

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-28545

(P2016-28545A)

(43) 公開日 平成28年2月25日(2016.2.25)

(51) Int.Cl.	F 1			テーマコード (参考)
H02J 13/00 (2006.01)	H02J	13/00	3 1 1 K	5 E 0 2 1
H01R 13/66 (2006.01)	H01R	13/66		5 E 0 8 7
H01R 13/502 (2006.01)	H01R	13/502	B	5 G 0 6 4
H01R 31/02 (2006.01)	H01R	31/02	A	5 G 0 6 6
H02J 3/38 (2006.01)	H01R	31/02	D	

審査請求 有 請求項の数 25 O L (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-157867 (P2015-157867)	(71) 出願人	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(22) 出願日	平成27年8月10日 (2015.8.10)	(74) 代理人	100122954 弁理士 長谷部 善太郎
(62) 分割の表示	特願2013-528052 (P2013-528052) の分割 原出願日 平成24年8月8日 (2012.8.8)	(74) 代理人	100162396 弁理士 山田 泰之
(31) 優先権主張番号	特願2011-173359 (P2011-173359)	(72) 発明者	稗田 嘉弘 大阪府茨木市下穂積一丁目1番2号 日東 電工株式会社内
(32) 優先日	平成23年8月8日 (2011.8.8)	(72) 発明者	青木 洋之 大阪府茨木市下穂積一丁目1番2号 日東 電工株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	松山 隆司 京都府京都市左京区吉田本町 京都大学内 最終頁に続く

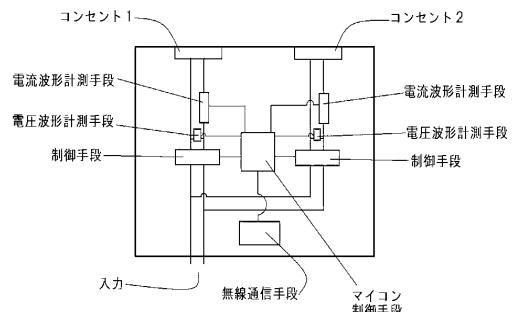
(54) 【発明の名称】スマートタップ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】複数の電気機器に通電する際に各電気機器の電力波形の測定結果等により電源プラグにて接続された家電を特定し、それらの家電の運転状況を把握して異常な運転を検出して、EODシステムを制御する。

【解決手段】電圧波形計測手段、電流波形計測手段、アンテナを含む無線通信手段、制御手段、演算装置を備える。該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段は、それぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電それに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する。該無線通信手段は、該電圧波形及び該電流波形又はこれらの波形を処理した結果をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ、該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信、制御手段は該制御信号に基づいて家電に供給される電力のスイッチングならびに供給電力量を制御する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、アンテナを含む無線通信手段、制御手段、演算装置を備え、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電それに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、該無線通信手段は、該電圧波形及び該電流波形又はこれらの波形を処理した結果をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられ、制御手段は該制御信号に基づいて家電に供給される電力のスイッチングならびに供給電力量を制御する手段であることを特徴とするスマートタップ。

【請求項 2】

制御手段がサーバから受けた供給可能な電力量に関するデータに基づき、電源プラグが接続された各家電への供給電力量を制御する機能も有し、さらに、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段から得られた波形を解析して該各家電の状態認識・異常を検知する検知手段、さらに、建築物内に設置されたセンサからの検知結果を該サーバに送信するための検知・通信手段を備えた請求項1に記載のスマートタップ。

【請求項 3】

複数の電源から供給を受けるための請求項1又は2に記載のスマートタップ。

【請求項 4】

スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである請求項1又は2に記載のスマートタップ。

【請求項 5】

系統電力、太陽光発電(PV)、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される請求項3に記載のスマートタップ。

【請求項 6】

1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、該スマートタップは、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、消費電力量を計測するための電流計測手段ならびに電圧計測手段、演算装置、アンテナを含む無線通信手段を備え、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電機器それに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、

該電流計測手段ならびに該電圧計測手段は、各家電機器に供給される電流ならびに電圧を計測し、

該演算装置は該電流計測手段ならびに該電圧計測手段において計測されて得た電流値及び電圧値から消費電力量を求める手段であり、

該無線通信手段は、該電圧波形、該電流波形、及び/又は各家電機器の計測ならびに算出された該消費電力量をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられることを特徴とするスマートタップ。

【請求項 7】

リモコン操作により電力制御機能を有する家電機器用として、家電機器のリモコン機能を備えて、サーバからの電力削減の要請に基づき、該家電機器リモコン機能を経由して家電機器への電力供給量を調整ならびにON/OFFすることができる請求項6に記載のスマートタップ。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

複数の電源から供給を受けるための請求項 6 又は 7 に記載のスマートタップ。

【請求項 9】

スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである請求項 6 又は 7 に記載のスマートタップ。

【請求項 10】

系統電力、太陽光発電（PV）、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される請求項 8 に記載のスマートタップ。

【請求項 11】

1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、該スマートタップは、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、消費電力量を計測するための電流計測手段ならびに電圧計測手段、演算装置、アンテナを含む無線通信手段、制御手段を備え、

該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電機器それに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、

該電流計測手段ならびに該電圧計測手段は、各家電機器に供給される電流ならびに電圧を計測し、

該演算装置は該電流計測手段ならびに該電圧計測手段において計測されて得た電流値及び電圧値から消費電力量を求める手段であり、

該無線通信手段は、該電圧波形、該電流波形、及び／又は各家電機器の計測ならびに算出された該消費電力量をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられ、制御手段は該制御信号に基づいて家電機器に供給される供給電力量を制御する手段であることを特徴とするスマートタップ。

【請求項 12】

制御手段がサーバから受けた供給可能な電力量に関するデータに基づき、電源プラグが接続された各家電機器への供給電力量を制御する機能を有し、

さらに、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段から得られた波形を解析して該各家電機器の状態認識・異常を検知する検知手段を備え、

さらに、通信手段は、建築物内に設置されたセンサの検知結果及び／又は家電機器からの制御信号を受信し、該サーバに送信する機能を有する請求項 11 に記載のスマートタップ。

【請求項 13】

リモコン操作により電力制御機能を有する家電機器用として、家電機器のリモコン機能を備えて、サーバからの電力削減の要請に基づき、該家電機器リモコン機能を経由して家電機器への電力供給量を調整ならびにON/OFF することができる請求項 11 又は 12 に記載のスマートタップ。

【請求項 14】

該制御手段は、半導体リレー又は機械式リレー又は半導体デバイスを含むことを特徴とする請求項 11 に記載のスマートタップ。

【請求項 15】

該制御手段の発熱部を、放熱のために絶縁性伝熱部材を介して筐体に固定していることを特徴とする請求項 14 に記載のスマートタップ。

【請求項 16】

該制御手段がMOSFETを含むことを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載のスマートタップ。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

該MOSFETの発熱量が8W以下である請求項16に記載のスマートタップ。

【請求項18】

該MOSFETの発熱量が1W以下である請求項17に記載のスマートタップ。

【請求項19】

複数の電源から供給を受けるための請求項17又は18に記載のスマートタップ。

【請求項20】

スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである請求項11又は12に記載のスマートタップ。

【請求項21】

系統電力、太陽光発電(PV)、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される請求項19に記載のスマートタップ。

【請求項22】

瞬時電力の上限値及び一定期間の積算電力量を一定値以下となるように制御するための請求項1～21のいずれかに記載のスマートタップ。

【請求項23】

接続する家電機器の不使用時にスマートタップ自身の消費電力を低減するためのスリープ機能及び/又はウェークアップ機能を有する請求項1～22のいずれかに記載のスマートタップ。

【請求項24】

接続する家電機器への電力の供給のOFF、供給する電力量の調整、電力の供給開始を行うことができる請求項1～23のいずれかに記載のスマートタップ。

【請求項25】

作成した電力使用計画の電力を超えないように制御するための請求項1～24のいずれかに記載のスマートタップ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種電気機器・家電機器の電源プラグを接続するためのコンセントやタップ等のスマートタップに関する。

【背景技術】

【0002】

現在知られている、電力の見える化や電力使用量を削減し、あるいは電力使用量を管理するための家電機器に電力を供給するシステムについて以下に示す。

【0003】

住戸で現在使用している電力量を示す現在使用電力量を計測する電力量計測手段と、当該住戸で使用可能な全体の電力量の最大量を示す上限電力量を設定、記憶可能な上限電力量設定記憶手段と、前記上限電力量と前記現在使用電力量の入力をもとに、現在使用許容電力量を逐次算出する電力管理手段と、前記現在使用許容電力量を上限として消費電力を制限するよう能力を調整して稼動する少なくとも一つ以上の能力制御電気機器と、前記能力制御電気機器に現在使用許容電力量を逐次入力する許容電力入力手段と、を備えたホームエネルギー管理システム、

及び、そのホームエネルギー管理システムにおいて、運転能力を調整することにより、使用する電力量を調整することが可能な一つ以上の能力制御電気機器と、通電、遮断制御機能つきの一つ以上のコンセントアダプタと、当該コンセントに接続される一つ以上の電気機器を含み、前記電力管理手段は、能力制御電気機器に運転能力を調整するよう指示する、あるいは、遮断機能付きのコンセントに接続された機器の中から所定のアルゴリズムで選択した一つ以上の機器を遮断する、の少なくともどちらか一方のひとつ以上の制御を実施することは特許文献1に記載されているように公知である。

10

20

30

40

50

また、複数の能力制御電気機器が存在する場合、許容電力量に応じていずれの能力電気機器を運転するかを決定し電力を供給すること、あるいは、能力制御電気機器の運転能力を許容電力量に応じて調整し、場合により他の電気機器の稼働の抑制又は中止を行うことも同じく特許文献1に記載されているように公知である。

【0004】

家屋内や工場内の電源コンセントに接続される電気機器の消費電力等を監視する電気量監視装置であって、家屋内や工場内の電源コンセントに複数の電気機器の電源プラグを接続できる複数の電源コンセント差込口を設けたテーブルタップと、前記テーブルタップに内蔵され、前記電源コンセント差込口を介して前記電源コンセントに接続された各電気機器に流れる電流を個々に検出する変流器、及び電圧を共通に検出する電圧変成器と、前記テーブルタップに内蔵され、前記検出された電流、電圧及びこれらを基に演算された消費電力量等の電気量を監視し、これら監視情報をLAN接続で上位系のサーバ装置や汎用パソコンにWeb伝送制御できるマイクロコンピュータを備えたことを特徴とする電気量監視装置は特許文献2に記載されているように公知である。

10

【0005】

省エネコントロールされる負荷側と、この負荷側の省エネ状態をコントロールする省エネコントロール側とを有し、負荷側では、負荷に接続されるプラグと、このプラグが差し込まれる複数のプラグ差込口を有する電源タップと、を備え、上記プラグは、負荷データが書き込まれるICタグを内蔵し、上記電源タップは、上記各プラグ差込口に対応して、ICタグと通信して負荷データを得るICタグリーダーと、プラグ差込口に差し込まれたプラグへ供給する電流を検出する電流検出手段とを具備すると共に、上記ICタグとICタグリーダーとの通信データと、上記電流検出手段からの電流検出データと、を処理して上記省エネコントロール側へ送信するプログラマブルコントローラ部、を備え、上記省エネコントロール側は、上記プログラマブルコントローラ部との通信により得る上記データに基づいて省エネコントロールすることが可能な省エネコントロールシステムは、特許文献3に記載されているように公知である。

20

【0006】

負荷機器が接続されると共にこの負荷機器に電力を供給する子器となる複数個の給電接続手段と、これら給電接続手段と信号線を通じて接続されると共に前記給電接続手段から送信される信号を受信することにより前記給電接続手段の電力使用状態を表示する表示器を有する親器となる表示装置とを備える給電システムにおいて、前記給電接続手段の各々には、固有のアドレスが割り振られ、前記給電接続手段には、自己のアドレスを前記表示装置に登録するアドレス設定部と、前記給電接続手段に供給される電流を検知する電流検知部と、この電流検知部にて検知された電流値と前記自己のアドレスとを信号線を通じて前記表示装置へと送信する送信部とが設けられ、前記表示装置には、前記給電接続手段からの信号を受信する受信部と、前記電流検知部にて検知された電流値に基づいて前記給電接続手段の電力使用状態を演算する演算部が設けられ、前記電力積算量が予め設定された判定値を超えたときや、前記給電接続手段の検知する電流値が判定値を超えて使用したときに前記給電接続手段の電力供給を遮断する給電システムは特許文献4に記載されるように公知である。

30

【0007】

1又は複数の電源プラグ接続手段を有する電源タップの電源供給制御装置において、上記1又は複数の電源プラグ接続手段に供給する供給電力値が待機電力値に相当するものであるかを検出する待機電力検出手段と、上記待機電力検出手段により待機電力値相当の検出後、所定時間経過後に、上記各電源プラグ接続手段に対する電源供給を停止する電源供給停止手段とを備えた電源供給制御装置は特許文献5に記載されているように公知である。

40

【0008】

さらに、これらの特許文献に記載されたシステムとは別にいわゆるスマートメータも知られている。スマートメータは各家庭等に設けている従来の積算電力量計をオンライン化

50

させてなるものであり、1軒の家庭が使用した一定時間の積算電力量を計測するための装置である。

【0009】

上記の背景技術はいずれもコンセントや、壁に埋め込まれないテーブルタップを使用してなる技術であって、そのコンセントやテーブルタップには必要な測定機器及び制御装置が内蔵される。そして、このような内蔵された装置にも通電を行うと抵抗により発熱することを免れない。

例えば、コンセントに対してはボックス外面の温度の上限は85度であるとする基準が定められており、この基準に対しては単に従来型の電力を供給するのみのコンセントであれば問題はないが、検知及び制御のための各種機器を内蔵させる場合には、通電によるこれらの各種機器が発熱してもなおこの基準を下回る発熱温度とすることは、壁に埋め込むという設置形態の面、つまり外気に向けて放熱することが困難であるという面からみてきわめて困難である。そして、埋め込み部の筐体、つまりコンセントボックスを大きくしたり、排熱するために必要なフィンやファン等を設ける必要があるが、その設置形態によれば大きさが制限される。

【0010】

一方、壁に埋め込まないテーブルタップに検知及び制御のための各種機器を内蔵させた場合をおいては、本来排熱のために同様の対応を探る必要を有しているが、壁埋め込み型のコンセントよりも放熱させやすく、しかも壁に埋め込むことによる大きさの制限はない。しかしながら、より多くの熱を排熱させるために単に大きくすると取り扱いづらくなる。

加えて、どのような電気機器を接続して使用するかを、システムに登録する必要がある場合には、その登録方法が不明であったり、特許文献3に記載されたようにICタグを使用する手段を採用するしかなかった。ICタグを使用する場合にはICタグがプラグ内に埋め込まれた電気機器のみしか使用できず、家全体の電力使用量を考慮してコントロールするには全ての電気機器にプラグを設け、そのプラグにICタグを埋め込む必要があった。

また、これらの特許文献に記載の技術は、タップに接続した電気機器に対して、使用する電力量やそれに基づく警告を表示させたり、また電力の供給を停止させる制御を行うに留まるものであったり、電力の停止まではいかなくとも電気機器への電力の供給を減少させる制御を行うものであった。その際に、そのタップはスマートタップといわれる電力計測手段を備えたタップが採用されている。

