムに遺伝子座を選び、一点交叉させる。

## (ステップS 2 - 6) 突然変異

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。

## 【0070】

(ステップS 2 - 2) ~ (ステップS 2 - 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。この条件が満たされれば結果出力(ステップS 2 - 7)ののち終了となる。

20

## 【0071】

図7は、実施形態における処理手順の一例を示すシーケンス図である。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が必要である。よって図7に示されるシーケンスは、予測計算の実施されるタイミング(例えば1日数回)に合わせて実行される。

## 【0072】

図7において、予測部300bは、ホーム100における所定時間ごとの電力デマンド、給湯デマンド、PV発電量などの実測データをデータベースDBから取得する(ステップS 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が取得されても良い。次に予測部300bは、所定時間ごとのホーム100における電力デマンド、給湯デマンドおよびPV発電量を予測する(ステップS 2)。算出された予測データは計算部300cに渡される。

30

## 【0073】

計算部300cは、余剰電力を最小化しエネルギー収支を最適化すべく、最適スケジューリングを実行する(ステップS 3)。すなわち計算部300cは、予測部300bから渡された予測データに基づいて、例えば遺伝的アルゴリズムに基づいて式(13)のFitを最適化することにより運転スケジュールを算出する。算出された運転スケジュールは、FCユニット103の発電量の有効電力のスケジュール、および蓄電池102の充放電量の所定時間ごとのスケジュールを含む。運転スケジュールはデータベースDBに記憶され、また、IPネットワーク200を介してホーム100の端末105に送信される。

40

## 【0074】

端末105は、受信した運転スケジュールをグラフィカルに表示する(ステップS 4)。運転スケジュール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。ユーザは、表示された運転スケジュールの実行を許可するか、許可しないかを、端末105のユーザインタフェースを介して指定する(ステップS 5)。許可されなければ、その旨がIPネットワーク200を介して計算部300cに通知され、ステップS 3からの手順が再度実行される。許可されれば、その旨がIPネットワーク200を介して制御部300dに通知される。

## 【0075】

制御部300dは、許可された運転スケジュールをデータベースDBから取得する(ス

50

テップ S 6 )。次に制御部 3 0 0 d は、許可された運転スケジュールに沿ってホーム 1 0 0 の蓄電池 1 0 2、F C ユニットあるいは家電機器 5 を制御するための制御情報を作成する (ステップ S 7 )。この制御情報は I P ネットワーク 2 0 0 を介してホーム 1 0 0 のホームゲートウェイ 7 に送信される。

#### 【 0 0 7 6 】

制御情報は、例えば蓄電池 1 0 2 の充放電、F C ユニット 1 0 3 の発電のための運転・停止指示、出力目標値などを含む。制御情報を受けたホームゲートウェイ 7 は、制御情報の内容に従って、制御対象の機器 (蓄電池 1 0 2、F C ユニットあるいは家電機器 5 など) を制御する。以上の手順はスケジュールリングの時間間隔ごとに繰り返される。

#### 【 0 0 7 7 】

図 8 は、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 1 0 0 の 1 日の電力デマンドと給湯デマンドとの予測結果に基づき算出された、蓄電池 1 0 2 および F C ユニット 1 0 3 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 : 0 0 から 2 3 : 0 0 までは 2 8 円 / k W h、2 3 : 0 0 から翌日 7 : 0 0 までは 9 円 / k W h 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。

#### 【 0 0 7 8 】

蓄電池 1 0 2 の運転スケジュールは、電気料金単価の安い時間帯 ( 0 : 0 0 ~ 6 : 0 0 ) に充電し、電気料金単価の高い時間帯 ( 7 : 0 0 ~ 1 0 : 0 0、1 3 : 0 0 ~ 2 2 : 0 0 ) 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。

#### 【 0 0 7 9 】

F C ユニット 1 0 3 は一定の出力で稼働しているように見えるが、その出力の力率は単位時間ごとに制御されている。従って有効電力の値も変化し、その増減は、余剰電力が解消するように作用する。発電量が電力需要を上回る時間 ( 1 2 : 0 0 ~ 1 4 : 0 0 ) は余剰発電量を蓄電池 1 0 2 に充電することも可能である。よって発電された電力が逆潮流防止ヒータ 2 2 2 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 2 2 2 は、2 4 時間に渡って稼働することなく推移していることが分かる。

#### 【 0 0 8 0 】

以上述べたように実施形態では、ホーム 1 0 0 における P V 発電量、電力デマンド、給湯デマンドが予測される。そして、予測されたデマンドに基づいて、設定した制約条件下で評価関数を最小化する最適化計算により運転スケジュールが算出される。

