

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5883619号
(P5883619)

(45) 発行日 平成28年3月15日(2016.3.15)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl.

F 1

HO2J 13/00 (2006.01)
HO2J 3/14 (2006.01)HO2J 13/00 301A
HO2J 3/14 160

請求項の数 8 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-248259 (P2011-248259)
 (22) 出願日 平成23年11月14日 (2011.11.14)
 (65) 公開番号 特開2012-110218 (P2012-110218A)
 (43) 公開日 平成24年6月7日 (2012.6.7)
 審査請求日 平成26年11月10日 (2014.11.10)
 (31) 優先権主張番号 12/948,704
 (32) 優先日 平成22年11月17日 (2010.11.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 智志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 ジョン・クリストファー・ブート
 アメリカ合衆国、ジョージア州、アトラン
 タ、ワイルドウッド・パークウェイ、42
 00番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力消費コンプライアンス監視システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

消費者に、インセンティブと引き換えに、今後の需要応答事象の間、特定の種類の電力消費装置を稼働させないように要請するように構成された電子インターフェイスであって、

前記電力消費装置の前記特定の種類は、前記需要応答事象の間、外部エンティティではなく前記消費者によって稼働を止める。

前記電子インターフェイスと、

消費者の敷地にあって期間中に消費者によって稼働される全ての電力消費装置による経時的な総電力消費量を表す電力使用プロファイルを取得するように構成された電力サンプリング回路であって、

前記期間は、消費者が前記特定の種類の電力消費装置を前記需要応答事象の間稼働させないことを合意した、前記需要応答事象を少なくとも含み、かつ、前記需要応答事象の終了時にほぼ終了する、

前記電力サンプリング回路と、

前記特定の種類の電力消費装置の明確な状況を外部エンティティに提供せずに前記電力使用プロファイルを提供し、前記外部エンティティが、消費者が前記特定の種類の電力消費装置を前記需要応答事象の間稼働しない合意に従っているか否かを判定できるようにする、通信回路と、

を備え、

10

20

前記電力使用プロファイルは、前記期間中の特定の時点における消費者による電力消費を表す、

ユーティリティメータシステム。

【請求項 2】

前記電力使用プロファイルが、消費者プライバシーを守るために、5秒又はそれ以上長い期間毎の前記消費者による電力消費を表す、請求項1に記載のユーティリティメータシステム。

【請求項 3】

前記電力使用プロファイルが二次元ベクトルを含む、請求項1または2に記載のシステム。

10

【請求項 4】

前記電力使用プロファイルが、時間に対する電力消費の生データ値を含む、請求項1から3のいずれかに記載のシステム。

【請求項 5】

前記電力使用プロファイルが、実際の電力消費と無効電力消費とを表す、請求項1から4のいずれかに記載のシステム。

【請求項 6】

前記外部エンティティが、公共事業者である、請求項1から5のいずれかに記載のシステム。

【請求項 7】

前記通信回路が、前記外部エンティティから、前記特定の種類の電力消費装置を前記需要応答事象の間稼働しない前記要請を受け取る、請求項1から6のいずれかに記載のシステム。

20

【請求項 8】

前記インターフェイスは、前記要請に対するユーザの合意または不同意の表示を受け取り、

前記通信回路は、前記要請の前記合意または不同意の前記表示を、前記外部エンティティに伝える、

請求項1から7のいずれかに記載のシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示の主題は、電力消費を監視して、需要反応事象中又は電力需要制限の合意期間中における、電力消費制限への合意に対するコンプライアンスを検証することに関する。

【背景技術】

【0002】

ピーク電力消費の時点では、公共事業者、及び消費者に電力を供給する電力網に著しい負担が生じることがある。これらのピーク需要期間は、大多数の住宅及び商用の消費者が暖房、換気、及び空調（H V A C）家電を稼働させる、日中の最も暑い時間帯に生じることが多い。多くの場合、H V A C家電は、消費者が留守の間でさえ消費者の家庭で稼働していることがある。公共事業者は、これらのピーク需要期間中に高電力を消費する或る種の負荷（例えば、H V A Cその他の家電）をオフにすることを消費者に促したいが、公共事業者は、消費者がその特定の時間に、この種の負荷を稼働させない要請に従っているか否かを検証することはできない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第7528503号明細書

50

【発明の開示】**【0004】**

オリジナルクレームの発明に対応する幾つかの実施形態を以下に要約する。これらの実施形態は、特許請求の範囲を限定することを意図しておらず、本発明に可能な形態を簡潔に説明することのみを意図している。実際、本発明は、下記の実施形態に類似の、或いは下記の実施形態とは異なる、様々な形態を包含し得る。

【0005】

第1の実施形態において、システムが、或る種の負荷による電力消費パターンを表す負荷プロファイルを格納する記憶装置と、データ処理回路とを含む。データ処理回路は、消費者による電力消費を表す電力使用プロファイルを少なくとも或る期間にわたって負荷プロファイルと比較して、消費者がその期間にわたってその種類の負荷を使用しているか否かを判定する。10

【0006】

第2の実施形態において、製品が、プロセッサによって実行されるようにエンコードされた命令を少なくとも一括して有する1つ又は複数の有形の機械読み取り可能媒体を含む。これらの命令は、少なくとも需要反応事象中に行われた消費者による電力消費を表す電力使用プロファイルを受信し、或る種の負荷による電力消費パターンを表す負荷プロファイルを受信する命令を含む。この命令は更に、電力使用プロファイルを負荷プロファイルと比較して、電力使用プロファイルの成分が負荷プロファイルと適合する場合に、需要反応事象中に消費者がその種類の負荷を稼働させていることを示す命令を含む。20

【0007】

第3の実施形態において、方法が、需要反応事象の開始前に、（電力計が計測した消費者による電力消費量を表す）電力使用プロファイルを受信し、消費者が或る種の負荷を稼働させていることを電力使用プロファイルが示しているか否かを判定するステップを含む。この方法は、消費者がその種類の負荷を稼働させていることを電力使用プロファイルが示している場合、その種類の負荷が稼働していることが判定された旨が電力計に表示されるようにするステップを含む。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】消費者が需要反応事象に従っているか否かを判定するためのコンプライアンス検証システムの一実施形態を示す概略ブロック図である。30