また、いわゆるスマートグリッドの構成の一つとして、各家庭等の電力消費量の軽量自動化システムの導入と、各家庭等の消費電力計測等のオンライン化が進められている。また、各家電機器や電源の電力量計測を目的としてコンセント型のメータも製品化されている。これらはオンライン化された電力量計に過ぎず、一定時間内の積算電力量の計測とその計測値の送信を行うにすぎない。しかも、これらのメータは家全体の消費電力量を数十分単位の間隔で測定するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2008-104310号公報

【特許文献2】特開2008-261826号公報

【特許文献3】特開2011-010000号公報

【特許文献4】特開2011-072099号公報

【特許文献5】特開2011-078177号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

1軒の家庭やオフィス・ビル・集合住宅等が使用するエネルギーを制御の目的で情報化

10

20

30

40

50

させる際には、まず個々の家電機器や分散電源の電力計測及びその結果を表示するだけではなく、各家電機器の電圧波形及び電流波形を通じた家電機器認識と使用状態、使用電力量を計測・表示することが必要とされている。

さらに重要なのは、各家電機器ならびに電気機器と供給電源(系統や再生可能エネルギーや蓄電池)との間において、リアルタイムにてどの家電機器ならびに電気機器が使用されているといった個々の家電機器の認識と、どれぐらいの電力量が要求されているのか総消費電力ならびにその内訳として、個々の要求電力量を計測することが必要とされている。

従来の電力使用状況と総消費電力の見える化のシステムについては、節電を実施する際に、生活者は我慢等を意識して、手動にて各家電機器等の電力をこまめに切るか、使用時間をずらす等の行動が必要であり、可能な限り節電を意識することなく、生活の質を維持しながら、節電ならびにピークカットを実行することが必要となっている。

このような情報化したエネルギーの使用状況を活用して、そこから生活者の行動パターン、つまり家電機器の使用パターンを学習・認識し、家庭内の電力使用自体をリアルタイムできめ細かく制御することが求められる。そのため、家電機器を接続し、コンセント単位、つまり接続された家電機器毎に詳細な電圧・電流波形等の計測・電力量の計測・収集・演算・制御・通信を行うこと、さらにこれらをあわせて、1軒の家、あるいは複数の家をまとめて1単位として電力フローの推定・制御を行うことが必要とされている。

また、家庭内の電力使用を制御するためには、個々の家電機器に対する供給電源からの電力供給について、予め設けた優先順位に沿って電力遮断ならびに供給電力の削減をすることができる。

しかしながら、一般家庭においては、家電機器最大の電力量が1.5kW、すなわち、国内最大15A、海外では7.5A(200V)の最大電流が投入されるので、コンセント内蔵の電力制御デバイスにも大電流が流れることになり、この電力制御スイッチングデバイスが発熱することが懸念される。

【0013】

加えて、このような機能を備えるコンセントを家屋等の建築物の壁に埋め込む壁埋め込み型とした場合、コンセントは電流測定手段、電圧測定手段、計測手段、演算・制御手段、発信及び受信を行う通信手段、電流制御手段、電圧制御手段等を備える必要がある。このとき、これらの手段、特に電力制御ならびにスイッチングON/OFF手段は発熱をするので、電力フロー(電力の流れ)を小さくしないと発熱量が大きすぎてコンセント全体が高温になり安全性が低下することに加え、コンセントを形成する上記の各手段の装置が劣化したり故障するおそれがある。

このため、1つのコンセントにエアコンや電子レンジ等の消費電力が大きい電気機器の電源プラグを接続すると、電力フローが大きくなりコンセントが過熱する恐れがあるために15Aの電流を電気機器に供給できなかった。

このように過熱されて熱がこもることにより、単に安全性が低下するだけではなく、装置の安定性が悪化することが懸念される。このため、電気用品安全法に基づく規定による使用時のコンセントボックスの外面の温度基準の上限温度が85度であり、85度以下としなければならないところ、この規定を満たすことできない恐れが生じている。

しかしながら、単にこの規定を満たせばよいというものではなく、この規定を満たしていくともコンセントボックス内は外面よりも高温であるから85度以上となる。このような温度の上昇に対して、コンセント内部に収納される部品として、電力の波形ならびに計測制御するマイコンチップの劣化を防止するために80度以下としなければならない。加えて、例えば80度を超えると通信機能を有する通信手段発振器としての寿命が悪化する水晶発振器のようなさらに熱に弱い部品を選択して使用することもさらに困難であり、このような熱に弱い部品を使用する場合であっても安定して使用することが必要であった。

【0014】

このため、過熱を防止する手段としてファンを設置したり、埋め込み型コンセント全体をアルミニウム等の金属から構成することにより放熱を促すことも検討できるが、ファン

の設置はコンセントを大型化させることになり、埋め込み型であることを考慮するとコンセントを設置できる場所が限定されることになる。また、コンセントボックス全体をアルミニウムや銅等の金属から構成して、この金属板をコンセント内にて発生する熱の放熱作用を持たせることも考えられるが、その金属が電波を遮蔽するので外部との無線通信を阻害することになる。

さらに、埋め込み型コンセントではなく、電流測定手段、電圧測定手段、計時手段、演算・制御手段、発信及び受信を行う通信手段、電流制御手段、電圧制御手段等を備えたテーブルタップとすることも可能であるが、この場合、天井や壁に埋め込まれた照明等を含む電気機器全てに対してそのようなテーブルタップを無理に接続する必要があり、非現実的であった。

しかも、エネルギー・オン・デマンド、つまりEoD（以下「EoD」という）システムは、商用電源を含む1つ以上の電源を上記にいう1単位に供給し、その1単位内に供給される複数の電源のなかで、どの電源からどの程度の電力の供給を受けるのかを判断することが必要とされるが、そのために、複数の電気機器に通電する際に各電気機器の電力波形の測定結果等により電源プラグにて接続された家電機器を特定すること、さらにはより簡単な装置により、それらの家電機器の運転状況を把握して異常な運転を検出して、EoDシステムを制御すること、あるいは、運転中もしくは運転開始時に家電機器の運転に関する優先度を設定して、場合によっては優先度が高い家電機器を使用する等の対応をすること、さらには、通信を円滑に行い得ると共に制御装置の使用数を削減させることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

1つもしくは複数の電力源とその電力ネットワーク、電力ネットワーク上の家電機器で消費、流通される電力フローそのものの推定・制御により、例えば、家における家電機器の使用を全体の電力使用状況を基に、各家電機器を使用する優先順位を設けつつ、家電機器全体の運転をより円滑な生活を過ごすことができる範囲内となるように使用する電力量を制御することを目的として、本発明は電力測定手段を備えたタップであるスマートタップの中でも特に以下の構成を採用する。

さらに、各家電機器ならびに電気機器と供給電源(系統や再生可能エネルギーや蓄電池)との間において、どの家電機器がどれくらいの電力量が必要かリアルタイムでの、要求パケットをサーバに送信し、電源側の供給可能な電力量をサーバにて判断(調停)した後に、供給可能な電力のパケットを家電機器側に送信すなわち、要求と供給のバランスを判断(調停)した上で双方向のパケット送信により、家電機器や電気機器への電力供給が開始される。これがEoDシステムによる電力の制御システムである。

本スマートタップは、このEoDシステムにおいて、1. 発信や受信等の通信機能、2. 消費電力の算出機能、3. 各家電機器ならびに各電気機器を、サーバに登録した各家電機器ならびに各電気機器との電流・電圧波形と判定することで認識を行う機能、4. また家電機器ならびに電気機器の電流・電圧波形の認識機能の拡張として、正常な電力波形パターンと実測波形形状との比較により、各電気機器の異常の検出(漏電等の異常)を知らせる機能、5. 電力制御ならびにスイッチングON/OFFならびにリモコン等の機能、6. なお、接続する家電機器の不使用時にスマートタップ自身の消費電力を低減するためのスリープ機能ならびにウェークアップ機能、7. 家電や各電源からの異常電流並びに異常電圧に対する安全性機能、8. 環境(温度・湿度等)のセンシング機能、の1から8の機能を発揮することが可能である。

このように、EoDシステムに対応したスマートタップを使用することで、例えば家庭の場合、生活者の行動パターンを学習し、自動的に各家電機器や電気機器の優先度を認識し、かつ電力使用モデルを構築する。この電力使用モデルによって、電力使用計画が作成され次に電力ピークカットならびに電力上限値設定により、リアルタイムで瞬時の上限値計測と算出を行い、積算時のピークカット、上限設定値を超えない電力制御を可能とするものである。また、リアルタイムでの各家電機器の要求を受け、かつ優先度の自動設定又

10

20

30

40

50

は手動設定により、節電ならびにピークカットにおいて、優先度の高い家電機器や電気機器はなるべく節電せずに、優先度の低い家電機器を中心に節電やピークカットを行うため、生活者の快適さ(節電に対するがまんをしない)を損なわずに節電ならびにピークカット、特に積算時のピークカットを実現させることができる。

【0016】

具体的には以下の通りである。

1. 1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、アンテナを含む無線通信手段、制御手段、演算装置を備え、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電それぞれに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、該無線通信手段は、該電圧波形及び該電流波形又はこれらの波形を処理した結果をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられ、制御手段は該制御信号に基づいて家電に供給される電力のスイッチングならびに供給電力量を制御する手段であることを特徴とするスマートタップ。

2. 制御手段がサーバから受けた供給可能な電力量に関するデータに基づき、電源プラグが接続された各家電への供給電力量を制御する機能も有し、さらに、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段から得られた波形を解析して該各家電の状態認識・異常を検知する検知手段、さらに、建築物内に設置されたセンサからの検知結果を該サーバに送信するための検知・通信手段を備えた1に記載のスマートタップ。

3. 複数の電源から供給を受けるための1又は2に記載のスマートタップ。

4. スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである1又は2に記載のスマートタップ。

5. 系統電力、太陽光発電(PV)、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される3に記載のスマートタップ。

6. 1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、該スマートタップは、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、消費電力量を計測するための電流計測手段ならびに電圧計測手段、演算装置、アンテナを含む無線通信手段を備え、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電機器それぞれに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、

該電流計測手段ならびに該電圧計測手段は、各家電機器に供給される電流ならびに電圧を計測し、

該演算装置は該電流計測手段ならびに該電圧計測手段において計測されて得た電流値及び電圧値から消費電力量を求める手段であり、

該無線通信手段は、該電圧波形、該電流波形、及び/又は各家電機器の計測ならびに算出された該消費電力量をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられることを特徴とするスマートタップ。

7. リモコン操作により電力制御機能を有する家電機器用として、家電機器のリモコン機能を備えて、サーバからの電力削減の要請に基づき、該家電機器リモコン機能を経由して家電機器への電力供給量を調整ならびにON/OFFすることができる6に記載のスマートタップ。

8. 複数の電源から供給を受けるための6又は7に記載のスマートタップ。

9. スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである6又は7に記載のスマート

10

20

30

40

50

タップ。

10. 系統電力、太陽光発電（P V）、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される8に記載のスマートタップ。

11. 1つ又は2つ以上の電源プラグを差し込むことができるスマートタップであって、該スマートタップは、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、消費電力量を計測するための電流計測手段ならびに電圧計測手段、演算装置、アンテナを含む無線通信手段、制御手段を備え、

該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段はそれぞれ接続された電源プラグを介して1つ以上の家電機器それに供給される電力の電圧波形及び電流波形を計測する手段であり、

該電流計測手段ならびに該電圧計測手段は、各家電機器に供給される電流ならびに電圧を計測し、

該演算装置は該電流計測手段ならびに該電圧計測手段において計測されて得た電流値及び電圧値から消費電力量を求める手段であり、

該無線通信手段は、該電圧波形、該電流波形、及び／又は各家電機器の計測ならびに算出された該消費電力量をスマートタップとは別の場所に設置されたサーバに送信し、かつ該サーバにて演算された結果に基づく制御信号を受信する手段であって、該無線通信手段はコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に設けられ、制御手段は該制御信号に基づいて家電機器に供給される供給電力量を制御する手段であることを特徴とするスマートタップ。

12. 制御手段がサーバから受けた供給可能な電力量に関するデータに基づき、電源プラグが接続された各家電機器への供給電力量を制御する機能を有し、

さらに、該電圧波形計測手段及び該電流波形計測手段から得られた波形を解析して該各家電機器の状態認識・異常を検知する検知手段を備え、

さらに、通信手段は、建築物内に設置されたセンサの検知結果及び／又は家電機器からの制御信号を受信し、該サーバに送信する機能を有する11に記載のスマートタップ。

13. リモコン操作により電力制御機能を有する家電機器用として、家電機器のリモコン機能を備えて、サーバからの電力削減の要請に基づき、該家電機器リモコン機能を経由して家電機器への電力供給量を調整ならびにON/OFFすることができる11又は12に記載のスマートタップ。

14. 該制御手段は、半導体リレー又は機械式リレー又は半導体デバイスを含むことを特徴とする11に記載のスマートタップ。

15. 該制御手段の発熱部を、放熱のために絶縁性伝熱部材を介して筐体に固定していることを特徴とする14に記載のスマートタップ。

16. 該制御手段がMOSFETを含むことを特徴とする14又は15に記載のスマートタップ。

17. 該MOSFETの発熱量が8W以下である16に記載のスマートタップ。

18. 該MOSFETの発熱量が1W以下である17に記載のスマートタップ。

19. 複数の電源から供給を受けるための17又は18に記載のスマートタップ。

20. スマートタップが家屋の、壁部、天井部、床部等に埋め込まれる埋め込み型コンセント、埋め込み型コンセントやタップに接続されるタップである11又は12に記載のスマートタップ。

21. 系統電力、太陽光発電（P V）、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等の複数の電源から選ばれた単一電源又は複数電源を施設に引き込み、該施設に設置される19に記載のスマートタップ。

22. 瞬時電力の上限値及び一定期間の積算電力量を一定値以下となるように制御するための1～21のいずれかに記載のスマートタップ。

23. 接続する家電機器の不使用時にスマートタップ自身の消費電力を低減するためのスリープ機能及び／又はウェークアップ機能を有する1～22のいずれかに記載のスマート

10

20

30

40

50

タップ。

24. 接続する家電機器への電力の供給のOFF、供給する電力量の調整、電力の供給開始を行うことができる1~23のいずれかに記載のスマートタップ

25. 作成した電力使用計画の電力を超えないように制御するための1~24のいずれかに記載のスマートタップ。

【発明の効果】

【0017】

家電機器の使用状態に応じて家電機器間の優先度を変更できるので、使用者にとって必要なタイミングで必要とする電気機器が使用できる。

また、本発明のスマートタップによると、予め設定された使用者が使用する電力使用パターン等に応じて電力の供給を制御できるので、家電機器を使用する使用者が特段の不便を感じることなく、予め設定された電力使用パターンにて電力を使用できる。また、使用者が電源をONにした家電機器の消費電力により使用できる家電機器の使用の優先度を変更しているので、リアルタイムで電力の供給を制御できる。

また、本発明のスマートタップは、供給側の電力削減要請を確実に満たすように自動で制御を行うことができるため、新たな手間を増やすことなく、かつ必要な家電機器を利用しながら、供給側の要請に対して需要側の電力削減率を保証できるシステムである。