つまり、F C ユニット 1 0 3 の発電量の有効電力を可変とした制御対象モデルに基づいて、F C ユニット 1 0 3 の運転スケジュールおよび蓄電池 1 0 2 の充放電スケジュールを最適化するようにしている。F C ユニット 1 0 3 の発電量の有効電力は、インバータ 2 3 0 の出力電力の力率を制御することで実現される。

#### 【 0 0 8 1 】

また実施形態では、式 (13)、(14) に示されるように、最大化すべき適合度  $F i t$  を示す関数に、F C ユニット 1 0 3 の稼働に要するガス料金が含まれるようにした。これにより、可能解が存在するという条件下で、逆潮流防止ヒータ 2 2 2 を無駄に動作させるようなスケジュールは最適化計算の過程で淘汰される方向に作用する。

#### 【 0 0 8 2 】

さらに、ステップ S 1 - 2 の予測手順と、ステップ S 1 - 3 の最適スケジュールリング ( 図 6 ) 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デマンド予測、給湯デマンド予測および P V 発電予測に応じて、F C ユニット 1 0 3 の発電スケジュールや蓄電池 1 0 2 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なる。

従って、蓄電池 1 0 2 が満充電になり、F C ユニット 1 0 3 の余剰電力を充電できない

10

20

30

40

50

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。

【0083】

以上からこ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、サーバおよびクライアント装置を提供することが可能になる。

【0084】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば図3において、予測部300b、計算部300c、および制御部300dを、複数のユーザごとに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、計算部300cによる演算を、複数のユーザ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。

【0085】

また、制御部300dをクラウド300でなく、クライアント装置としてのホームゲートウェイの機能としてインプリメントすることも可能である。

つまり実施形態では、ホーム100の蓄電池102およびFCユニット103を、クラウド300で計算された運転スケジュールに基づいて、クラウド300から制御するようにした。これに代えて、蓄電池102およびFCユニット103を、クラウド300で計算された運転スケジュールに基づいて、ホームゲートウェイにより制御することももちろん可能である。

このような形態では、制御部300dに相当する機能を持つアプリケーションをホームゲートウェイにインストールし、このアプリケーションに、クラウド300で計算された運転スケジュールを通知するにすればよい。

【0086】

また、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。

【0087】

また、図5に示される遺伝子設計に示される有効電力 $P_{FC}(t)$ を、FC本体220の発電量の皮相電力である $S_{FC}(t)$ と力率 $\cos$ とのセットで示すこともできる。このケースでは図5に示される遺伝子設計を図9のように表現することも可能である。

【0088】

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。

【符号の説明】

【0089】

5...家電機器、6...電力グリッド、7...ホームゲートウェイ、7a...通信部、19...電力量計、20...分電盤、21...配電線、25...ホームネットワーク、40...通信回線、61...変圧器、100...ホーム、101...PVユニット、102...蓄電池、103...FCユニット、104, 106, 230...PCS、105...端末、105a...ユーザインタフェース、200...IPネットワーク、220...FC本体、221...補助ボイラ、222...逆潮流防止ヒータ、223...貯湯槽、240...インバータ、300...クラウドコンピューティングシステム、300a...収集部、300b...予測部、300c...計算部、300d...制御部、300g...制御対象モデル、300h...データ