【図2】コンプライアンス検証用に消費者の電力消費をサンプリング可能な電力計の一実施形態を示す概略ブロック図である。

【図3】公共事業者と需要反応事象要請に関する消費者との間で行われる通信の実施形態を示す通信図である。

【図4】ユーザーが或る種の負荷を稼働させているか否かを判定するために使用可能な負荷プロファイルの実施例を示す図である。

【図5】ユーザーが或る種の負荷を稼働させているか否かを判定するために使用可能な負荷プロファイルの実施例を示す図である。

【図6】ユーザーが或る種の負荷を稼働させているか否かを判定するために使用可能な負荷プロファイルの実施例を示す図である。40

【図7】ユーザーが或る種の負荷を稼働させているか否かを判定するために使用可能な負荷プロファイルの実施例を示す図である。

【図8】需要反応事象中の消費者による電力消費量を表す電力使用サンプリングの一実施形態の模式的なグラフである。

【図9】図8の電力使用プロファイルの、電力消費の基準成分量の一実施形態の模式的なグラフである。

【図10】需要反応事象中に生じる図8の電力使用プロファイルの成分の一実施形態の模式的なグラフである。

【図11】電力を消費中の負荷の種類を識別する電力消費識別コードを含む電力使用プロ50

ファイルの一実施形態の模式的なグラフである。

【図12】需要反応事象要請を発するとともに消費者のコンプライアンスを監視する方法の一実施形態を記載したフローチャートである。

【図13】需要反応事象の以前の現時点でユーザーが需要反応事象に従っていない場合に、消費者に需要反応事象要請をリマインドする方法の一実施形態を記載したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

全図面を通じて同様の符号で同様のパートを示した添付図面を参照しながら、下記の詳細な説明を読めば、本発明のこれら及びその他の特徴、態様、及び利点の理解が深まるであろう。

10

【0010】

以下、1つ以上の具体的な実施例について記述する。これらの実施例を簡潔に提示するために、本明細書では実際の実施例の特徴の全てを記載することはない。いかなる実際の実施例の開発においても、いかなる工学的又は設計上の計画においても、実施例ごとに異なるシステム上及びビジネス上の制約に合わせるといった、開発者の特定の目的を達成するために多くの選択が個々の実施例に必要であることを理解されたい。また、このような開発努力は、煩雑で時間がかかるものとなり得るが、本開示による利益を享受する当業者にとっては、日常的な設計、製作、製造上の仕事であることも理解されたい。

20

【0011】

本明細書に開示の様々な実施例の要素を説明する際、不定冠詞及び定冠詞は、その要素が1つ以上存在することを意味している。「備える」「含む」「有する」といった表現は、包括的な意味で、列挙した要素以外にも追加の要素が存在し得ることを意図している。

【0012】

前述の通り、ピーク需要期間中、停電や節電等の電力の中断に繋がる利用可能な電力供給量を超える需要を防ぐために、公共事業者は、消費者に対して或る一定の負荷（例えば、高電力消費家電）を稼働させないようにするインセンティブを与えたいた場合がある。これらのピーク需要期間は、大多数の住宅及び商用の消費者が暖房、換気、及び空調（H V A C）家電を稼働させる、日中の最も暑い時間帯に生じることが多い。したがって、こうした消費者の一部が、こうしたピーク需要期間中に H V A C 家電（又は、電気自動車の充電等その他の高電力消費負荷）を稼働させないことに合意すれば、ピーク需要を低減することができよう。ピーク需要期間中に生じる需要反応事象中にこのような負荷を稼働させないことに合意する見返りとして、公共事業者は電気料金の割引又はその他の特典等のインセンティブを提示できよう。本明細書で用いる場合、過剰な電力需要を緩和するために、電力需要が高い或る一定期間に或る一定の負荷を稼働させないように消費者に要請することを「需要反応事象要請」という。このような需要反応事象要請を契約時に予め規定しておき、消費者に対して或る一定の負荷を稼働させないように要請する所定の時間（例えば、ピーク負荷が高くなることが分かっている特定の年月日のある一定の時間帯）を決定しておいてもよい。消費者がその種類の負荷を稼働させないように要請された高電力需要期間を、本開示では「需要反応事象」というが、「需要反応事象」という用語は、電力消費の制限に合意がなされたどの期間をも意味し得ることを理解されたい。

30

【0013】

需要反応事象中に消費者のコンプライアンスを検証する方法がなければ、公共事業者は、消費者がいつ、需要反応事象中に電力消費量が高い負荷（例えば、高電力消費家電）を稼働させないことに合意したのかを知ることができず、消費者との契約を満たすことができない。したがって、本開示の実施形態は、需要反応事象中に消費者が要請された種類の負荷の電源を切ったか、或いは、稼働させなかったことを検証する技術に関する。特に、本開示の一部の実施形態によれば、電力計で需要反応事象を含む期間中の別々の時点で生じる電力消費をサンプリングして、電力使用プロファイルを取得することができる。時間によって、異なる種類の負荷が異なる電力消費パターンに従って電力を消費するため、禁

40

50

じられている種類の負荷を消費者が稼働させているか否かの判定には、この電力使用プロファイルと、こうした異なる電力消費パターンを示す負荷プロファイルとを比較するステップが含まれることがある。

【0014】

特に、本明細書で「コンプライアンスサーバー」と称する電子装置は、電力使用プロファイルを1つ又は複数の負荷プロファイルと比較する。プロファイルの適合が認められると、消費者がその負荷プロファイルに関連する種類の負荷を稼働させているものと考えられる。このように、電力使用プロファイルが、消費者が稼働させないことに合意した種類の負荷に関連する負荷プロファイルと適合した場合、公共事業者は、その消費者が需要反応事象要請に従っていないことを知ることができる。

10

【0015】

加えて、消費者が需要反応事象中に特定の負荷（例えば、H V A C システム）を稼働させないことに合意したにもかかわらず、その消費者が需要反応事象の開始前にその負荷を稼働させている場合は、需要反応事象の開始前に消費者に対してその旨をリマインドしてもよい。即ち、電力計は、需要反応事象の開始前に、経時的に消費者の電力消費をサンプリングして、電力使用プロファイルを取得するようにしてもよい。コンプライアンスサーバーは、この電力使用プロファイルを、消費者が需要反応事象中に稼働させないことに合意した種類の負荷に関連する1つ又は複数の負荷プロファイルと比較する。需要反応事象の開始前にユーザーがこれに従っていない場合は、コンプライアンスサーバー又は公共事業者が、消費者に対して、現在はコンプライアンスに従っていないことを通知して、消費者が既に合意している種類の負荷の電源をオフにし、需要反応事象に備えられるようにしてもよい。