使用電力の上限を保証するような電力調停手段を導入することで、節電率やピーク削減率を保証することができる。そのため従来型のHEMSに代わりオンデマンド型電力制御システムを実現することができる。

【0018】

さらに、埋め込み型スマートタップの発熱量を低下させることによって、スマートタップのボックスの全面をアルミニウム等の熱伝導性が高く、放熱効果を期待できる金属により構成する必要がなくなった。このため、建物の壁等に埋め込まれるスマートタップにおいて、金属放熱板を樹脂筐体外部に設置することなく、タップボックスを電波が通過できるので通信手段の電波を遮蔽せず、コンセントボックス内に設置された通信手段により外部との通信が可能となる。

また、より大きな電力フローを要する家電機器の電源プラグをスマートタップに接続しても、電力制御デバイスが低抵抗であるためにこれらの手段により過熱されることがないので、コンセント内に熱に弱い水晶発振器を使用する部品等を設置することができ、しかもこのような大きな電力フローを必要とする家電機器を対象にして電力の供給制御を行うことができる。ひいては建物内の家電機器・電気機器全てにこのスマートタップを介して電力を供給すると、電源プラグを接続してなる電源によって、それらの運転制御を行うことが可能になる。

なお、埋め込み型スマートタップにおいて、通信手段の通信性を向上させるスマートタップ構造(図7、8)により、通信手段の上に金属部品がないため通信阻害を起こすことがなく、通信性を改善できる。故に図7、8のスマートタップ構造では、プラグを差し込む表面の逆側の裏面の筐体を放熱性の高い金属筐体に変えることができ、発熱の原因であったMOSFETの熱を絶縁性の放熱材を介して金属筐体に放熱することで、タップ内の温度も80又は70以下に保持できることもできる。これにより発熱量の低いすなわちオン抵抗の低いMOSFT以外のMOSFETの利用も可能とすることができます。

【0019】

このため、電力の計測や電流・電圧波形の送信を行う通信手段を、スマートタップのコンセント差し込み口側の正面の樹脂材料からなるパネルの裏面に構成する。この場合、通信デバイスの受信部の周辺は非金属材料のため、通信性は低下する事がない。一方電力制御デバイス部の発熱部は、通信デバイスのさらに奥側に設置され、金属筐体や金属性ヒートシンクへ絶縁性等の放熱材(シート、接着シート)を介して、放熱することで、スマートタップ内部ならびに筐体の温度を80以下にできる。すなわち、タップにおける通信性を損なわずに、発熱を抑制でき、タップの各デバイスの寿命を低減することなく、オン抵抗の小さな電力制御デバイスを使用せずに安価なデバイスを使用することができる。

10

20

30

40

50

さらに、スマートタップの構造として、通信手段を通信性を低下させない非金属樹脂の裏面に構成し、かつ、その奥側に電力制御デバイスを設置する場合、高熱伝導でかつ絶縁性のある高熱伝導樹脂複合材料の筐体を利用し、発熱部とこの絶縁性高熱伝導樹脂筐体の間を絶縁性のある放熱材を介して設置することもできる。

これにより、通信性を損なわず、発熱を低減可能とし、安価な制御デバイスを使用することができる。

このように、通信デバイスをスマートタップの内部特に金属等の通信阻害の低い部分に設置することができ、例えば側面に構成する構造では、通信阻害の低い樹脂筐体を使用する構造となる。故に電力制御デバイスとしては、発熱量の小さいすなわちオン抵抗値の小さいデバイスを選択することで、発熱量を 80 以下にすることができる。

10

【0020】

この結果、特に大きな電力フローを要する家電機器の運転制御を行うことにより、一定期間の建物内における家電機器全体の電力使用量を効果的に削減することができる。

本発明の埋め込み型スマートタップを使用することにより、照明等のように壁や天井に埋め込まれた家電機器を含む全ての家電機器に無理にテーブルタップを接続することなく、家全体の電力使用量を検知しながら、任意の家電機器が使用する電力のピークカットや、任意の家電機器に供給される電力量の削減、任意の家電機器が運転する時間のシフト等を行うことが可能となる。

【0021】

サーバからの要請による上限電力値ならびにピークカット電力値に対して、該スマートタップは、半導体デバイスによりこれらの電力値以下となるよう、各家電機器の（1）電力の遮断、（2）電力量の調整を行うことが可能となる。さらには、赤外線リモコン機能を搭載することで、ON/OFF や電力の削減の調整も可能となる。

20

なお、該コンセントに装備される電力量調整手段として、半導体リレー（SSR Solid State RElay）や機械式リレーや半導体デバイス（トライアックならびにMOSFET：metal oxide semiconductor field effect transistor）が利用できる。しかし、ピークカット電力値を超えないように制御するためには、機械式や半導体リレーを設けてON/OFF の制御をすることは可能であるが、このような機械式リレーは応答速度が遅いという性質を有する。

応答速度が遅いということは、応答が完了する間に家電機器が要求する電力量が急に増大した場合には、電力量の制御が追いつかずにはピーカット電力値を超てしまう可能性がある。このため、このようなことの発生の防止に向けて、応答時間が遅れてもピーカット電力値を超えないことを補償するために電力量のマージンを大きく取る必要があり、例えば 100W の上限に対して 70 - 80W を上限値とする等の制御をする必要がある。しかしながら、応答時間が遅れてもよい家電機器に対しては有効に使用することができる。

30

故に好ましくは該スマートタップに装備する応答速度の速い半導体デバイスを用いることで、電力の上限値を超えない調整には小さなマージン設定で調整が可能となり、上限値を超えない調整が担保しやすくなった。EoD システムの特徴は、電力の生活使用計画に対する瞬時のピーク電力のリアルタイムでの対応による積算時のピークカットを担保することであり、ON/OFF 等のスイッチング機能や電力制御には高速応答性の半導体デバイス > 半導体リレー > 機械式リレーの順で好ましい。またサイズ上も半導体デバイスのほうがより好ましい。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】ヘアドライヤーと掃除機の電圧・電流波形

【図 2】建築物におけるオンデマンド型電力制御システムのための埋め込み型コンセント及びタップ設置図

【図 3 a】消費電力の推移からみた本発明による制御結果

【図 3 b】消費電力の推移からみた本発明による制御結果

50

【図4】本発明のスマートタップの構成を示す概略図

【図5】複数電源使用時の本発明の実施状況を示す図

【図6】本発明の各手段の配置図

【図7】本発明の各手段の別の配置図

【図8】本発明の各手段の別の配置図

【図9】電力使用計画を10%、30%削減した瞬時電力のグラフを示す図

【図10】電力使用計画を10%、30%削減した瞬時電力のグラフを示す図

【図11】電力使用計画を10%、30%削減した積算電力量のグラフを示す図

【図12】電力使用計画を10%、30%削減した積算電力量のグラフを示す図

【符号の説明】

10

【0023】

1 . . . M O S F E T

2 . . . 電流測定手段

3 . . . 演算装置

4 . . . 通信手段

5 . . . 演算装置電源用回路基板

6 . . . 前面

7 . . . 基板

8 . . . 筐体

9 . . . 基板

20

10 . . . 基板

11 . . . 制御装置

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明のスマートタップは専らホームネットワークにおけるオンデマンド型電力制御システム（EoDシステム）に使用することができる。そのシステムは使用する電力量の一定期間内又は瞬時の上限値を定めておき、その範囲内で需要側を制御しながらユーザーの生活の質を損なわないように、ユーザーの優先度の高い重要な家電機器ならびに電気機器（以下合わせて「家電機器」という）から電力を供給するように制御するオンデマンド型電力制御システムであり、上記のように別に設置したホーム・サーバ（以下、「サーバ」という）と共に使用される。

30

【0025】

このシステムは、電力供給者主体の“プッシュ型”（又はデマンドレスポンス型）の電力ネットワークをユーザー、消費者等電力の需要家側主導型の“プル型”（オンデマンド型）に180度切り替えようというものである。1軒又は2軒以上の家庭の中において、様々な家電機器の電力要求、例えばエアコンや照明等の要求に対して、サーバが「家電機器のどの要求がもっとも重要なのか」ということを、ユーザーの利用形態から類推し、優先度の高い重要な家電機器から電力を供給するように制御（以下、「家電機器の動的優先度制御」という）するシステムに特に好適である。

40

【0026】

上記EoDシステムを使用することによる最大の変化は、需要サイドから省エネ、CO₂排出削減ができるようになることである。例えば、利用者があらかじめ一定期間の電気料金あるいは一定期間の電力量を20%カットするという指示をサーバにセットすると、家電機器の動的優先度制御によりその20%分カットした電力しか流さないという利用者主体の取組みが可能になり、省エネ、CO₂排出の削減が実現できるシステムである。

さらに、その家電機器の優先度に関しても、利用者が任意に設定することもできるし、季節、気象、温度、湿度、時間等に応じて、予め設定したプログラムによって設定することも可能である。さらにこのEoDシステムは、供給する電力の計画や上限に基づいて、自動的にいずれの家電機器に優先的に電力を供給するかを随時決定し、その結果に基づいて、家電機器の優先順位に基づく電力を各家電機器に供給することができる。また、この

50

のような供給する電力の計画や上限に加えて、生活者の行動パターンを学習することで電力使用モデルを構築した上で、そのモデルに沿って、家電機器の優先度を決めることも可能である。

これらの場合には、電力供給の計画や上限、生活者の生活パターン、及び学習して得た生活者の生活パターンに基づいて、電力使用モデルを構築し、かつ電力使用計画を設定でき、それに対して、瞬時のピーク電力値をリアルタイムで計測比較、算出しながら、積算時のピーク電力値を超えない制御システムとすることもできる。

【0027】

そのようなEODシステムは、コンセントやタップに接続された家電機器に供給する電力の電圧波形や電流波形や電圧値、電流量から、家電機器毎に必要とする（家電機器が要求する）リアルタイムでの電力量、つまり要求電力量、コンセントやタップ内部にて計測することを基本とする。しかもその計測は下記に示す極めて高いサンプリングレートによって行う。その計測結果をコンセントやタップ内の演算装置において演算し、電圧波形及び電流波形のパターンとして認識・解析する。

各家電機器に供給する電力の電圧波形及び電流波形は、各家電機器毎に異なるパターンを有することが多い。つまり、現在において、家電機器は内部にスイッチング電源やインバータ等の制御装置を備えるので、1交流周期内の電流波形には各家電機器毎に特徴的な波形が表れる。このため、たとえ消費電力が同じであっても電圧・電流波形が異なることが多く、このような電圧・電流波形のパターンをサーバ等にデータベース化しておくことによって、コンセントやタップに接続された家電機器が何であるかを識別したり、それぞれの家電機器の運転状況、不具合の発生等を検知することが可能である。

【0028】

そして、各スマートタップにて認識・解析された結果をサーバに送信し、サーバにて各家電機器の運転状況、つまりどの家電が運転中であるのか、及びどの家電の電源がONとされたのか、さらに要求電力量、供給可能な電力量、電気機器の優先度等を元に判断を行い、必要に応じて個別の家電機器への供給電力量を制御するための信号を各スマートタップに向けて送信する。このときの送信をパケット通信等により行うことができる。

そして各スマートタップはパケットを受信し、この命令に基づいて接続された家電機器への電力供給を制御する。このため、電源がONとされた直後の家電機器についても、運転を開始するのではなく、次に電力供給の命令を受けるまでは待機状態とすることもできるし、運転中の家電機器をOFF状態としたり、供給する電力を削減又は増加させることも可能である。

【0029】

以下に本発明について説明する。

本発明におけるスマートタップは、いわゆるテーブルタップ等のスマートタップであって建築物の壁面等に埋め込まれたコンセントに接続して使用する装置でもよく、建築物の壁面、柱、天井、床、家具等の構造物や設備に埋め込まれる埋め込み型コンセントであってもよい、家電機器が有する電源プラグを直接接続して、該家電機器に対して電力を供給することができる装置である。これらのスマートタップは1個口でも2個口でもよく3個口以上であってもよく、その形状についても特に制限されるものではない。そして該コンセントやタップに接続される家電機器としては家庭や集合住宅用に使用されるいわゆる家電機器、あるいはオフィス・ビルやテナントや病院や事業所等に設置される電気機器等を包含する。

また、本発明のスマートタップに従来の2個口以上いわゆるテーブルタップやコンセントを分岐するためのタップ等を接続し、該テーブルタップに複数の家電機器を接続してもよい。その場合においても、接続した複数の家電機器が直接接続されたスマートタップを介して電気機器を個別に検知・制御することができる。

また、本発明のスマートタップにさらに2個口以上の本発明のスマートタップを接続することも可能であり、その際には、それぞれのスマートタップを機能させることや、いずれか一方のスマートタップを機能させることもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

本発明における埋め込み型スマートタップにおいて使用可能な電圧波形測定手段としては、リアルタイムの電圧波形を測定する公知の制御用の測定手段でよく、電流波形測定手段と同様に埋め込み型スマートタップ内に収納可能な大きさの範囲において、任意の汎用の測定手段を採用することができる。

【 0 0 3 1 】

本発明における埋め込み型スマートタップにおいて使用可能な電流波形測定ならびに消費電力を計測するための電流計測手段としては、リアルタイムの電流波形を測定する公知の制御用の測定手段でよく、埋め込み型スマートタップ内に収納可能な大きさの範囲において、例えばC T、シャント、ロゴスキーコイル式等の汎用の測定手段を採用することができる。10

また、電力量を求める手段は測定された電流及び電圧の計測値に基づいて電力量を求めるための手段である。

【 0 0 3 2 】

本発明における通信手段としては、家庭内において別の場所に設置されたサーバとの間で、電圧波形、電流波形、これらの波形を処理してなるデータ、さらに電源プラグが接続された家電機器の属性ならびに演算装置で計算された消費電力量、家電機器がONにされた際の要求電力メッセージ等、後述するE o Dシステムにおける各種データをサーバに送信し、かつサーバにおいて調停されて得られた家電機器を制御するに要するデータ、つまり、電源がONとされて電力の供給を求める家電機器に対して、他の作動中の家電機器を含む各家電機器の電力供給の優先度、及び要求電力量等を演算してなる結果である、該家電機器への電力割当メッセージを、受信できる手段であることを基本とする。20

この通信はパケット通信でもよく、任意のタイミングにてなされるものである。

そして通信手段には水晶発振器等の発振回路を備えることができる。

そのような通信手段にはZ i g B e eモジュール(例えば2.4G H z、920M H z等)を採用でき、Z-Wave、B l u e t o o t h(登録商標)、DECT(1.9H z帯)や極超短波950M H z帯等他の公知の無線通信手段も採用することができる。

また無線通信手段以外に有線通信手段としてP L C等も利用することもできる。

Z i g B e e規格によると通信速度は遅いが、その規格の特徴として、メッシュ型又はスター型等ネットワーク中継機能を活用することにより、他のスマートタップに対して、中継器として機能させることができる。そのため、ネットワークを柔軟に拡張でき、故障による通信経路障害に対する自己修復性により、サーバとの間に確実にデータを送受信することが可能である。また、消費電力が極めて少ないので、建築物中の全てのコンセントに設置した場合でも合計の消費電力もまた極めて少ないので、利点も有する。30