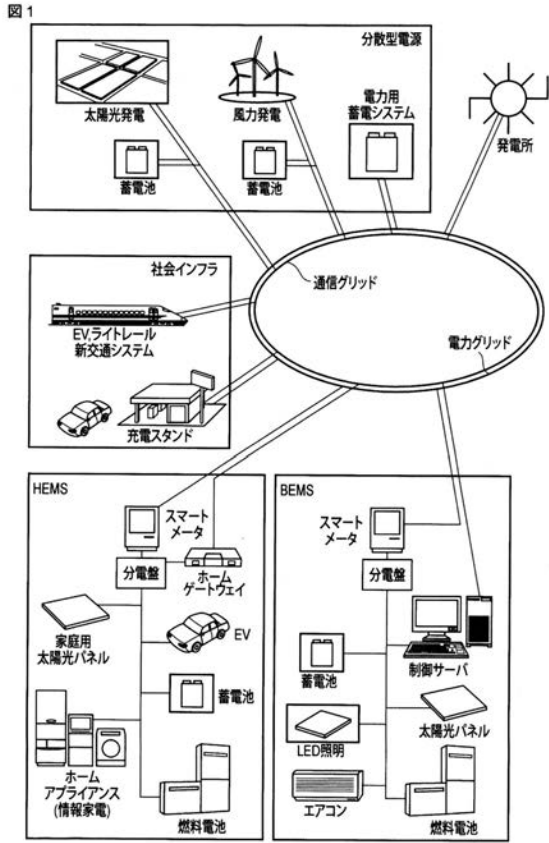
10

20

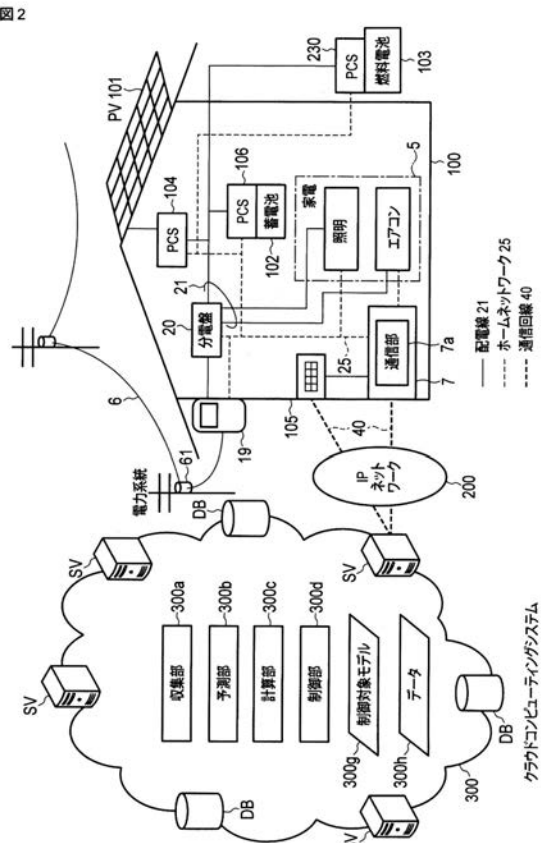
30

40

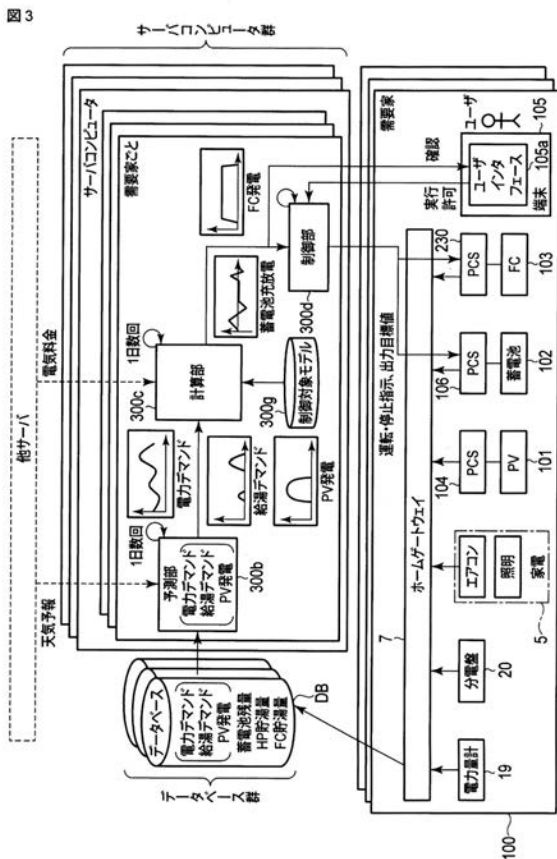
【 図 1 】



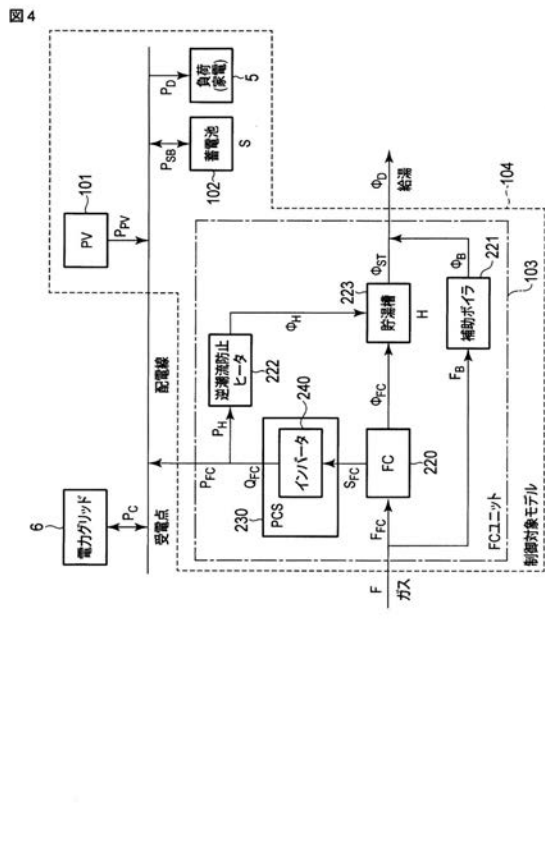
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