20

【0016】

上記に鑑みて、図1は需要反応事象コンプライアンス検証システム10を示す。システム10では、消費者12は交流（A C）電力線16の電力網を介して公共事業者14から電力を受給する。電力網16は、ここでは1-Nとした適宜の任意の数の消費者12に電力を供給する。これらの消費者12は、例えば、住宅又は商用の電力消費者、或いは、各々が幾つかの負荷18を稼働させて電力を消費する最終的な消費者の電気使用料を一括して支払う消費者（例えば商用ビルのオーナー、マンションの管理組合等）である。消費者12には、個人、事業体、商用及び住宅用不動産、装置等が含まれる。負荷18には、例えば、H V A C 家電、プール用ポンプ、調理機器（例えばオーブン、コンロ、流し台、電子レンジ等）、洗濯機（例えば、衣類用洗濯機及び乾燥機）、冷蔵庫及び冷凍庫、充電式電気自動車、産業用設備（例えば、ポンプやモータ）等の、比較的電力消費が多い或る一定の負荷18、並びにテレビ、コンピュータ、及び照明等の比較的電力消費が少ない或る一定の負荷18が含まれる。図1に示すように、各消費者12は所定の任意の時点で1-N個の負荷18を稼働させることができる。

30

【0017】

現地の電力計20で、各消費者12による電力消費量を追跡できる。各電力計20は、サンプリング回路22と、消費者インターフェース24と、電力計20を公共事業者14と通信可能にする或る一定の通信回路26とを含む。ピーク電力需要期間中又は「需要反応事象」中、公共事業者14は消費者12に対して、「需要反応事象要請」で或る一定の高電力消費負荷18の稼動を控える見返りに、インセンティブを与えたことがある。公共事業者14は、例えば文字通信、電話、ウェブサイト、Eメール、及び/又は通信回路26を利用したメーター20のインターフェース24を介して、このような要請を消費者12に伝達する。消費者12がこのような需要反応事象要請に合意している場合、公共事業者14は、需要反応事象コンプライアンス検証システム10を使用して、それ以降の需要反応事象中のコンプライアンスを検証できる。加えて、一部の実施形態において、負荷18は、需要反応事象中に負荷18の電源をオフにすることにより、或いは負荷18をオンに切り換えることを拒絶することにより、公共事業者14からの需要反応事象要請に自動的に応答する応答システムを内蔵していくてもよい。

40

50

【0018】

具体的には、少なくとも需要反応事象が生じている間、需要反応事象要請に合意した消費者12の電力計20のサンプリング回路22が、消費者12による別々の電力消費をサンプリングして、電力使用プロファイル28を取得する。例えば、サンプリング回路22は、瞬間的な現時点の電力消費又は特定の間隔（例えば、0.1、0.2.0.5、1、2、5、10、20、又は30秒毎、或いは、1、2、又は5分毎、或いはその他の間隔）での電力消費の変化を計測する。少なくとも一実施形態では、プライバシーを守るために十分に長い間隔（例えば、約5～10秒又はそれ以上）で、サンプリング回路22で消費者12の現在の電力消費をサンプリングして、電力消費が比較的少ない負荷18については、基本的に本明細書に記載の技術で特に感知せず、電力消費が比較的多い負荷18については感知可能であるようにする。電力計20は、通信回路26を介してこれらの電力使用プロファイル28の通信を行うことができる。この通信回路26には、Blue tooth等のパーソナルエリアネットワーク、802.11x Wi-Fi等のローカルエリアネットワーク、3G又は4Gセルラーネットワーク（例えばWiMax）等の広域ネットワーク、及び/又は電力線通信（PLC）又は電力線搬送通信（PLCC）等の電力線データ通信ネットワーク等のネットワークを介して通信可能な無線通信回路が含まれる。10

【0019】

公共事業者14に関連するコンプライアンスサーバー30が、電力使用プロファイルを受信し、消費者12が需要反応事象要請に従ったか否かを判定する。コンプライアンスサーバー30は、公共事業者14と関連するものとして示されているが、コンプライアンスサーバー30は、公共事業者の代わりに第三者のサービスと関連していくてもよく、或いは、電力計20の能力を呈してもよい。コンプライアンスサーバー30は、プロセッサ32、メモリ34、及び記憶装置36を含む。プロセッサ32は、ここに開示する技術を実行するようにメモリ34及び/又は記憶装置36に作動的に結合される。これらの技術は、プロセッサ32、及び/又はプロセッサ32によって実行可能な或る命令に基づく他のデータ処理回路によって実施可能である。このような命令は、これらの命令を少なくとも一括して格納するための1つ又は複数の有形のコンピュータ読み取り可能媒体を含む適宜の製品を使用して格納される。この製品には、例えばメモリ34、及び/又は不揮発性記憶装置36が含まれる。メモリ34及び不揮発性記憶装置36には、ランダムアクセスメモリ、読み出し専用メモリ、再書き込み可能なフラッシュメモリ、ハードドライブ、及び光ディスク等の、データ及び実行可能命令の保存に適するなどの製品も含まれる。2030

【0020】

本明細書に記載の技術を用いて、コンプライアンスサーバー30は、電力計20から受信した電力使用プロファイル28を、記憶装置36に格納された或る種の負荷18による電力消費パターンを表す様々な負荷プロファイルと比較する。電力使用プロファイル28が、消費者12が稼働させないことに合意した種類の負荷に関連する負荷プロファイルと適合することをコンプライアンスサーバー30が判定した場合は、コンプライアンスサーバー30は、消費者12が需要反応事象要請に従っていないことを示すコンプライアンス表示38を出力する。需要反応事象中に稼働させないことに合意した種類の装置を表す不揮発性記憶装置36からの負荷プロファイルと、電力使用プロファイル28が適合しないとコンプライアンスサーバー30が判定した場合は、コンプライアンスサーバー30は、消費者12が需要反応事象に従っていることを示すコンプライアンス表示を出力するようにしてよい。40