本発明のスマートタップにおける通信手段の配置箇所としては、特に無線通信手段を採用する際には、コンセントと並んだスマートタップの前面の樹脂等の電波を遮断しない材料からなるパネルの内側とすることが好ましい。スマートタップが壁等に埋め込まれる形式の場合、その前面は室内に向けられているので、該無線通信手段から発信された通信データが直接室内に向けられることになり、サーバ等への到達性が向上する。逆に、サーバ等が発信した信号を室内に向けられた無線通信手段をより確実に受信することができる。40

【 0 0 3 3 】

本発明における制御手段に関しては、サーバにおいて演算された結果に基づく制御信号を受けて、演算装置における処理を介して家電機器毎に供給する電力量を制御する手段であり、ひいては家電機器に供給される電力のスイッチングならびに供給電力量を制御する手段である。なおここで、該スイッチングは家電機器への電力の供給を停止又は開始することである。本発明においては半導体リレー、特に位相制御等を行うM O S F E Tが使用される。接続する家電機器によって供給する電力フローが異なるため、半導体デバイス自身のオン抵抗値によっては、コンセントやタップの電源プラグを接続する口1つあたりに、商用電力が交流であるため、少なくとも1個あるいは2個以上として4から8個程度までの半導体デバイスを設けることができる。通常使用される国内家電機器の最大消費電力50

は1500Wまでであり、日本の場合には一般的なコンセントの電圧が100Vであるので15Aまでの電流が一つのコンセントに流れることを考慮して制御手段の発熱量を考慮すると以下の通りである。なお日本における200V用コンセントや、日本以外のコンセントの電圧が例えば200Vの国や地域においては7.5Aまでの電流が投入される。

半導体デバイスとしては、トライアックやMOSFET、さらにはSSR（ソリッドステートリレー）等の非ゼロクロス方式の手段等を利用できる。

特にMOSFETは電力量を制御するための消費電力が小さく、そのために発熱量も少なくなっている。MOSFETは発熱量の点においてトライアックより好ましく、トライアックのオン抵抗は0.1であるので、15A、1.5kWのときに23.25Wの発熱量であるが、例えばMOSFETはオン抵抗が0.038の場合は、2.1Wの発熱量と明らかに発熱量が低減される。10

MOSFETとしては、Si、SiC、GaN等が使用でき、さらにオン抵抗が低いMOSFETであることが望ましい。

【0034】

これらの半導体デバイスによる制御は、その応答速度の高いことが共通した長所であり、家電機器に供給する電力を制御する際に、可能な限り早い応答速度が求められる場合には極めて有効である。しかし、早い応答速度が求められない場合には、制御手段として半導体リレー又は機械式リレーを採用することもできる。例えば、新たに電力を供給する必要がある家電機器が、運転開始後、所定の時間にそれほど電力を必要としない家電機器である場合には、その所定の時間を活用して、機械式リレーにより他の家電機器への電力の供給を制御する等、他の家電機器の制御に時間の余裕がある場合等である。機械式リレーを使用した場合にもMOSFETと同様に制御時の発熱量は少ないので、演算装置や通信手段に与える熱的影響は小さいものである。20

【0035】

本発明における演算装置はマイクロコンピュータ等であり、電流波形計測手段から得られた電流波形、及び電圧波形計測手段を基にして、コンセントに接続された家電機器が何であるかを認識する演算装置であり、電流波形及び電圧波形、接続された家電機器名をサーバに送るための演算装置もある。なお電流波形計測ならびに電圧波形計測より得られた、有効電流と有効電圧から有効電力量すなわち消費電力量・要求電力量を算出する演算装置もある。30

このようなコンセントに接続された家電機器が何であるかを認識する段階は、例えば家電機器をコンセントに接続した際に行う等、家電機器をONにする時点より以前に行うことができ、又はコンセントに家電機器を接続した後、その家電機器をONとしたときに初めてその家電が何であるかを認識してもよい。

このとき、接続された家電機器をONとした直後から0.1又は0.5秒から2秒経過後までにスマートタップ内にて電力波形を計測し、これをサーバに送信することによって、該サーバ内にて予め登録された電力波形と照合することにより、ONとされた家電機器を特定することができる。

その後に、そのまま該家電機器へ電力を供給してもよいし、また、一旦該家電機器をOFF状態として、その間に供給すべき電力をサーバ内にて演算し、該スマートタップに送信して該家電機器への電力の供給又は供給の休止を実行させることもできる。40

なお、家電機器の認識をコンセントに接続した際に行うと、その後に該家電機器をONとした際に、極めて速やかにスマートタップの制御を行うことができるが、家電機器をONとした際に接続された家電機器を認識するようにすると、該家電機器をONとした後、その家電機器を制御するまでにわずかながらの時間を要する。

さらに、通信手段を介してサーバから得られた供給メッセージとしての電圧制御信号及び電流制御信号に基づいて家電機器が接続されたコンセントへの電力供給を制御するMOSFET等に向けて演算された信号を送る機能も有する。

なお、サーバにおいては、各家電機器毎の要求電力量と単独又は複数個の電源からの供給可能な電力の調停の演算を行い、家電機器の優先度に基づいて家電機器への電力供給の50

制御を行うものであり、それによって、家屋等毎に節電ならびにピークカットを行うものである。そして、運転中の家電機器に対しては運転停止や中断、あるいは家電機器への供給電力の削減を行ったり、又は供給電力を増加させることができる。

その結果、また電源がONとされた直後の家電機器に対しては、その家電機器が要求する電力を供給するか、要求する電力の内のある程度のみの電力を供給するか、又は要求された電力を供給せず、後の制御を行うタイミングまで家電機器の運転開始を待機させることもできる。

【0036】

スマートタップ部品の寿命の点からマイクロコンピュータの周辺温度は80以下がよく、かつ通信手段の寿命の点から好ましくは、MOSFETの発熱量は8W以下である。10

さらに、通信阻害を起こさないコンセント差し込み口側の正面の樹脂等の非金属製材料からなるパネルの裏面側に通信手段を設置した場合、MOSFETの発熱部を絶縁性の放熱材料、放熱シート、放熱接着シートを介して、コンセント正面の反対側の裏面に金属筐体(A1等)又は金属性のヒートシンク等に放熱できる構造となる。一方通信阻害を起こす金属部材からなるコンセント前面部材を採用する場合は、通信手段をスマートタップに内蔵するため、特に通信性の低下を抑制するために、樹脂等の非金属製の筐体が選択される。それゆえMOSFETの発熱量は上記金属筐体より放熱性が悪くなるため、MOSFETの発熱量は1W以下が好ましい。

すなわち、スマートタップの製品寿命や安全性の観点から電力制御デバイスの発熱を80以下とするように、1個あたりのMOSFETへの投入電流を低減させる並列接続構造や、投入電力を低減させない直列接続構造(つまりコンセント1個口あたり電力制御デバイスを2個)を採用できる。20

さらに通信手段に影響を与えない放熱板をスマートタップ筐体自体ではなく、デバイス実装の内部に構成でき、あるいは、下記のようにスマートタップの筐体を金属製としたことによる放熱性を考慮して電力制御デバイスを絶縁性放熱シートを介して筐体に接続することもできる。

【0037】

特に、上記のように、通信手段をスマートタップの樹脂等の電波を通すことが可能な材料からなる前面のパネルの内側に配置する場合には、通信手段が該パネルを通過する電波によって通信を行うことができるので、スマートタップの筐体を電波が透過しない金属製とすることができる。30

このときには、該金属製の筐体が放熱板としての作用を兼ねるので、FET等の制御手段を絶縁性放熱シート(例えば0.5~20W/mK)等の公知の放熱用材料を介して該筐体に接続できる。その結果、該制御手段が発生する熱を該絶縁性放熱シートを通じて筐体から周囲に放熱させることができるとなる。この場合、筐体の外部に放熱用のフィン等を設けることもできる。なお、金属筐体の代わりに絶縁性のあるBNやALN等の高熱伝導樹脂複合材からなる樹脂を筐体として使用することもできる。

このため、1つの制御手段の発熱量がたとえ8W程度であるとしても、筐体からスマートタップ外部に放熱されることにより、該通信手段の温度上昇を防止することが可能となる。40

【0038】

また、家電機器の状態認識・異常(故障・漏電等)を検知する検知手段については、上記の演算装置と兼ねてもよいが、演算装置及び制御手段とは別に設けることもできる。その場合には、演算装置にて演算された電圧波形及び/又は電流波形が何らかの異常を示しているとき、サーバからの信号が示すデータについても同様に異常を示すとき、通常の家電機器の状態と比較することによって検知する手段であり、その結果、家電機器の状態に異常を発見できたときに、必要があれば異常の有無を音や光にて表示可能であってもよい。

又は、通常運転中にはスマートタップを使用することにより制御されている消費電力量や各家電機器の運転状況を、電力の見える化に利用するディスプレイ(TV, PC, モニター、携帯機器(スマートフォン、TABLET PC)等に表示するが、異常が発生した50

際にはこのディスプレイにて異常の発生を表示し、利用者に知らしめることもできる。

このような家電機器の状態認識・異常の検出手段は、家電機器をスマートタップに接続し、正常に運転していた際の電力波形のパターンをサーバ等に記憶させておき、その後、家電機器の運転が正常ではないときに現れる電力波形を、該記憶させておいた電力波形と比較する手段である。

このようにして検出を行うことによって、家電装置の故障やトラブルや漏電、配線の異常(漏電等)、スマートタップ自体の異常を検出することができる。

これらの構成部材によれば、以下のような構造を備えたスマートタップとすることもできる。

電力の計測や電流・電圧波形の送信を行う無線デバイスを、スマートタップのコンセント差し込み口側の正面の非金属樹脂材の裏面に構成する。この場合、通信デバイスの受信部の周辺は非金属材料のため、通信性を低下することがない。一方電力制御デバイス部の発熱部は、通信デバイスのさらに奥側に設置され、金属筐体や金属性ヒートシンクへ絶縁性等の放熱材(シート、接着シート)を介して、放熱することで、スマートタップ内部ならびに筐体の温度を80℃以下にできる。すなわち、タップにおける通信性を損なわずに、発熱を抑制でき、タップの各デバイスの寿命を低減することなく、オン抵抗の小さな電力制御デバイスを使用せずに安価なデバイスを使用することができる。

スマートタップの構造として、無線デバイスを通信性を低下させない非金属樹脂の裏面に構成しつつ、その奥側に電力制御デバイスを設置する場合、高熱伝導でかつ絶縁性のある高熱伝導樹脂複合材料の筐体を利用し、発熱部とこの絶縁性高熱伝導樹脂筐体の間を絶縁性のある放熱材を介して設置することもできる。

これにより、通信性を損なわずに、発熱を低減可能とし、安価な制御デバイスを使用することができる。

通信デバイスをスマートタップの内部、特に金属等の通信阻害の低い部分に設置することができ、例えば側面に構成する構造では、通信阻害の低い樹脂筐体を使用する構造となる。故に電力制御デバイスとしては、発熱量の小さいオノン抵抗値の小さいデバイスを選択することで、発熱量を80℃以下にすることができる。

【0039】

さらに検知・通信手段としては、建築物内に設置された人感センサ、温度センサ、湿度センサ、風量センサ、照度センサ、施錠センサ等、建築物内の状態を検知する公知のセンサのいずれか1つ以上と、そのセンサによる検知結果を直接サーバに無線送信したり、近くのスマートタップに無線送信する手段である。

このような検知・通信手段を使用する際には、スマートタップからサーバに送信した情報に、該検知・通信手段によりサーバに送信されたセンサからのデータを加味し、それらの情報に基づいて該サーバにて処理を行い、その処理結果を本発明のスマートタップに送信する。

【0040】

さらに本発明のスマートタップには家電機器リモコン機能を付加することも可能である。その家電機器自体に電力を制御する機能を有する場合のリモコン機能は、エアコン、テレビ、扇風機、ホットカーペット、室内シーリング照明等のためのリモコンであって、これらの家電機器に対してリモコンによりON/OFF、あるいはその他の運転調整を行う機能である。このような家電機器リモコン機能としては、赤外線ならびにホームオートメーション端子又はECHONET Lite又はECOHNET用通信インターフェース等を採用することができる。

このようなリモコン機能をスマートタップに付加し、かつ該電源プラグの制御手段の一つとして機能することができる。このような場合には、接続される家電機器に対して電源プラグからの運転制御に加えて、家電機器自体が備えているリモコン運転機能を活用することができ、しかもそのリモコンの操作は人が直接行うものではなく、本発明のスマートタップによる制御の一環であるから、サーバからの制御信号に基づいて、よりきめ細かい、目標とする電力量削減、ピーク電力削減のための運転をすることが可能となる。

10

20

30

40

50

一方、家電機器として、それ自体電力を制御する機能を有さない電球等の照明やポット、冷蔵庫、IHヒーター、温水洗浄便座、コーヒーメーカー等には、リモコン機能は必要なく、本発明のスマートタップの電力制御デバイスにより制御が可能となる。

さらに、スマートタップを常時ONとすると、家電の待機電力よりスマートタップの消費電力が高くなるため、タイマーや人感センサ等の各種センサ、あるいは特定の電気機器（例えば商店等の室内照明）のON/OFF等によるスマートタップのON/OFF機能、接続された家電機器の電源OFF/ONによるスリープ＆ウェークアップ機能を備えることもできる。特にスマートタップの機能としては、家電のスリープ状態をいかに起こすか電力の閾値設定を行う設計となっており、例えば1~10Wの閾値設定により、その閾値以上の電力により、その家電を待機状態から起こすことができる。

そのようなON/OFF機能やスリープ又はウェークアップ機能の動作状態を確認するために、例えばスマートタップ正面の外面又は透過光を表示できる内面にLEDデバイス等を設置できる。（LED等の点灯表示で確認することができる。）

【0041】

本発明のスマートタップを使用したエネルギーの情報化によるEoDシステムの構築、つまり本発明の電源プラグを使用した例について以下に述べる。

本発明のスマートタップによると、フェーズ1（エネルギー消費の見える化と人間行動の学習・見守り）、フェーズ2（EoD型電力ネットワークによる高度電力マネージメント）、フェーズ3（家庭内ナノグリッドによる電力カラーリング）、フェーズ4（地域ナノグリッドによるエネルギーの融通）を順に行なうことが考えられる。

フェーズ1では、家庭内のエネルギー消費パターンの見える化によって消費者の節電意識の向上を図ると共に、個々の家電機器状態や使用する生活者の行動パターンの学習・見守りを行うことで、電力消費の無駄の発見と生活者の行動をサポートする。

【0042】

具体的には以下のフェーズ1~4で示す利用状況において本発明の電源プラグ接続装置を使用することができる。

【0043】

(フェーズ1)

本発明における電圧波形計測手段、電流波形計測手段は、いずれも、交流電流の電圧波形を計測する公知の手段を採用でき、これらの計測は16bit、10~30kHz程度の高いサンプリングレートで行う。

このような電圧波形計測手段、電流波形計測手段により得た電圧・電流波形を演算装置において処理し、この処理結果を通信手段によりサーバに送信する。このときの演算装置としてはDSP内蔵のマイコン等を採用することが好ましい。

近年の家電機器のほとんどは内部にスイッチング電源やインバータ等の高度な制御装置を備えるので、1交流周期内の電流波形には家電機器毎に特徴的な波形が表れる。そのため、消費電力が同じ家電機器であっても電流波形のパターンを比較することにより家電機器を特定したり、家電機器の運転状況を確認することができる。