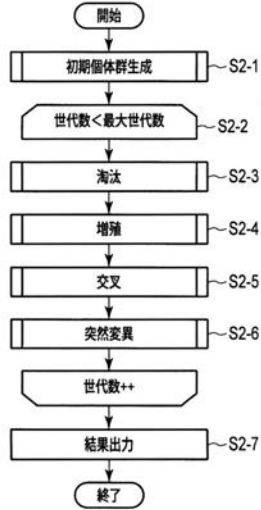
図 5

時刻	0:00	1:00	...	23:00
FC	$P_{FC}(0)$	$P_{FC}(1)$	...	$P_{FC}(23)$
蓄電池	$P_{SB}(0)$	$P_{SB}(1)$	...	$P_{SB}(23)$

個体  
世代

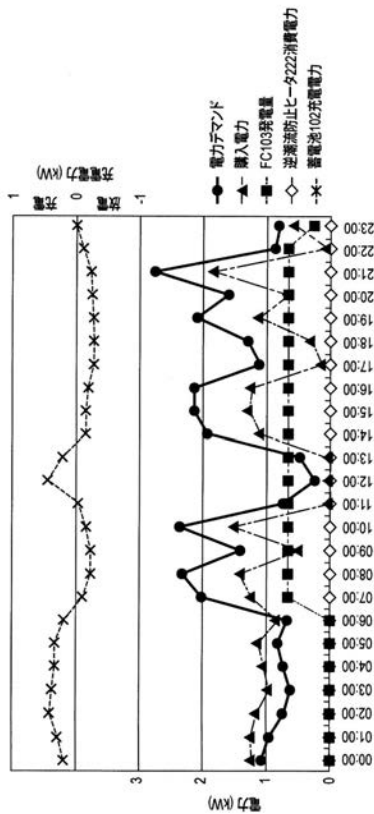
【 図 6 】

図 6



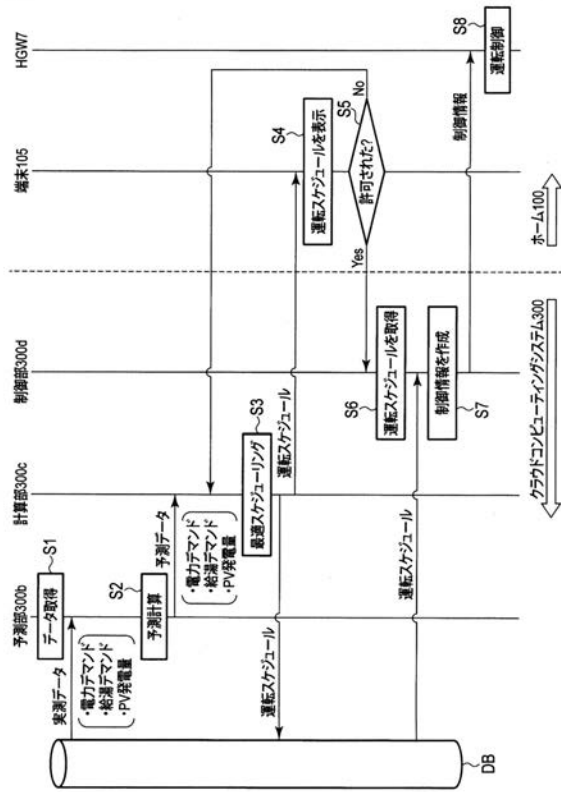
【 図 8 】

図 8



【 図 7 】

図 7



【 図 9 】

図 9

時刻	0:00	1:00	...	23:00
FC本体	$S_{FC}(0)$	$S_{FC}(1)$	...	$S_{FC}(23)$
力率	$\cos\theta(0)$	$\cos\theta(1)$	...	$\cos\theta(23)$
蓄電池	$P_{SB}(0)$	$P_{SB}(1)$	...	$P_{SB}(23)$

個体  
個体

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	H 0 2 J 7/34	D
	G 0 6 Q 50/06	
(74)代理人	100189913	
	弁理士 鷗飼 健	
(72)発明者	片山 恭介	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	和田 卓久	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	久保田 和人	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	酢山 明弘	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	長岩 明弘	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	松江 清高	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
(72)発明者	枝広 俊昭	
	東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内	
Fターム(参考)	5G066 AA02 AE01 AE09 HA15 HB03 HB07 HB09 JA07 JB03 KA01 KA06 KB01 5G503 AA01 AA05 AA07 BA01 BB01 CA08 DA06 EA05 5L049 CC06	