【0021】

電力計20は、様々な形態であってよい。三相電力計20の一実施形態として、図2では、電力網16に電力計システム50が接続されており、電力がAC線52からAC負荷12（例えば、任意の適宜の数の負荷18を稼働させている消費者12が所有する住宅又は商用施設）に流れようになっている。図2の実施形態は、三相電力の監視に関するが、電力計20の代替実施形態は単相電力を監視するものでもよい。図示の実施形態では、50

A C 線 5 2 は三相線 5 3 と中性線 5 4 とを介して三相電力を伝送する。電力計 2 0 は、その内部電力消費用に三相線 5 3 と中性線 5 4 とに結合された電源回路 5 6 を介して電力を得る。停電時に電力消費データをバックアップするために、電源回路 5 6 で更に、バッテリ及び / 又はスーパー・キャパシタ 5 8 を充電してもよい。代替実施形態では、バックアップ電力が非充電式バッテリによって給電される。

【 0 0 2 2 】

計測回路 6 0 は、A C 線 5 2 から A C 負荷 1 2 へと流れる電圧と電流を監視することによって電力消費を確認する。特に、電圧感知回路 6 2 は、三相線 5 3 と中性線 5 4 に基づいて電圧を測定する。変流器 (C T) 6 4 及び電流感知回路 6 6 が、三相線 5 3 を流れる電流を測定する。計測回路 6 0 は、液晶ディスプレイ (L C D) 等の電子ディスプレイ 6 8 、並びにプロセッサ 7 0 に現在の電力消費値を出力する。計測回路 6 0 は、電圧及び電流入力を感知し、対応するパルスをプロセッサ 7 0 に送り、このプロセッサが消費者 1 2 の現在の電力消費に関する様々なデータを計算する。例えば、プロセッサ 7 0 は、エネルギー蓄積、力率、有効電力、無効電力、及び最大需要等を計算する。これらの様々な要素は集合的に、消費者 1 2 による電力消費を表す電力使用プロファイル 2 8 を判定するサンプリング回路 2 2 を形成する。

【 0 0 2 3 】

プロセッサ 7 0 は、N V R A M (E E P R O M) 或いはコンプライアンスサーバー 3 0 に関する前述した不揮発性記憶装置等のその他の適宜の不揮発性記憶装置であり得る、メモリ 7 2 及び / 又は不揮発性記憶装置 7 4 に、需要の詳細を格納する。一部の実施形態では、単一のチップで電圧 / 電流の感知と需要パラメータの計算の両方を行う単一のチップによる方策で、電力計 2 0 の複数の機能を実装する。プロセッサ 7 0 内の需要データから、プロセッサ 7 0 は電力使用プロファイル 2 8 を生成する。デジタル - アナログコンバータ (D A C) 及び内蔵スピーカ、又は消費者 1 2 によって接続された外部電源スピーカ等を含む音声出力回路 7 6 及び / 又は 7 8 に、或る一定の音声アラートをプロセッサ 7 0 によって提供するようにしてもよい。これらの音声アラートには、例えば公共事業者 1 4 が必要反応事象要請を送信したことの通知、又は需要反応事象中に負荷 1 8 の電源をオフにするリマインダーが含まれる。

【 0 0 2 4 】

プロセッサ 7 0 には、電力計 2 0 の基本動作を制御可能な 1 つ又は複数の「汎用」マイクロプロセッサ、1 つ又は複数の特定用途向けプロセッサ (A S I C) 、又はこのような処理コンポーネントの組み合わせ等の 1 つ又は複数のマイクロプロセッサが含まれる。例えば、プロセッサ 7 0 は、1 つ又は複数の命令セットプロセッサ (例えば R I S C) 、音声プロセッサ、及び / 又はその他の関連チップセットを含む。メモリ 7 2 及び不揮発性記憶装置 7 4 は、電流及び / 又は或る一定の電力消費値履歴を格納し、プロセッサ 7 0 に電力使用プロファイル 2 8 を生成させる命令を提供する。

【 0 0 2 5 】

プロセッサ 7 0 は、現在開示している技術を実施するべくメモリ 7 2 及び / 又は記憶装置 7 4 に作動的に結合されている。これらの技術は、プロセッサ 7 0 によって実行可能な或る命令に基づいてプロセッサ 7 0 及び / 又はその他のデータ処理回路によって実施される。これらの命令は、これらの命令を少なくとも一括して格納するための、1 つ又は複数の有形のコンピュータ読み取り可能な媒体を含む、何らかの適宜の製品を使用して格納される。製品には、例えばメモリ 7 2 、及び / 又は不揮発性記憶装置 7 4 が含まれる。メモリ 7 2 及び不揮発性記憶装置 7 4 は、ランダムアクセスメモリ、読み出し専用メモリ、再書き込み可能なフラッシュメモリ、ハードドライブ、及び光ディスク等の、データ及び実行可能命令の保存に適するいかなる製品も含む。

【 0 0 2 6 】

消費者 1 2 とインターフェースするために、プロセッサ 7 0 は、インジケータライト 8 0 を点滅、閃光させたり、又はディスプレイ 6 8 上にメッセージを表示することができる。例えば、このようなメッセージには、需要反応事象、又は需要反応事象に従うリマイン

10

20

30

40

50

ダーが含まれる。消費者12は、ユーザー押しボタン82を押圧することにより、又はコンピューティング装置（例えば、コンピュータ又は携帯電話）等の周辺機器84、又は入力装置（例えば、キーボード又はタッチスクリーン）を介することにより、これに応答する。ディスプレイ68及び音声出力回路76及び/又は78を含む電力計20のこれらのコンポーネントは一般に、電力計20のインターフェース回路24である。通信回路26は、図2では通信装置86として示されており、Blueooth（商標）ネットワーク等のパーソナルエリアネットワーク（PAN）、802.11x Wi-Fiネットワーク等のローカルエリアネットワーク（LAN）、3G又は4Gセルラーネットワーク（例えばWiMAX）等の広域ネットワーク（WAN）、赤外線（IR）通信リンク、ユニバーサルシリアルバス（USB）ポート、及び/又は電力線通信（PLC）又は電力線搬送通信（PLCC）等の電力線データ通信ネットワーク等のネットワーク用のインターフェースを含む。
10