【0044】

この機能は単に電力の見える化を行う従来のスマートタップとは全く異なる機能であり、その機能のために、演算装置においては、接続された各家電機器を特定するための特徴量を、電圧・電流波形の特徴量により特定する。その特徴量としては、例えば、電流・電圧波形のピーク値、周期、基準時点でのベクトル等であり、そのような特徴量によっても高精度に家電機器を特定することができた。

このように演算装置によって特徴量を導き出し、これを通信手段によってサーバに送信することができる。仮に特徴量を導き出さないとすると、そのデータ量からみて、16bit × 20,000Hz × 2=640,000Hzの通信速度を必要とするので、ZigBeeの通信速度（最大250kbps）では送信することができない。通信速度を高くしようとすると、小型化、低消費電力化の点から広域帯を使用する通信手段は採用できない。

ZigBeeでは、1パケットで78バイトまでの可変長ペイロードに宛先・送り元、

10

20

30

40

50

データ長さ等のヘッダとチェックサムを付加して送信する。このときには、ペイロード部に設定コマンドやプロパティをセットして送受信を行う。例えば、本発明のスマートタップが受信するコマンドは 16 bit、設定値は 0 ~ 592 bit、送信するデータのフォーマットは 16 bit、取得時刻は 32 bit、データ部は 16 ~ 576 bit である。

上記のように通信速度上の制限から、データ量が多い電圧・電流波形の生のデータはそのままの状態で送信することができないが、特徴抽出用のテーブル設定をすることによって、スマートタップ内の演算装置にて電圧・電流波形の特徴量を計算して求めることができる。その際には、個々の家電機器を特定し、その運転状況を確認するに足る特徴量は多くはない。

【0045】

以下に、家電機器の（1）特徴学習ステップ、（2）家電機器学習ステップ、（3）家電機器認識ステップに分けて、それぞれの通信について説明する。

【0046】

（1）特徴学習ステップ

予め多数の家電機器から収集した電流波形を主成分分析することで得られた固有ベクトルを使用して、電流波形測定による電流波形測定結果と固有ベクトルの内積で特徴量を求める。家電機器毎の電圧波形及び電流波形は図 1 に示すように、家電機器によって異なるために、これらの波形の特徴を分析することが家電機器と特定する上で必要となる。

特徴量を求める条件は個々の家電機器に依存しないので、特徴量を求めるための比較用データは、事前に学習して本発明のスマートタップの演算装置等にて保存しておく。

また、予めスマートタップからサーバに電圧・電流波形を送信するときのメッセージとして、例えば、波形情報が WH = 16 bit、取得時刻が 32 bit、周期が 16 bit とし、波形データは WD が 16 bit、index が 16 bit、データ数が 16 bit、電圧 (i) が 16 bit、電流 (i) が 16 bit、電圧 (i + k) が 16 bit、電流 (i + k) が 16 bit をフォーマットとして示され、特徴抽出テーブルをスマートタップに設定するメッセージのフォーマットとしては、テーブル情報は FH が 15 bit、特徴番号が 8 bit、周期が 16 bit であり、テーブルデータとしては FD が 16 bit、index が 16 bit、データ数が 16 bit、テーブル (i) が 16 bit、テーブル (i + k) が 16 bit である。

これらのデータ量をみると 1 パケットには収まらないので、スマートタップの内部メモリに 1 周期分を保持した上で、複数のパケットに分割して送信することになる。波形情報は識別子 WH を付加したパケットで送信し、その後データ部を複数のパケットで識別子 WD と開始 index、データ数と共にサーバに送信する。

特徴抽出テーブルの設定も同様に、識別子 FH で示されるテーブル情報、識別子 FD で示されるデータ部を複数のパケットに分割してサーバに送信する。

【0047】

（2）家電機器学習ステップ

個別の家電機器を学習するステップでは、スマートタップで抽出した特徴量を用いて学習するため、少量の特徴量のみを送信すればよい。

特徴量抽出メッセージのフォーマットの例としては、DF が 16 bit、取得時刻が 32 bit、実行電圧が 32 bit、実効電流が 32 bit、有効電力が 32 bit、積算電力量が 32 bit、特徴量が 32 bit × 4、周期が 16 bit である。データの種類を示す識別子としては DF を用い、取得時刻、実効電圧、有効電力、積算電力量と 4 つの特徴量と周期の計 320 bit を 1 つのメッセージとして ZigBee の 1 パケットに入れてまとめてサーバに送信する。また、電流波形や電圧波形を特徴量としてサーバに送信してもよい。

【0048】

（3）家電機器認識ステップ

家電機器認識ステップでは、家電機器学習ステップと同様にスマートタップ内部で抽出した少数の特徴量を用いてサーバにて認識を行う。このとき、家電機器学習ステップと同

10

20

30

40

50

じ特徴抽出メッセージによって学習を行なう。

【0049】

(フェーズ2)

フェーズ1において家電機器の特徴により家電機器を認識した後、フェーズ2に移る。

フェーズ2では、電力の供給状態や使用家電機器の使用優先度に応じて、電力供給のためのサーバが調停を行いながら家電機器への電力供給を制御する、EoDという電力マネージメント技術により、より積極的な消費エネルギーの削減を目指す。

EoDは家電機器の負荷機器の電源を入れると、常に必要なだけの電力が与えられる今までの電力ネットワークの仕組みを根本的に変換し、各機器の優先順位を決めて当該機器に利用可能な電力使用量、時間を調停してBest Effortで割り当てる仕組みである。

【0050】

フェーズ2では、家屋や建築物、施設において、系統電力、太陽光発電(PV)、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等を加えた複数の電源から選ばれた単一電源に対する需要調停プロトコルを定義する。EoDの需要調停プロトコルの手順を以下に示す。

A. 家電機器等側の電力要求メッセージをスマートタップからサーバに一定時間毎に双方向のパケット通信により送信する。該電力要求メッセージは、スマートタップに接続された家電機器が運転される際に必要な電力量、及び／又は運転中に逐次必要な電力量を含む。

B. サーバは現在の供給可能量及び／又はフェーズ1で獲得した家庭での生活パターン、各家電機器等の消費電力量、計画した電力量と消費した電力量との差等に基づいて、電力要求メッセージを送った家電機器、及び動作中の家電機器(負荷機器)の優先順位を決定する。

C. 負荷機器の優先順位に従って、各機器に許可する電力使用量、時間を含む電力割当メッセージ、あるいは電力を供給できない機器には拒否メッセージを、双方向のパケット通信により送信する。電力の使用を許可された家電機器は運転を開始又は継続、あるいは消費電力量を低下／あるいは増加させた運転を行う。

D. 電力使用を許可された家電機器は、許可された電力で許可された時間だけ動作する。電力使用を拒否された家電機器は、一定時間後に再割当要求(EoD)を行う。

【0051】

この一連の工程は、使用者の操作、又はセンサやタイマー等のプログラムによって、家電機器の電源が入ると、最初に家電機器を運転するための電力が該家電機器に供給されるものではない。最初に各家電機器の要求電力量のパケットを、スマートタップからサーバに送信し、受信したサーバにおいて、単一電源、あるいは複数電源からの供給能力を判断して、供給可能であれば、供給する旨の制御信号をスマートタップに返信する。

この制御信号を受信したスマートタップにおいて、該制御信号によって接続された家電機器への電力の供給を開始又は停止する。

この一連の処理におけるサーバ内の処理、家電機器への電力を供給することの判断についてさらに詳細に説明すると、サーバ内にて単一電源又は複数電源からの供給可能な電力量を考慮して家電機器への電力供給を判断する。

特に供給できる電力が、使用される可能性がある家電機器の使用電力の和に対して余裕がない場合、このときに電力の上限を制限する等のピークカットを行う際には、運転中の家電機器の優先度の順位等の情報を必要により逐次更新し、新たな電気機器に電源が入れられた際には、その新たな電気機器を加えて各家電機器の優先度の順位を更新し、供給可能な電力量と家電機器の優先度の順位を基に新たに電源が入れられた家電機器に対して、電力を供給するか否かを判断する。

さらに、生活者の行動パターンも合わせてサーバ内における家電機器への電力供給の判断材料とし、優先度の順位をさらに考慮することができ、生活者の行動パターンを学習することにより、サーバ内にて電力使用モデルを作成して電力使用計画を作成しておく。次いで、リアルタイムに常に瞬時のピーク電力を求め、このピーク電力を該電力使用計画と

10

20

30

40

50

比較することによって、各家電機器のピーク電力の積算値を供給する電力や該電力使用計画の電力を超えないように制御することもできる。

【0052】

この手法では、ユーザー自身で供給可能な最大電力量を設定することで、求めるだけ使用する電力削減を行うことができる。

このように、EoDシステムの実現により、個々の家電機器の電源の特性や電力を考慮し、家電機器の優先順位を決定することと、優先順位の低い家電機器に対して、電力供給を停止あるいは削減することができる。

EoDシステムに組み込まれる機器としては、需要者側の機器である家電機器、供給者側の機器である電源設備、電力を一時的に蓄積する蓄電池の3種類がある。

10

【0053】

フェーズ2では単一電源に対する需要者側の調停を行うために家電機器を以下に挙げて、どのような制御を行うのかについて3つに分類する。

A. 調整 - 照明やドライヤ等では、要求する電力に対して、供給電力量をある程度削減しても性能は多少落ちるが実用にはそれほど影響を与えない。このような機器に対しては、機器側から要求される電力を供給するのではなく、供給電力を削減することができる。

B. 待機 - 洗濯機や炊飯器等、起動してから一定時間自動で動作する家電機器は、目的の終了時刻内に動作が完了すれば、起動のタイミングを遅らせてもかまわない。このような家電機器に対しては、起動を要求された時刻から実際に起動するまでのタイミングをずらすことができる。

20

C. 一時停止 - エアコンや冷蔵庫等の熱をコントロールする家電機器は、短時間停止しても温度を保つことができるため、動作中に一時停止することができる。

それぞれの家電機器はこれらのA～Cの分類のそれに含まれるか、あるいは含まれないので、これらの3つの分類に含まれるか否かが可能・不可能であることを個案が得ると計8通りに分けることができる。これら3つの分類のいずれにも含まれない家電機器は、如何なる場合にであっても動作することが必要不可欠であり、最も電力供給すべき優先度が高い家電機器といえる。

30

【0054】

このように分類した結果を表1に示す。

【表1】

クラス	調整	待機	一時停止	家電
1	YES	YES	YES	ノートPC・給湯器
2	YES	YES	NO	温水洗浄便座・電子レンジ
3	YES	NO	YES	ヒーター・エアコン・冷蔵庫
4	YES	NO	NO	TV・ドライヤ
5	NO	YES	YES	食洗機・洗濯機
6	NO	YES	NO	炊飯器・トースター
7	NO	NO	YES	コピー機・湯沸かしポット
8	NO	NO	NO	ガス防犯検出器・人工呼吸器・ルーター等のネットワーク機器

40

【0055】

表2には家電機器のクラスのプロパティを示す。EoDの需要調停プロトコルでは、まず電力を要求する家電機器がプロパティを負荷した電力割当メッセージをサーバに送信する。

50

サーバは供給可能な電力と要求電力を比較し、供給可能なら電力割り当てメッセージを

スマートタップに送信する。供給不可能であれば、現在使用中の優先順位の低い家電機器への電力供給量を削減するか、要求家電機器に電力供給を拒否するメッセージを送信する。

【0056】

【表2】

プロパティ	値	備考
家電ID	ID	家電の識別子
家電クラス	1～8	
要求電力	数値 (W)	共通
最低起動電力	数値 (W)	家電クラス 1～4
休止可能期間	数値 (秒)	家電3、4、7、8
起動予定時刻	時刻	家電2、4、6、7
動作予定時間	数値 (秒)	
優先度	0～1	1は最優先
供給方式	直流、交流、電圧	

10

20

30

【0057】

このようにサーバからスマートタップへの電力の割当可否を通知する。通知内容としては、電力要求への返信の場合には、割当を許可するか拒否するか、また、動作中の家電機器へのメッセージとして、一時停止させるか割り当て電力を変更するかを設定する。

割り当てを許可された場合や、再割当の場合には、当該家電機器に割り当てる電力の最大値、(割当電力)、割当てる時間をプロパティとして追加する。また割当を拒否した場合や動作中の家電機器を停止させる場合には、家電機器が再度電力要求する時刻を追加する。供給電力は、電力を供給する電源のIDであり、フェーズ3の分散電源のために必要となる。

【0058】

(フェーズ3)

フェーズ2において行った電力供給の制御に対して、フェーズ3では、最も一般的な電源である系統電源(複数系統含む)だけではなく、太陽光発電(PV)、風力発電、小水力発電、燃料電池や蓄電池等を加えた複数の電源からの電力供給を行う。その他、サーバからのスマートタップの制御を通じた接続した家電機器の制御に関しては、フェーズ2における制御と同様に行う。

電源毎に電力の供給元を抑制する電力カラーリング機能(供給される電力のなかで、電源を区別する機能)を持った家庭内ナノグリッドによって、分散電源の効率的なマネジメントを行う。

家庭内に複数の分散電源が導入された場合に、フェーズ2のEoDプロトコルを複数の電源からの電力選択が可能になるようになり、需給バランスをとりながら電源と家電機器を対応付けることによって、効率的な電力供給を実現する。そのためには、需要の特性と電源の特性に基づいて、適切な対応をしなくてならない。そのとき、電源についても電力を供給する優先順位を決定することが必要とされる。そのために、供給可能電力が不变又は制御可能かどうかの安定性や、供給電力を変更するときに遅延が生じるかどうかという即応性の、それぞれの有無によって表3に示すように4種に分類できる。

例えば電力会社からの系統電力は安定性及び即応性があり、太陽電池は供給能力が天候に左右されるので即応性はあるものの安定に欠ける。

【0059】

40

【表3】

クラス	安定性	即応性	電源の例	供給可能な家電
A	○	○	系統電力	1～8
B	○	×	燃料電池	1、3、5、7
C	×	○	対応電池	1、2、5、6
D	×	×		1

各電源は下記表4に示すように各種パラメータを持つ。燃料電池やコジェネレーションは発電と給湯を同時にを行うので湯量によって供給可能電力量も変動する。また、最大供給電力や積算電力量のシーリングによって使用電力量や電力量の上限値をユーザーが設定することも可能である。

10

蓄電池は充電時には家電機器としても、また放電時には電源として位置づけられる。

【0060】

【表4】

プロパティ	値	備考
電源ID	ID	電源の識別子
電源クラス	A～D	
供給電力	数値 (W)	現在供給中電力
最大電力	数値 (W)	現在供給可能電力
供給可能電力量	数値 (Wh)	現在供給可能積算電力量
シーリング	数値 (Wh)	ユーザー設定上限値
遅延時間	数値 (円/W)	出力変更の遅延時間
電力コスト	数値 (円/Wh)	単位電力量あたりの電気代
CO ₂ 排出量	数値 (m ¹ /Wh)	単位電力量あたりの排出量
送電方式	直流、交流、電圧等	