【0027】

消費者12と公共事業者14との間で行われ得る通信100の一実施形態を図3に示す。具体的には、公共事業者14は最初に、電力消費が多すぎることが予想される需要反応事象中に或る種の負荷18（例えば、HVAC等の高電力消費家電、又は電気自動車の充電等）を稼働させないように消費者12に要請する、需要反応事象要請を発する（ブロック102）。公共事業者14は、ブロック102の需要反応事象要請を、適宜のどのネットワークを介して発してもよい。消費者12は、電力計20のインターフェース回路24において、又は文字メッセージ、電話、Eメール、ウェブサイト等を介する等、消費者12とのその他何らかの通信を介してブロック102の需要反応事象要請を受信できる。ブロック102の需要反応事象要請が電力計20に送信されると、電力計20は、電力計20のディスプレイ68上に消費者12への提案を表示する（ブロック104）。

【0028】

消費者12は、例えば電力計20のインターフェース24とやり取りを行うことによって、又は文字メッセージ、電話、Eメール、又はウェブサイトに返答することによって、ブロック102の需要反応事象要請を承諾することができる。消費者12がこの要請を承諾すると（ブロック106）、承諾の表示（ブロック108）が公共事業者14に送信される。消費者12が電力計20のインターフェース24を介して承諾を示すことでブロック102の需要反応事象要請を承諾すると、電力計20は通信装置84を介して、ブロック108の承諾通知を送信する。消費者12が文字メッセージ、電話、Eメール、又はウェブサイト等を介して承諾を示すことでブロック102の需要反応事象要請を承諾すると、公共事業者14は電力計20に対して、消費者12がブロック102の需要反応事象要請を承諾したことを伝達する。
30

【0029】

需要反応事象の開始が近付くと、消費者12は需要反応事象要請の承諾に基づいて負荷18の電力を遮断する（ブロック110）。その後、少なくとも需要反応事象中は、電力計20は電力使用プロファイル28を取得するために消費者12の電力使用をサンプリングする（ブロック112）。電力計20は、通信ネットワークを介してこの電力使用プロファイル28を公共事業者14に関連するコンプライアンスサーバー30に伝達し（ブロック114）、コンプライアンスサーバー30は電力使用プロファイル28を様々な負荷プロファイルと比較する（ブロック116）。消費者12は、需要反応事象要請の承諾に基づいて負荷18の電源を遮断しているので、コンプライアンスサーバー30は、消費者12が稼働させないことを承諾している種類の負荷を表す負荷プロファイルと電力使用プロファイル28との適合は認められず、コンプライアンス表示38でコンプライアンスが検証される（ブロック118）。これに対して、消費者12がブロック110で負荷18の電源を遮断していない場合は、電力使用プロファイル28がブロック116で様々な負荷と比較された結果適合が認められると、消費者12がコンプライアンスに従っていないことに関する音声アラートが公共事業者14に発せられるようにもよい。このような状況については、以下に更に記載する。
40
50

【0030】

前述の通り、負荷18の種類が異なると、大抵は電力消費パターンも異なる。例えば、H V A Cシステムの電力消費パターンは、衣類乾燥機、冷凍庫又はオープンとは異なることがある。図4～7は、或る種の負荷18にとって典型的な電力消費パターンを表す負荷プロファイルの、様々な模式的なグラフの例を示している。図4～7のグラフは、コンプライアンスサーバー30の不揮発性記憶装置36に格納可能な、一般的な種類の負荷プロファイルを示すことのみを意図するものであることを理解されたい。実際には、様々な負荷プロファイルを経験的に計測し、各種の詳細なレベルを含めることができ、負荷18（例えば、H A C Vシステム、オープン、衣装乾燥機、冷凍庫、電気自動車、産業用モーター等）を区別したり、具体的なブランドまで区別したり、負荷18の具体的なモデル（例えば、ゼネラルエレクトリック社製オープン、ゼネラルエレクトリック社製H A C Vシステム等）までも区別したりできる。更に、いかなる適當なフォーマットでも、図4～7に示すような負荷プロファイルによって表される情報を伝達できることを理解されたい。例えば、負荷プロファイルを、経時的な電力消費の変化を示すベクトルデータ、又はデルタ値で示すこともできる。

【0031】

図4に示すグラフ130は、衣類用乾燥機に関連する負荷プロファイルを示している。縦座標132はエネルギー使用量を示し、横座標134は時間を示す。実際の電力消費曲線136は、アクティブ期間138中に上昇し、ピーク140に達した後、比較的急激に電力消費の基準レベルに戻る、という、電力を経時的に消費する一般的な態様を示している。グラフ130に示すように、衣類用乾燥機によって生じるリアクタンス効果142は一般に、実際の電力消費曲線136を辿る。

【0032】

図5に示すグラフ150は、冷凍庫に関連する負荷プロファイルを示している。グラフ150では、縦座標152がエネルギー使用量を示し、横座標154が時間を示す。実際の電力消費曲線156は、冷凍庫がアクティブに放熱しているアクティブ期間158の方が、冷凍庫が引き込む電力が一時的に少なくなる非アクティブ期間160に生じる基準よりも電力消費がやや高くなることを示している。

【0033】

図6に示すグラフ170は、H V A Cに関連する負荷プロファイルを示している。縦座標172がエネルギー使用量を示し、横座標174が時間を示す。実際の電力消費曲線176は、時間の経過に伴うH A C Vシステムの電力消費を示す。アクティブ期間178中に、H V A Cシステムはグラフ170に示すように大量の電力を引き込む。これらの時間に、必ずしも実際の電力消費曲線176を辿るわけではない、或る一定のリアクタンス効果180が検出される。

【0034】

或る一定の負荷の電力消費パターンには、特定のパターンに従った電力消費に加えて、負荷の種類を示す電力消費コードが含まれる。このような負荷18に関連する負荷プロファイルの実施形態を、図7のグラフ190に示す。グラフ190では、縦座標192がエネルギー使用量を示し、横座標194が時間を示す。電力消費曲線196は、電力消費コードによって自己識別可能な負荷18（例えば、家電）による実際の電力消費を示す。図7では、負荷18は、電力消費コードによって自己識別可能なオープンである。アクティブ期間198中に、負荷18のエネルギー消費は比較的高レベルの電力消費から始まり、次第に基準レベルの電力消費に戻る。加えて、負荷18がアクティブになり始めると、又は負荷18がアクティブになる直前に、負荷18は電力消費識別コード200を発する。この電力消費識別コード200には、負荷18を特定の部類の家電であること（例えば、負荷18がオープンであること）を識別し、或いは、家電の特定のブランド（例えば、オープンがゼネラルエレクトリック社製のオープンであること）さえも識別し得る、一連のエネルギー消費パルスも含まれる。例えば、電力消費識別コード200により、パルスの数、振幅、又はパルス間隔に基づいて、負荷18を識別可能である。電力消費識別コード

10

20

30

40

50

200で、家電の種類、メーカー、モデル番号、使用年数等を示すことができる。負荷18は、このような電力消費識別コード200が（例えば、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、フラッシュメモリ等の、適宜の製品の機械読み取り可能な命令として）プログラムされているものとして販売可能であることを理解されたい。

【0035】

前述のように、コンプライアンスサーバー30は、電力計20によって計測された電力使用プロファイル28を、図4～7のグラフで示すような様々な負荷プロファイルと比較する。明らかに、負荷プロファイル、及び／又は電力使用プロファイル28を、様々な形態で表すことができる。このような形態を幾つか挙げると、一連の離散的数値データポイント、一時点から別の時点までの変化の表示、数学的関係又は方程式、又は電力消費のベクトル表現が含まれる。電力使用プロファイル28、及び／又は負荷プロファイルは、コンプライアンスの検証目的で家電がいつ稼働されているかを感知するにあたり、これらの比較が可能なその他のいかなる形態であってもよい。図4～7の例によって示され、示唆されるような負荷プロファイルは、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、フラッシュメモリ等の適宜の製品の、機械読み取り可能な命令として格納される。個々の負荷プロファイル、又は負荷プロファイルの集合は、消費者12が需要反応事象を承諾している場合に公共事業者がこれを検証できるようにするために、公共事業者14に販売されてもよい。10

【0036】

コンプライアンスサーバー30は、負荷18の電力消費が多いため、電力使用プロファイルの成分を基本的に切り離す或る一定の処理を行った後で、電力使用プロファイル28を負荷プロファイルと比較する。例えば、図8～10は、負荷18の電力消費が多い（比較的少ない）ため、電力使用プロファイル28の或る一定の基準の電力消費を除去した後に、電力使用プロファイル28の残りの成分を1つ又は複数の負荷プロファイルと比較する方法の1つを示している。20

【0037】

図8に移ってこれを参照すると、グラフ210で示される電力使用プロファイル28が示しているのは、単一の負荷18による電力消費だけではないと考えられる。具体的には、消費者12は、そのうちの1つだけが需要反応事象中に稼働しないように公共事業者14が要請した種類の負荷18である、任意の数の負荷18を稼働させている可能性がある。例えば、ユーザーは比較的電力消費が多い別の負荷18の他にもテレビ、コンピュータ、照明等、電力消費が比較的少ない負荷18を稼働させていることがある。需要反応事象の開始前に、これらの負荷18による電力消費の基準レベルを表示することができる。30

【0038】

図8のグラフ210は、エネルギー使用を示す縦座標212と、 t_0 の時点で需要反応事象が開始する前とその後の両方の期間を含む時間を示す横座標214とを含む。電力消費曲線216は、消費者12が稼働させる負荷18が消費する総電力の合計から成る。したがって、グラフ210に示す電力使用プロファイル28は、電力消費が比較的少ない、多くの別々の負荷18から生じる、或る一定レベルの基準ノイズを含むことがある。

【0039】

このような電力消費の基準量は図9のグラフ220によって示される。グラフ220では、縦座標222はエネルギー消費量を示し、横座標224は、 t_0 の時点で需要反応事象が始まる前と後の両方の期間を含む時間を示す。電力消費曲線226は、図8のグラフ210で示される電力使用プロファイル28内で生じる電力消費の基準量を示す。一例として、基準電力消費曲線226は、需要反応事象が始まる時点 t_0 の直前（例えば10秒、30秒、1分、2分、5分、10分、20分、30分、1時間前等）の期間に基づくものであっても、（例えば、典型的な消費者12、又は同じ消費者12による経験的に計測した電力消費の平均値によって）基準電力消費の見込み量を見積もることによって決定されても、例えば電力使用プロファイル28が属する特定の消費者12による電力使用的履歴に基づいて決定されてもよい。4050

【0040】

電力消費のこのような基準レベルは、概して、電力消費が比較的少ない負荷18が消費する電力だけを反映するので、図10のグラフ230を得るには、このような基準電力消費曲線226を図8のグラフ210の電力消費曲線216の電力使用プロファイルから除去する。グラフ230は、エネルギー使用を示す縦座標232と、 t_0 の時点で需要反応事象が開始する前と、その後の時間を示す、時間を示す横座標234とを含む。修正された電力消費曲線236は、需要反応事象中に特に該当する可能性のある、電力消費が比較的多い負荷18による電力消費を示す。この電力消費曲線236は、消費者12が需要反応事象中に稼働されている種類の負荷18を識別する適合が認められるまで、コンプライアンスサーバー30内で1つ又は複数の負荷プロファイルと比較される。このような比較から、コンプライアンスサーバー30は、消費者12が稼働させないことに合意した種類の負荷を消費者12が稼働させているか否かを判定できる。10

【0041】

別の実施形態では、電力消費プロファイル28の基準電力消費を、需要反応事象が開始する前の幾つかの別々の期間中に生じる通常の電力消費に基づいて決定する。例えば、エネルギー消費を示す縦座標242と、 t_0 の時点で需要反応事象が開始する前と、その後の時間を示す横座標244とを含む図11のグラフ240に示すように、電力消費曲線246と比較される様々な基準が生じることがある。 t_{0-A} から t_0 の間に生じることが判定された第1の基準成分248等の1つ以上の基準成分を、電力消費曲線246から除去してもよい。この第1の基準成分248は、判定された別の基準成分よりも比較的短期間であってもよい（例えば、第1の基準成分248の持続時間は約10秒間）。第2の基準成分250は、 t_{0-B} から t_0 の間に生じるものとして判定されてもよく、例えば第1の基準成分のおよそ2倍以上持続してもよい（例えば約30秒）。第3の基準成分252は、 t_{0-C} から t_0 の間に生じるものとして判定されてもよく、第2の基準成分250のおよそ2倍以上長く続いてもよい（例えば約1分）。一実施形態では、これらの様々な基準成分248、250、252を平均して、需要反応事象中に生じる電力消費曲線246の成分から除去される、単一の平均基準成分を生成する。別の実施形態では、基準成分248、250、及び252を電力消費曲線246から別個に除去して、コンプライアンスサーバー30内で負荷プロファイルと比較される3つの個別の修正電力使用プロファイルを生成する。20