20

30

【0061】

EODにおいて、電源選択プロトコルは、次の手順で供給元と供給先を決定することができる。

- A. 各電源は電源プロパティをサーバに送信する。
- B. 電源プラグ装置は家電機器プロパティを付加した家電機器への電力割当メッセージをサーバに送信する。
- C. サーバは家電機器クラスによって表3に記載の供給可能な電源から電力コスト、又はCO₂排出量が低い順に家電機器に対する電源の優先度を決定する。
- D. 優先順位の高い電源の順に、電力供給が可能かどうかを需要調停プロトコルと同様に判定し、電源プラグ装置に電力割当メッセージを送信する。
- E. 電源プラグ装置が電力割当メッセージを受け取ると、それに従って、対応付けられた家電機器に電力を供給する。

40

蓄電池は蓄電量や他の電源の状態や供給状態によって、充電モードと供給モードを切り替え、充電モードの時には負荷機器として電力要求を行い、供給モードの時には、電源として電力調停に加わる。

【0062】

(フェーズ4)

50

フェーズ4は家庭内にて行われたナノグリッドを近隣の地域単位にて行うものである。その際に電源プラグ装置としては、地域内における情報のやりとりに対応した構成とする必要がある。

【0063】

本発明のスマートタップは上記EoDシステムにおいて使用されるものであり、より具体的に以下に説明する。

【0064】

本発明の図2には、オンデマンド型電力制御システムのための埋め込み型コンセント設置図を示しており、図中Cは埋め込み型コンセントを示し、建築物中の埋め込み型コンセントとして、複数の本発明のスマートタップが設置される。また、任意に図中Tで示されるタップも使用することができる。さらに原則として一つの住居に対して一つのサーバも設置され、住居内の全部の埋め込み型コンセントとの間に通信を行い得る通信ネットワークも構築されている。

上記CにTを接続する場合には、1つの系統で本発明のスマートタップを直列に接続することになるので、この場合にはいずれか一方、好ましくはコンセントC側の機能を停止させる処理を行う。

【0065】

図3はいずれも1軒の家において100Vを入力電圧とした各種家電機器を使用した際の、該1軒全体の電力の推移を示す概念図である。

この図3において実線はEoDを行わなかった場合の電力を示し、破線はEoDを行うことによる目標値を示し、一点破線は各家電機器の実測値をもとにEoD制御を行った場合の制御シミュレーション結果である。

図3aは、ある1日の昼の12時から翌日の昼の12時までの間の瞬時ピークの電流値のデータであり、平坦なピークを有する線にて示す削減目標の電力プランに対する実生活による電力値である。

点線より下の領域において不規則に上下動する線は制御シミュレーション結果を示す線である。さらに点線を上回る線が実生活データを示したデータである。

この図3aによる制御によれば、実際に使用した電力が点線Mで示す1200Wを超えない程度に収まっており、瞬時のピークが1200Wを超えないことが解る。

図3bは図3aで示す瞬時の消費電力を積算した図であり、1日間の瞬時電力値の制限値を30%以下に設定した場合のデータである。目標とする点線で示す積算消費電力値に対して、実生活データではその目標を超える。

しかしながら、本発明のスマートタップを使用して、制限値を30%以下として制御を行うと、その制御通りに行う翌日12時においてちょうど点線C上に位置する線よりも、若干下側において上昇する結果をシミュレーション結果として得ることができる。

これらの結果によれば、本発明によると、例えば消費電力の上限ピークカットを30%としたときにそれを超えないこと、すなわち、削減電力を定量的に担保できることを示している。

【0066】

図4に本発明のスマートタップとして埋め込み型コンセントの一例の内部構成図を示して説明する。

本発明のスマートタップは通常の埋め込み型コンセントやタップと同じく、建物内の配線から電源が入力され、内部にて2個口コンセントの場合は2つに、3個口コンセントの場合には3つに分岐されて、2個口又は3個口等の出力用コンセントとしての機能も有し、そのために必要な部品等からなる構成を備えている。

さらに本発明はそのような構成に加えて、出力毎に電圧波形計測手段、電流波形計測手段、電力量の計測と電力量の演算、演算手段装置及び制御手段を備え、さらにこれらの手段からの信号を図示しないサーバに送信し、該サーバからの制御信号を受信するための通信手段を有する。

なお、2以上の口数を有する埋め込み型コンセントやタップにおいても、これらの複数

の出力をまとめて 1 つの該演算装置及び 1 つの該通信手段によって機能させてもよい。

【 0 0 6 7 】

本発明のスマートタップは、一軒家、集合住宅、マンション、店舗兼住宅だけではなく、オフィス、ビル、工場、テナント、量販店、病院、高齢者施設、スーパー等に設置することができる。これらの建築物における本発明のスマートタップの設置箇所は、図 2 に示すように建築物の壁面の通常の設置場所及び任意の場所にタップとして設置された場所であるが、通信手段により通信する先のサーバが原則として同じ建築物内に設置されることが好ましい。通常は一つの建築物内に一つのサーバであるが、店舗兼住宅やマンション等のように、一つの建築物内に複数の住居等が入居する場合や、オフィス、工場、テナント等の一つの建築物を複数のユニットに分けられる場合には、それぞれの住居やユニット等の単位を基本としてサーバを設置することもできる。一つのサーバは複数のスマートタップと通信でき、通常の住居等に設置される埋め込み型コンセント及びタップの数を対象として通信及び得られた情報の処理を行うことが可能なサーバを選択することができる。

なお一軒家、集合住宅、マンション、店舗兼住宅だけではなく、オフィス、ビル、工場、テナント、量販店、病院、高齢者施設、スーパー等に設置する場合、各建屋以外にサーバを有したり、クラウドを利用することもできる。

またホームゲートウェイ(HGW)等のゲートウェイ(GW)を介してクラウドや外部サーバ等も利用することができる。これにより、例えば家庭内の E o D システム制御を GW で制御し、大量の生活に伴う総電力データはクラウドや外部サーバ等を利用することができる。

さらには、スマートコミュニティ等複数の家庭やビル等を本タップを利用して、E o D 制御する場合、GW を利用し、どの家庭、オフィスのデータなのかを特定させる利用もできる。

【 0 0 6 8 】

さらに図 5 に示すように、1 軒の家庭に供給する電源を既存の送電網に加え、再生可能なエネルギー源である太陽光発電や風力発電、ならびに蓄電装置、ハイブリッド自動車及び電気自動車等の蓄電池装置、その他の電源を接続することにより、2 種以上の電源から家庭に電気を供給させることもできる。

その場合には、上記表 3 及び 4 等に記載の事項を参考に、本発明のスマートタップを各電源にも接続することで、複数電源から任意の電源の選択、及び各電源からの電力供給量の決定、及び任意の電源から電力を供給する家電機器を選択することで、エネルギーロスを少なくしたり、快適さを向上させた大幅な節電や効率よくピークカットを行う等の制御を行うことができる。

【 0 0 6 9 】

また、上記のように複数電源を使用することにより、例えばエコハウス等において、交流電源ではなく直流電源を家電機器に接続する場合においても、本発明のスマートタップを用いることができる。このような場合、交流で住居等に供給される電力を住居内の A C / D C 変換装置により、全家電機器に供給する電力又は一部の家電機器に供給する電力を直流に変換し、この直流を家電機器に供給する際のタップとして本発明のスマートタップを使用する。

なお、再生可能エネルギーの太陽光発電や風力発電、燃料電池や蓄電池等の電源装置を利用した直流(D C)給電の場合は、D C / D C コンバータ - 装置により、家電機器に供給する電力又は一部の家電機器に供給する電力に変換し、この直流を家電機器に供給する際のタップとして本発明のスマートタップを使用することもできる。このときの直流の供給電圧を 24 V もしくは 12 V 等と、安全性を考慮して低電圧とすることができる。この場合には、直流を供給する先の家電機器としては、照明等の低電力機器、P C 及びその関連機器、電話機等の、従来から家電機器毎に A C / D C 変換器を使用している家電機器等が挙げられる。特に A C / D C 変換器を使用していた家電機器に関しては、その A C / D C 変換ロスを削減して、より高効率の電力使用を図る。

また、IH 調理器、エアコン等の消費電力が高い家電機器に対しては、200 V 高電圧の直流を取り扱うことによる危険性を考慮して、依然として交流電源を採用することもで

10

20

30

40

50

き、その場合には交流から分岐した一部の電力を直流に変換することになる。また高電圧の直流を安全に取り扱える場合には、外部から供給された交流を全て直流に変換した上で、このような直流に対して本発明のスマートタップを使用することも可能である。

このように、本発明のスマートタップの中でも直流電源用スマートタップは、直流用の電圧検知手段及び電流検知手段並びに直流用制御を採用することにより、交流用と同じようにして、壁に埋め込んで使用することも、又はテーブルタップのように、壁に設けられたコンセントに差し込んで使用することもできる。このときも、家電機器特有の電流及び電圧波形を検知して、スマートタップに接続された家電機器を認識する。

【0070】

特に上記のように、1軒の家庭に供給する電源を既存の送電網に加え、再生可能なエネルギー源である太陽光発電や風力発電、ならびに蓄電装置、ハイブリッド自動車及び電気自動車等の蓄電池装置、等の直流電源を接続することにより、2種以上の電源から家庭に電気を供給させ、直流用のスマートタップを使用するときには、太陽光発電や蓄電装置、蓄電池装置から供給される直流を交流に変換させる必要がないので、変換ロスを生じない。また、これらの直流電源に対しても、直流電源の分電盤にスマートタップを設置、あるいは分電盤に代えてスマートタップを設置して、直流電流系統をまとめて制御することもできる。また、これらの各電源に対しても電源側を上流としてスマートタップを設置することにより個別に各電源からの電力供給を制御することもできる。

その場合には、本発明のスマートタップを各電源にも接続することで、複数電源から任意の電源の選択、及び各電源からの電力供給量の決定、及び任意の電源から電力を供給する家電機器を選択することで、エネルギーロスを削減したり、効率よくピークカットを行う等の制御を行える。

結局、本発明のスマートタップは交流、直流の別なく、壁部、天井部、床部等への埋め込み型コンセントとして、あるいはこのような埋め込み型コンセントや、従来の埋め込み型コンセントやタップに接続するタップとして、あるいは分電盤に設置することにより、それぞれ、下流に接続する家電機器や電力線に供給する電力を制御することができる。

【0071】

スマートタップとしては、第1の形式として、例えば図6に示すような内部構造のものを使用することができる。なお以下の図においては制御装置としてMOSFETを採用した。

図6は2個口コンセントのスマートタップの内部配置を模式的に示した図であり、制御手段として1個口当たり4つのMOSFET1、1つの電流測定手段2を設け、さらに図示はしないが1個口当たり1つの電圧測定手段を設けている。そして2個口で1つの演算装置と通信手段を共有するように設けている。図から明らかのように、演算装置電源用回路基板を設け、MOSFET1から発生する熱を電源プラグの外へ放熱することを容易にするために、4つの隅にMOSFET1を設け、そのMOSFET1からなるべく離れた箇所に演算装置3と通信手段4を設置している。なお、MOSFET1は最低2個で、4~8個までを設けることが可能である。

このような配置とすることにより、可能な限り演算装置3と通信手段4が加熱されないようにすることが必要である。

MOSFET等の発熱量が少ないすなわちオン抵抗値の小さい電力制御デバイスである制御手段を採用することによって、発熱量が低くなるため、電波透過性がない金属材料を用いる必要性がない。そして筐体の少なくとも一部を放熱効果が小さい樹脂製とすることができるので、サーバとの間で通信を行うために必要な電波の透過性を担保することができる。

この場合、電力制御デバイスとしては、このような発熱量の小さいすなわちオン抵抗値の小さいデバイスを選択することで、発熱量を80以下にすることができる。

【0072】

第2の形式としては、上記図6に示すスマートタップの構造とは異なり、制御手段であるMOSFET1をスマートタップの樹脂製等の電波を透過し得る前面の直下又はその奥

10

20

30

40

50

の基板に、コンセント1個口当たり2個となるように設けた例を図7及び8に示す。図7及び8は本発明のスマートタップの一例の構成図であり、図8は図7の構成を一部組み立てた状態を別方向から見た図である。

図7及び8においては、スマートタップの樹脂等の非金属樹脂材料である電波を透過し得る材料からなる該前面6の例えは中央部の裏面に通信手段4及びその基板を設置する。このために該通信手段4が通信する信号はスマートタップの該前面6を通過して、例えはサーバと通信することができる。さらに、図示はしないが、該基板中央部にスマートタップの運転状況を示すLED及びその基板ならびに無線モジュールならびにマイコンのファームウェアを書き換える基板を設けることができる。無線モジュールとマイコンのファームウェアの書き換えは、埋め込み型の場合、USB端子による書き換え更新や無線での書き換えのいずれも使用することができる。10

【0073】

さらに、スマートタップの該前面6の内部に位置する基板7の長辺の中央部付近にMOSFET1を設け、さらにスマートタップの運転により、MOSFET1が発熱した場合には、図示していないが、該MOSFET1と筐体8の両方に接するように絶縁性放熱シートを設けている。

このため、該MOSFET1から発生した熱は放熱材としての絶縁性放熱シートを伝熱し、さらに金属の筐体8や金属製ヒートシンクに伝えられる。筐体8はスマートタップが設置されている壁内にて、放熱することにより、MOSFET1からの熱を円滑に放熱させることになり、スマートタップ内部ならびに筐体の温度を80以下にできる。20

このため、オン抵抗の小さな電力制御デバイスを使用せずに安価なデバイスを使用することができる。

【0074】

MOSFET1を設けた基板7のさらに内部には、図示はしないが電圧波形計測手段、電流波形計測手段、CPU等の演算装置を設けた基板9を設置する。これらの手段や装置には直接MOSFET1から発生する熱が伝わることがなく、熱の接触的な筐体8への伝導もあり過度に加熱されることがない。

さらにその内部にも、基板10を設置することができる。この基板10の背面には、接続する家電機器が高負荷であるときに備えて、高負荷対応のMOSFET等の制御装置11を設けることができる。30

スマートタップ自体を低背化優先とした場合には、基板7に電力制御ならびにスイッチング機能を有するMOSFET等の半導体デバイス構成し、スマートタップの設置において、奥行きに自由度がある場合は、基板10にMOSFETを設置することができる。故に発熱部となる電力制御デバイスはいずれかの構成で使用できる。

また、上述したようにMOSFETは、高電流家電機器や、電気機器の場合は、なるべくマイコンや無線モジュールから離れた部位に構成したほうがよい。このように各基板を配置して、本発明のスマートタップとすることができますが、各基板の配置、及び各基板にどのような素子を設けるかは、本発明の効果を損なわない範囲において適宜変更することができる。

【0075】

接続する家電機器毎のスマートタップの使用

本発明のスマートタップは、上記のように接続された家電機器を識別し、電源がONとされたときに、サーバとの通信によって、他の家電機器の制御と共に該接続された家電機器の運転を制御するものであるが、さらにこのスマートタップを各種の家電機器に対してより適切に使用するために、スマートタップに赤外線送信機能又は、ホームオートメーション端子等のリモコン機能を設けることができる。