【0042】

図12は、上記の技術を実施する方法を記載したフローチャート260を示す。フローチャート260は、消費者12に対して需要反応事象中に特定の種の負荷18の電源を遮断するように要請する需要反応事象要請を公共事業者14が発する時点から開始する（ブロック262）。消費者12が需要反応事象要請を承諾しない場合は（決定ブロック264）、この拒絶が（例えば電力計20によって）検出及びカウントされ（ブロック266）、これに対応する通知が公共事業者14に送信される（ブロック268）。

【0043】

消費者12が需要反応事象要請を承諾しない場合は（決定ブロック264）、電力計20は消費者12の現在の電力消費をサンプリングして、需要反応事象の少なくともコンプライアンス期間中の電力使用プロファイルを取得する（ブロック270）。電力計20は、ブロック270で決定された電力使用プロファイル28を、公共事業者14に関連するコンプライアンスサーバー30に送信する（ブロック272）。その後、コンプライアンスサーバー30は、電力使用プロファイルを、不揮発性記憶装置36に格納された、消費者12が稼働させている種類の負荷を示す様々な既知の家電プロファイルと比較する（ブロック274）。適合が認められると（決定ブロック276）、消費者12は需要反応事象要請に従っていないものとみなされ、その旨を示す通知が公共事業者14に送信される（ブロック268）。これに対して、適合が認められない場合は（決定ブロック276）、需要反応事象は未だ終わっておらず（決定ブロック278）、ブロック270～276の動作が継続される。需要反応事象が終了すると（決定ブロック278）、電力計20は4050

消費者 12 の電力使用プロファイル 28 の追跡を中止し、需要反応事象中にユーザーがコンプライアンスを保っていることを示す通知が公共事業者 14 に送信される（ブロック 268）。

【0044】

需要反応事象が開始しようとしている時点において、消費者 12 が一時的に需要反応事象要請に従っていないことがある。例えば、消費者 12 が需要反応事象中に稼働させないことに合意した種類の負荷 18 を消費者 12 が稼働させていることがあり、リマインダーがなければ、故意ではなく負荷 18 を稼働させ続けるかもしれない。したがって、図 13 のフローチャート 290 は、消費者 12 が約束した負荷 18 の電源を遮断でき、需要反応事象が生じた際に需要反応事象要請に従えるように、消費者 12 に、現時点では要請に従っていないことをリマインドする方法の実施形態を示している。10

【0045】

フローチャート 290 は、需要反応事象中に公共事業者 14 からの特定の種類の負荷の電源を遮断する需要反応事象要請を消費者 12 が承諾した後に開始する（ブロック 292）。需要反応事象が開始する前の或る期間中に、電力計 20 は消費者 12 の電力使用プロファイルをサンプリングし（ブロック 294）、このような電力使用プロファイル 28 をコンプライアンスサーバー 30 に送信する（ブロック 296）。その後、コンプライアンスサーバー 30 は、特に消費者 12 が需要反応事象中に稼働させないことを承諾した種類の負荷 18 を検索して、電力使用プロファイルをコンプライアンスサーバー 30 に関連する不揮発性記憶装置 36 に格納された既知の負荷プロファイルと比較する（ブロック 298）。適合が認められない場合は（決定ブロック 300）、ブロック 294～298 の動作は、需要反応事象が開始するまで継続する。しかし、適合が認められ（決定ブロック 300）、消費者 12 が稼働させないことに合意した種類の負荷 18 を消費者 12 が現在稼働させていることを示している場合は、需要反応事象が開始する前に、消費者 12 が以前合意した負荷 18 の電源を遮断することを消費者 12 に想起させるリマインダーが送信される（ブロック 302）。20

【0046】

本発明の技術効果には、消費者がピーク電力消費の期間中に特定の種類の負荷を稼働させないように要請された場合に、消費者が需要反応事象要請に従っているか否かを検出する手法を可能にすることが含まれる。したがって、公共事業者は、このような電力消費の負担によりサービスに障害が生じ得る、このようなピーク電力消費期間中に、消費者に対して或る一定の負荷（例えば、高電力消費家電）の稼働を控える旨のインセンティブを消費者に与えることができる。或いは、上記の技術によって公共事業会社は、消費者が所定の任意の時点で稼動させることを選択した種類の負荷を検出することができる。30

【0047】

本明細書では、最適な態様を含めた例を用いて本発明を開示しているが、これによって当業者は、任意の装置又はシステムの作製及び使用、並びにこれに付随する任意の方法の実施を含め、本発明を実施することができる。本発明の特許請求の範囲は請求項に記載されているが、当業者に想到可能なその他の例も包含し得る。こうしたその他の例は、請求項の文言と相違ない構成要素を有する場合、又は請求項の文言と実質的に相違ない等価の構成要素を含む場合、本発明の特許請求の範囲に含まれるものとする。40

【符号の説明】

【0048】

- 10 コンプライアンス検証システム
- 12 消費者
- 14 公共事業者
- 16 電力線
- 18 負荷
- 20 電力計
- 22 サンプリング回路

10

20

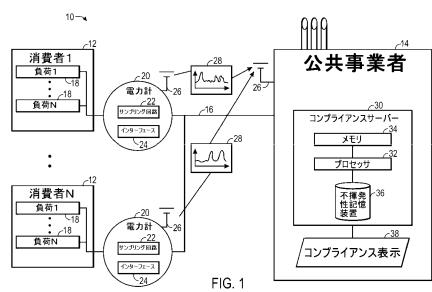
30

40

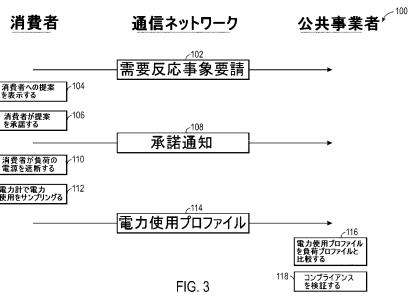
50

2 4	インターフェース	
2 6	通信回路	
2 8	電力使用プロファイル	
3 0	コンプライアンスサーバー	
3 2	プロセッサ	
3 4	メモリ	
3 6	記憶装置	
3 8	コンプライアンス表示	
5 0	電力計システム	
5 2	A C 線	10
5 3	三相線	
5 4	中性線	
5 6	電源回路	
5 8	スーパーキャパシタ	
6 0	計測回路	
6 2	電圧感知回路	
6 4	変流器	
6 6	電流感知回路	
6 8	ディスプレイ	
7 0	プロセッサ	20
7 2	メモリ	
7 4	不揮発性記憶装置	
7 6	音声出力回路	
8 0	インジケータライト	
8 2	ユーザー押しボタン	
8 4	周辺機器	
1 0 0	通信	
1 3 6	実際の電力消費曲線	
1 3 8	アクティブ期間	
1 4 0	ピーク	30
1 4 2	リアクタンス効果	
1 5 6	実際の電力消費曲線	
1 5 8	アクティブ期間	
1 6 0	非アクティブ期間	
1 7 6	実際の電力消費曲線	
1 7 8	アクティブ期間	
1 8 0	或る一定のリアクタンス効果	
1 9 6	電力消費曲線	
1 9 8	アクティブ期間	
2 0 0	電力消費識別コード	40
2 1 6	電力消費曲線	
2 2 6	電力消費曲線	
2 3 6	電力消費曲線	
2 4 6	電力消費曲線	
2 4 8	第1の基準成分	
2 5 0	第2の基準成分	
2 5 2	第3の基準成分	

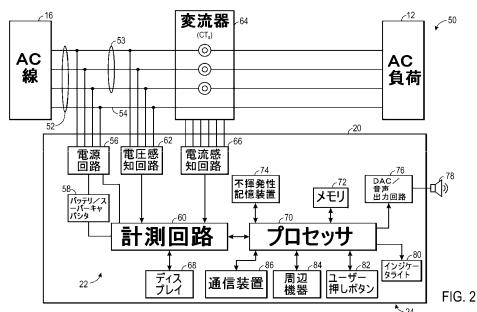
【図1】



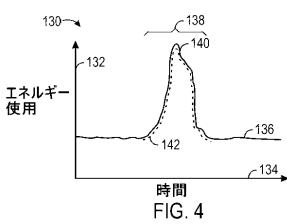
【図3】



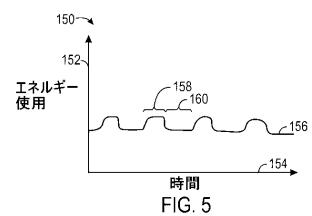
【図2】



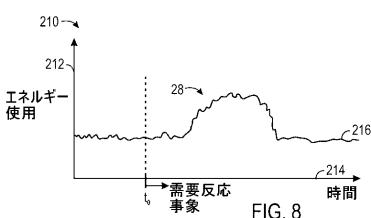
【図4】



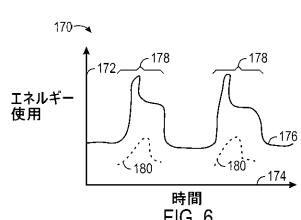
【図5】



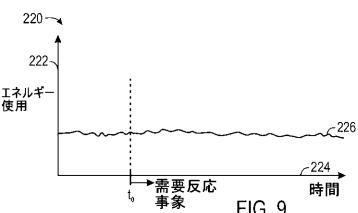
【図8】



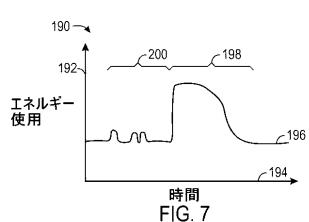
【図6】



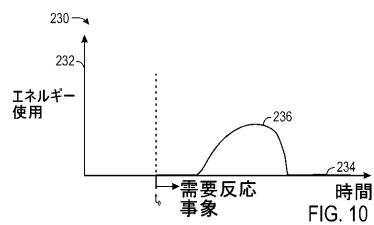
【図9】



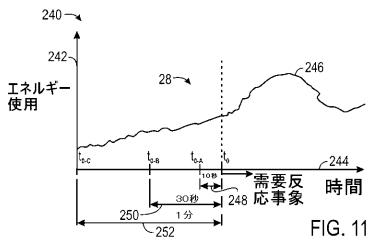
【図7】



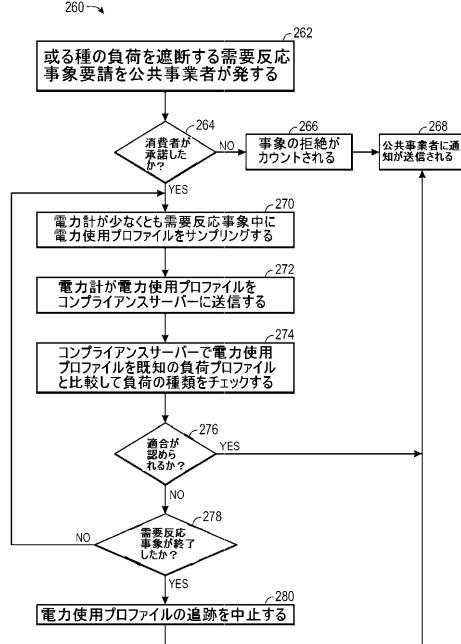
【図10】



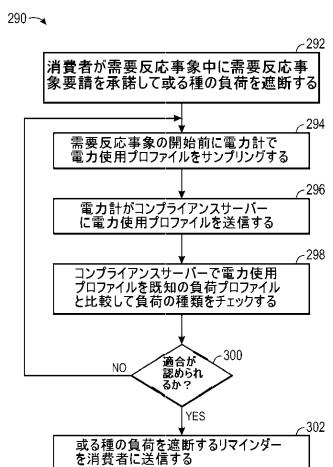
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開2004-56969(JP,A)

特開2010-108471(JP,A)

特表2004-501599(JP,A)

特表2005-522164(JP,A)

米国特許第4858141(US,A)

米国特許第5483153(US,A)

米国特許出願公開第2007/0021874(US,A1)

国際公開第2009/103998(WO,A2)

HSUEH-HSIEN CHANG, LOAD IDENTIFICATION IN NONINTRUSIVE LOAD MONITORING USING STEADY-STATE AND TURN-ON TRANSIENT ENERGY ALGORITHMS, 2010 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN (CSCWD), 米国, IEEE, 2010年 4月14日
, P27-32, XP031680905

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/14

H02J 13/00