このようなスマートタップを使用して家電機器を運転するにあたって、家電機器の種類に応じてスマートタップの使用態様が3つに分けられる。

一つ目としては、TV、寝室や居間の照明やエアコン等の一部のように、いわゆるリモコン機能を有する家電であって、家電機器自身が消費電力の制御機能を備える場合あり40

、このときには、スマートタップが接続されたときに発揮できる手段としては、電圧波形計測手段、電流波形計測手段、電流計測手段、電圧計測手段、消費電力演算手段、通信手段、検知手段、リモコン制御手段を備えるスマートタップとなる。すなわち、家電自体がリモコン機能と制御機能を有するが、これをスマートタップのリモコンブリッジ機能で連動させることで電力を制御ならびにスイッチング機能により、ON/OFFが可能となり、どの家電がどのくらいの消費電力が必要であるかを検出し、要求メッセージをサーバへ通知し、これによりサーバで他の家電の電力状況を判断された電力供給メッセージを受信後、家電への電力供給や停止、一次停止、電力調整を行う。

二つ目としては、電子レンジ、洗濯機、加湿器、温風器、炊飯器等の一部のように、リモコン機能が無く、電力制御が複雑な家電機器であり、このような家電をスマートタップに接続した場合には、どの家電がどれだけ消費電力を必要とするか計測・演算を行い、これをサーバへ要求メッセージを通知し、その他家電の電力状況をサーバで判断した結果の供給メッセージを受信する。これによって、家電機器への電力供給又は停止行う。但しこの場合、家電の電力制御はできず、スイッチングON/OFFの機能となる。

このような家電は、将来リモコン機能を有するネットワーク家電になる可能性があるため、その際タップはリモコン家電と同様な制御が可能となる。

三つ目としては、現在の家電機器であり、玄関、台所、洗面所、トイレ、風呂等の照明、IH機器、冷蔵庫、ポットや温水便座等の家電機器である。これらの家電機器をスマートタップに接続した場合には、演算装置を含むスマートタップが備えるすべての手段を活用してこれらの家電機器を制御することになる。

【0076】

本発明のスマートタップには、接続してなる家電機器からの逆電流の防止や、各電源からの異常電流防止等のために、過電流保護としてチップヒューズ、ポリスイッチやガラス管ヒューズ等を内部の回路に接続させることができる。

ならびに過電圧保護として、バリスタならびに電力制御半導体デバイスのON/OFFにより発生する高電圧抑制のためのスイッチングサージ保護ならびに電力制御デバイスの発熱を抑制するための加熱保護機能も、内部の回路に設けることもできる。

【0077】

さらに、接続された家電機器の電源がOFFになり待機電力のみを要する状態のとき、該家電機器が接続されたスマートタップ、もしくは該スマートタップのコンセントに電源を供給するためのスマートタップ内の回路自体の消費電力を削減することが必要な場合がある。

このようなときには、スマートタップ自体、もしくはスマートタップ内の家電機器が接続されてなる回路自体ができるだけ消費電力を削減することが必要となる可能性がある。そのため、接続された家電機器への供給電力が、その家電機器の待機電力以下であればスマートタップはスリープの状態となり、その状態を維持する。このスリープ状態はスマートタップの全ての機能を完全に休止させるのではなく、例えば通信手段のみをONとしておき、接続された家電機器がON状態となると共にサーバと通信させるようにしてもよい。

その後、家電機器にして供給する電力が該家電機器の待機電力以上となるときに動作を開始するウェークアップ機能を有しており、そのウェークアップ状態をライト等で表示する機能を設けてもよい。

また、タイマーを設けて任意の時間にスマートタップをONとするようにしてもよい。

ウェークアップ機能は該スマートタップ内に設けてなる電流波形計測手段からの直流波形等を検知することにより発揮させてもよい。

また、電流センサからの直流波形であるアナログ信号から疑似的な交流波形の正弦波を作成し、可変抵抗によりウェークアップ起動する電力の閾値を設定することができる。これにより、1~10W等の間での該閾値の微調整が可能となり、使用する家電機器の待機電力以上でかつ家電の動作状況を検知することで、起動を開始し、この閾値以下ではスリープ状態になる等タップ自体の消費電力を低減することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0078】

(実施例)

コンセント1個口あたりMOSFETを4つ使用した図6に示す埋め込み型コンセントを想定した装置を製作し、温度評価装置により通電時の温度を測定することによって、通信可能な埋め込み型コンセントとしての適性を評価した。

発熱温度実測方法

埋め込み型コンセントのモデルとして、まず単独1個のMOSFETに電流を投入し、MOSFET自体の発熱温度を実測した。

温度の測定は、接触式温度計であるSATO計量器 SK1250 (SENSOR K) -30 ~ 500 によって行った。 10

- ・ 使用した半導体デバイスとしてSTM社製のTAトライアック（品番BTA24-600CWRG）
- ・ MOSFET 1はInfineon社製MOSFET(IPP110N20N3G:10.7m)
- ・ MOSFET 2はSTM社製(STW77N65M5:38m)
- ・ 1つの電源プラグ差し込み口あたり、通常は交流のため、電流・電圧の正と逆方向の制御として2個のMOSFETが必要となる。

なお、投入した交流電流は7.5A（国内では並列接続構造仕様で15A）投入に相当し、海外200V使用エリアにおいて直列接続構造仕様を想定した。

各デバイスの発熱量の算出は $H(W) = (\text{電流値}) \times (\text{電流値}) \times (\text{抵抗値})$ である。

【0079】

(実施例1及び比較例)

比較例のごとく、トライアック(TA)は100mとオン抵抗が高く、TA自身の発熱が高くなるので、発熱量が23.3Wと高かった。そのために実測温度も200以上で実測不可という実用に耐えない温度にまで加熱された。

これに対し、TAに代えてMOSFET 1を使用すると、オン抵抗が10.7mと低いために、発熱量も0.6Wと明らかにTAの場合よりも低くなり、実測温度が65であるから、マイコン制御ならびに通信制御手段の寿命に悪影響を及ぼさないことが確認できた。

MOSFET 2を用いると、オン抵抗が38mであるから、MOSFET 1よりも高く、そのために発熱量も2.1Wとより高くなつた。その結果、実測温度は100を超える結果となつた。この結果はMOSFET 2を用いた結果よりも劣るものの、実際にはスマートタップに更なる並列接続構造又はプラグ装置内の放熱設計を採用することにより実施することができる。 30

【0080】

【表5】

	比較例	実施例1	
半導体デバイス	TA	MOSFET-1	MOSFET-2
投入電流値 (A)	7.5	7.5	7.5
オン抵抗 (mΩ)	100	10.7	38
発熱量 (W)	23.3	0.6	2.1
実測温度 (°C)	>200 (実測不可)	65	>100

【0081】

(実施例2)

実施例1におけるMOSFET 1を使用した。この実施例2においては、発熱量の変化がマイコン制御手段等の寿命に与える影響をみた。電源プラグの差し込み口の外側温度は85未満であることが安全性の点から求められる。またマイコン制御手段を劣化させないためにはその温度を80未満とすることが必要であり、通信手段に至っては水晶振 40

10

20

30

40

50

動子を有する関係上 70 未満とすることが求められる。

この実施例 2 の結果によれば、MOSFET 単独の発熱量は 1.0 W であることが、マイコン制御手段や通信手段を劣化から守るために必要な発熱量であることがわかる。

【0082】

【表 6】

実施例 2		
MOSFET	MOSFET-1	MOSFET-1
投入電流値 (A)	7.5	9.5
発熱量 (W)	0.6	1.0
実測温度 (°C)	65	80

10

【0083】

(実施例 3)

実施例 1 における MOSFET-2 を使用して、図 6 に示す構造の配置にて MOSFET を並列接続に実装しコンセント構造での発熱温度を実測した。

2 個の MOSFET-2 を並列構造としたものを使用した。このため、例えば 10 A を投入して MOSFET-2 が 2 個の場合、各々の MOSFET には 5 A の電流が流れることになる。

20

下記の表 7 に示す実際のコンセント構造において、MOSFET の発熱温度を実測した結果より MOSFET の発熱量が 1 W 以下であれば実測温度が 80 以下になることがわかる。さらに MOSFET の発熱量が 0.6 W 以下であれば 70 以下の発熱量に低減できることが確認できるので、特に通信手段の加熱を防止するには、MOSFET の発熱量を 0.6 W 以下とすべきことが理解できる。

【0084】

【表 7】

実施例 3			
MOSFET	MOSFET-2	MOSFET-2	MOSFET-2
投入電流値 (A)	8	9	10
MOSFET 1 個の電流量 (A)	4	4.5	5
MOSFET 1 個の発熱量 (W)	0.61	0.77	1.0
実測温度 (°C)	67	73	80

30

【0085】

このような結果によれば、実施例にて使用した MOSFET を採用した埋め込み式コンセントにおいて、MOSFET は通電する電流値が高くなるほど発熱するが、1.0 W までの発熱に低減できる MOSFET を利用することで、80 以下の発熱温度に改善でき、マイコン寿命の低減を抑制することができる。なお発熱量を 0.6 W にすると水晶発振子を備えた通信手段も 70 以上に加熱される恐れがない。

40

また、トライアックを利用すると、放熱のために、コンセントのボックス筐体の一部に金属放熱板を形成する必要があった。

しかし、MOSFET を使用することにより発熱量を減少させることができ、金属放熱板を必要としないか、あるいはコンセントボックス内の一部にのみ金属放熱板を設ける必要があるにとどまるので、コンセントボックス筐体全体を樹脂製とすることができます。そのため、通信手段をコンセント内部に設けて外部のサーバと通信をするとい

50

う効果を奏する。

なお、半導体デバイスを電力調整として使用するにあたり、特にサーバ要請による上限電力値ならびにピークカット電力値に対して、該コンセントは、半導体デバイスにより、各家庭機器の(1)電力の遮断、(2)電力量の調整が可能となる。さらには、拡張機能として赤外線リモコン機能を搭載することで、省エネ家庭機器の電力調整も可能となる。

該コンセントに装備される電力量調整として、特にピークカット電力値を超えない制御に対して、機械式リレーではON/OFFの制御は可能であるが、応答速度が遅いため、上限値を超えない補償をするには、電力量のマージンを大きく取る必要があった。

しかし、該コンセントに装備する応答速度の速い半導体デバイスを用いることで電力の上限値を超えない調整には小さなマージン設定で調整が可能となり、上限値を超えない調整が担保しやすくなつた。

【0086】

(実施例4)

図7に示す構造のスマートタップを用いた実施例を以下に示す。

MOSFET-3としてINFINIEON製IPP110N20N3G、MOSFET-4としてIR製IRFB4332PbFを用いた。いずれの場合もコンセント1個口あたり2個のMOSFETを直列して使用した。

【0087】

実施例4		
MOSFET	MOSFET-3	MOSFET-4
オン抵抗 ($m\Omega$)	11	29
MOSFET 1個の電流量 (A)	15	15
熱量 (W)	2.475	6.525
マイコン周辺温度 (°C)	<80	<80
無線通信手段周辺温度 (°C)	<80	<80

【0088】

このような実施例4によれば、コンセント1個口あたり2個のMOSFETを使用した場合で、電流15(A)を投入した場合、それぞれのMOSFETの発熱量が2.475W及び6.525Wと高い場合であっても、MOSFETを基板の長辺等の辺側に設け、金属製等の熱伝導性に優れた筐体を採用し、かつMOSFETと該筐体との間に絶縁性放熱シートを介することにより、該筐体に向けて放熱させることにより、マイコン及び通信手段の温度を定常的に80以下にさせることができる。

これにより実施例1～3の装置よりもMOSFETの使用個数を削減し、かつスマートタップからの放熱を筐体に誘導することができ、さらにスマートタップの樹脂等の無線を通過させることができる部材による前面の内側に通信手段を設けることで、室内に向けて通信を行うことができた。

【0089】

(EoD制御システムの有効性に関する実施例)

本発明のEoD制御システムが実際の生活を通じてQoL(生活の質)を損なわずに大幅な節電を実現できることを実証する。

3名の被験者A、B、Cが同じスマートマンションルームでQoLの実証実験を行った。

上記生活実験で使用した使用家電として、以下に示すスマート家電と従来家電を用いた。

10

20

30

40

50

- ・スマート家電（ネットワークによる電力制御）
照明（リビング・寝室）・テレビ・エアコン・電子レンジ・洗濯機・加湿器・ヒーター・炊飯器
- ・従来家電（スマートタップによる電力制御）
照明（玄関・台所・洗面所・トイレ・風呂場）・電磁調理器（IH）・冷蔵庫・湯沸かしポット・温水洗浄便座

（実験内容）

- ・節電をせずに通常の生活を行い、標準消費電力パターンを学習
- ・1日当たりの積算電力量を標準と比べ、10%、30%を削減した生活をそれぞれ行った。
- ・得られたデータを数値的に分析し、削減した生活がQOLに与える影響の評価を行った。

【0090】

図9は、通常利用時の消費電力のパターンと、優先度装置により10%削減した電力使用計画と実験計画の瞬時電力のパターンを示す図である。

図10は、通常利用時の消費電力のパターンと、優先度装置により30%削減した電力使用計画と実験計画の瞬時電力のパターンを示す図である。

従来の消費電力のパターンと10%、30%削減の瞬時電力のパターンがほぼ類似していること、そして、従来の消費電力のパターンの上限値を超えることがないことを示している。

図11は、通常利用時の積算電力量と、優先度装置により10%削減した電力使用計画と実験計画の積算電力量を示す図である。

図12は、通常利用時の積算電力量と、優先度装置により30%削減した電力使用計画と実験計画の積算電力量を示す図である。

10%及び30%の削減共に、通常利用時、初期目標値、そして、実使用電力の積算電力量の順に消費量がほぼ低い値を示しており、また、従来の積算電力量の上限値を超えることがないことを示している。

この図9～12が示す値は、日常生活の生活パターンを変更しなくても消費電力及び積算電力が削減されていることを表している。

そこで、3名の被験者から生活の体験談を聴取して、EOD制御システムを設置したスマートマンションルームで何か問題点が生じているかを調べてみた。

【0091】

（3名の被験者の生活の体験談）

・被験者A、B、C
全体として電力削減率にかかわらず、特に不自由を感じることなく生活できた。

・被験者A
電力削減生活をしている感じるのは、照明やテレビが暗く点灯した時だけであり、いずれも慣れにより気にならなかった。

・被験者B
湯沸かしポットが沸くのが遅かった時だけであり、いずれも慣れにより気にならなかつた。

・被験者C
調理を行う際のピーク時においては、他の家電の電力を削減して調理を行った。

3名の被験者の生活の体験談から、10%、30%の電力削減率にかかわらず、特に不自由を感じることなく生活できることが判明した。

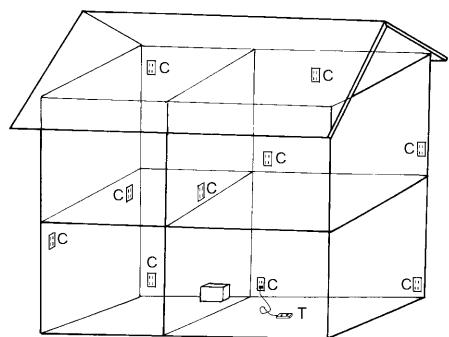
10

20

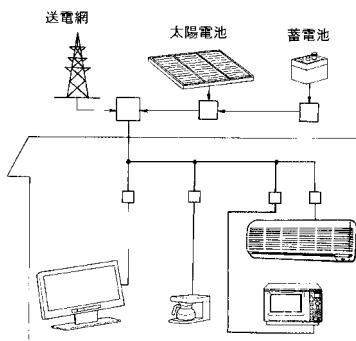
30

40

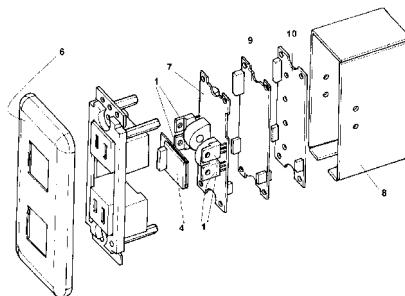
【図2】



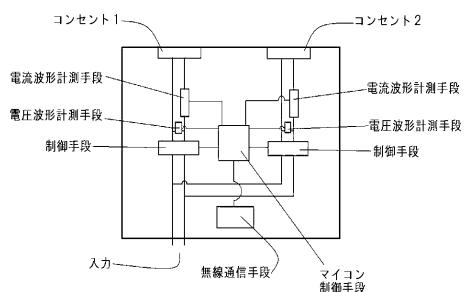
【図5】



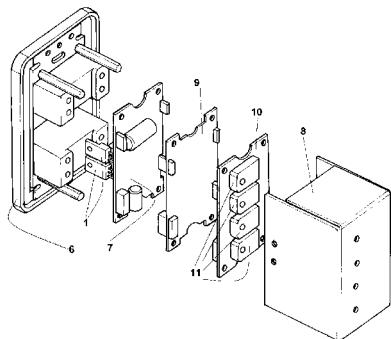
【図7】



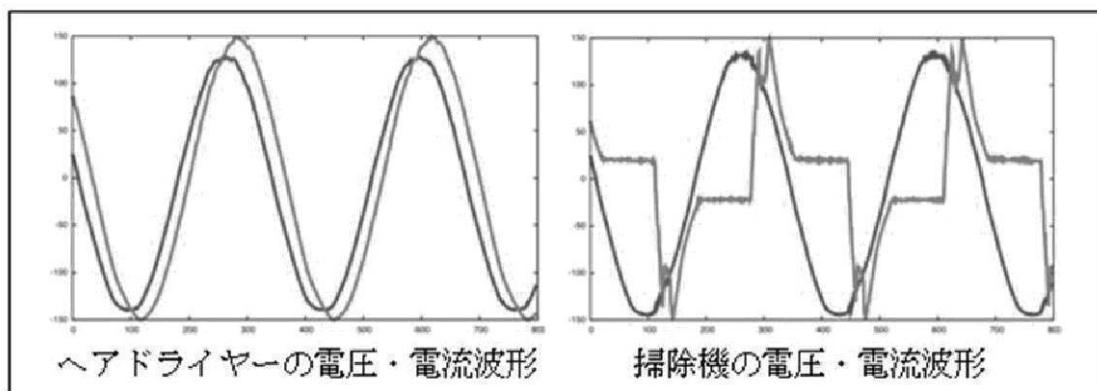
【図4】



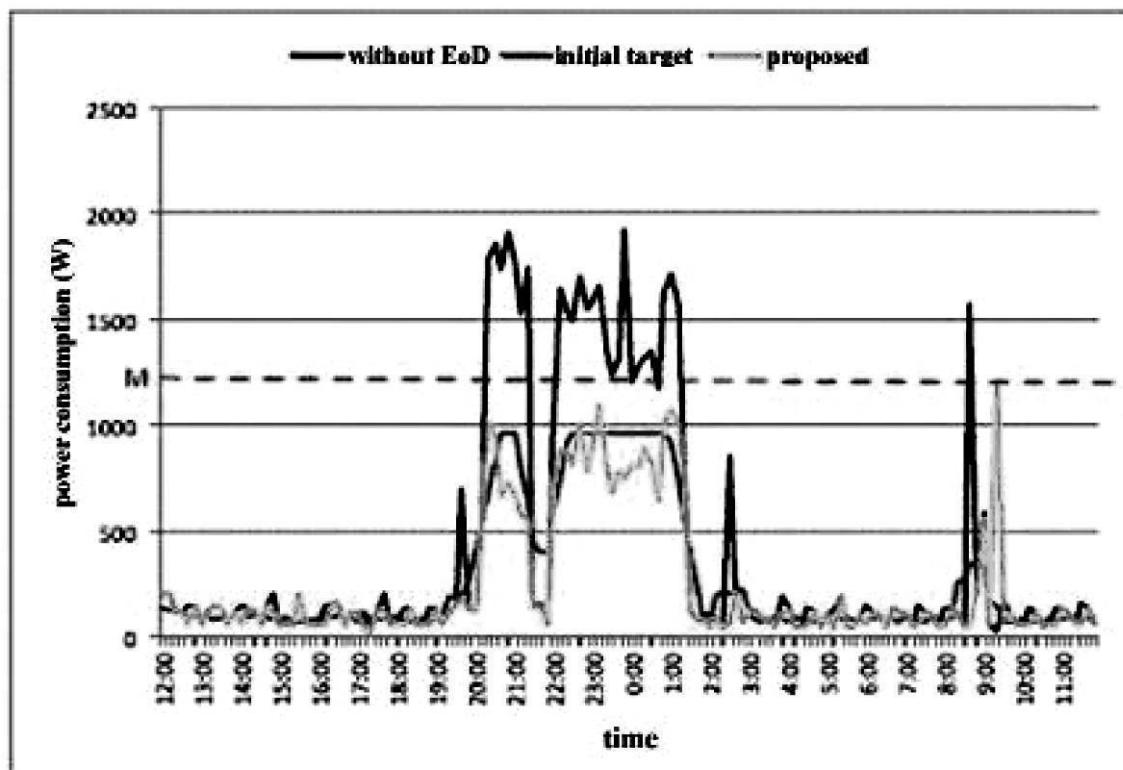
【図8】



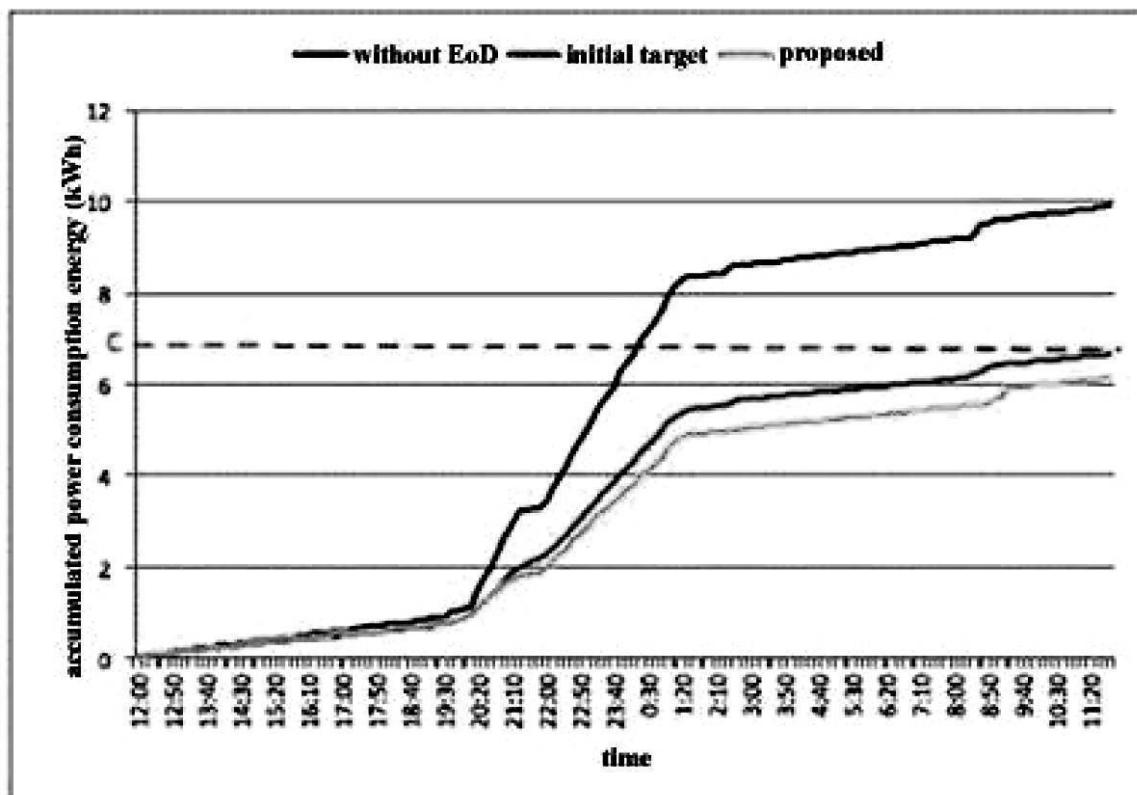
【図1】



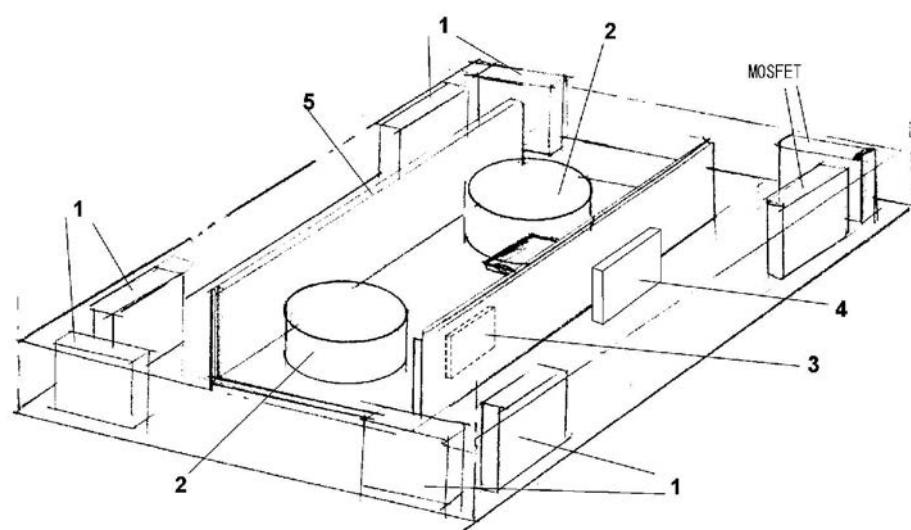
【図3 a】



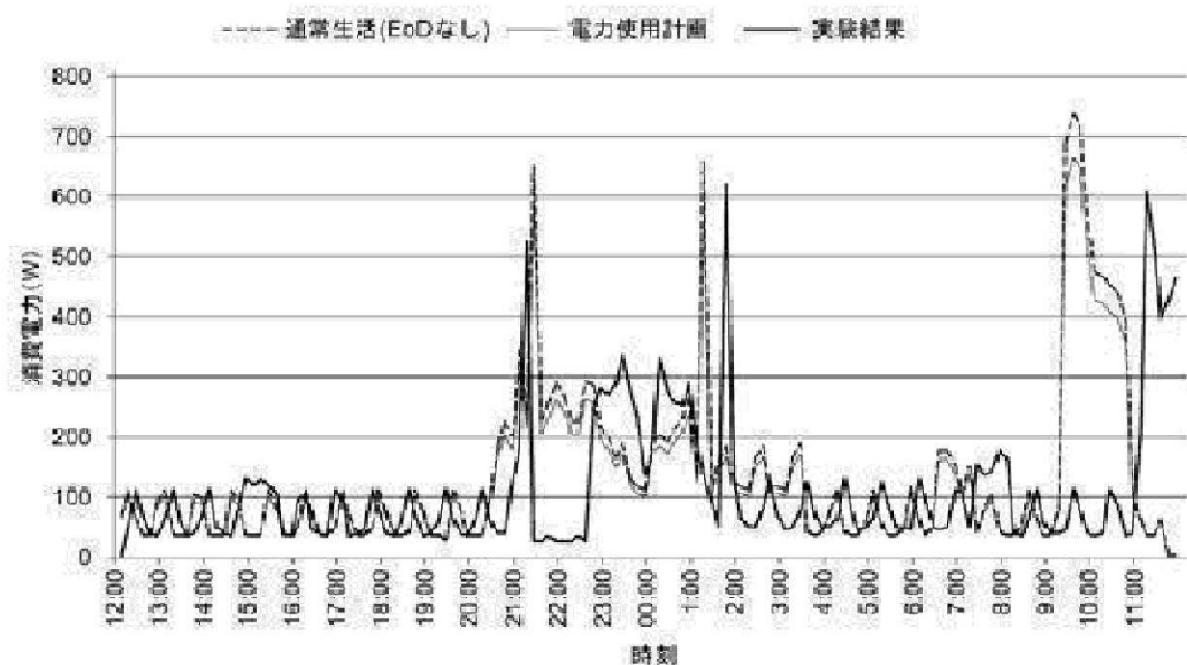
【図 3 b】



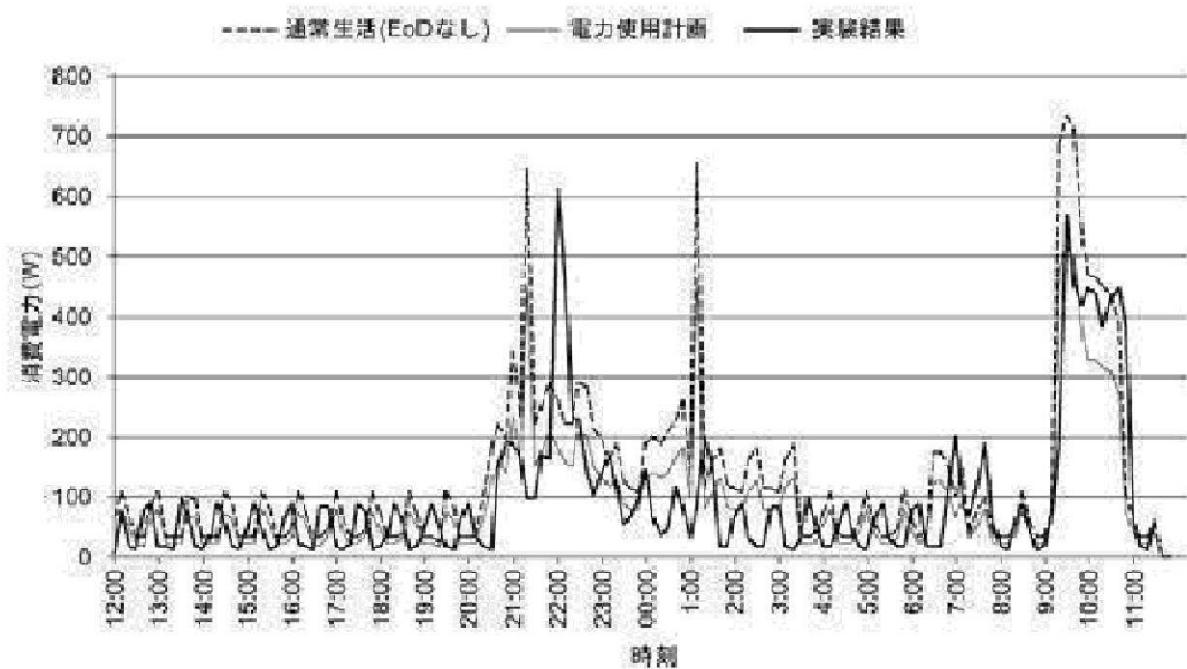
【図 6】



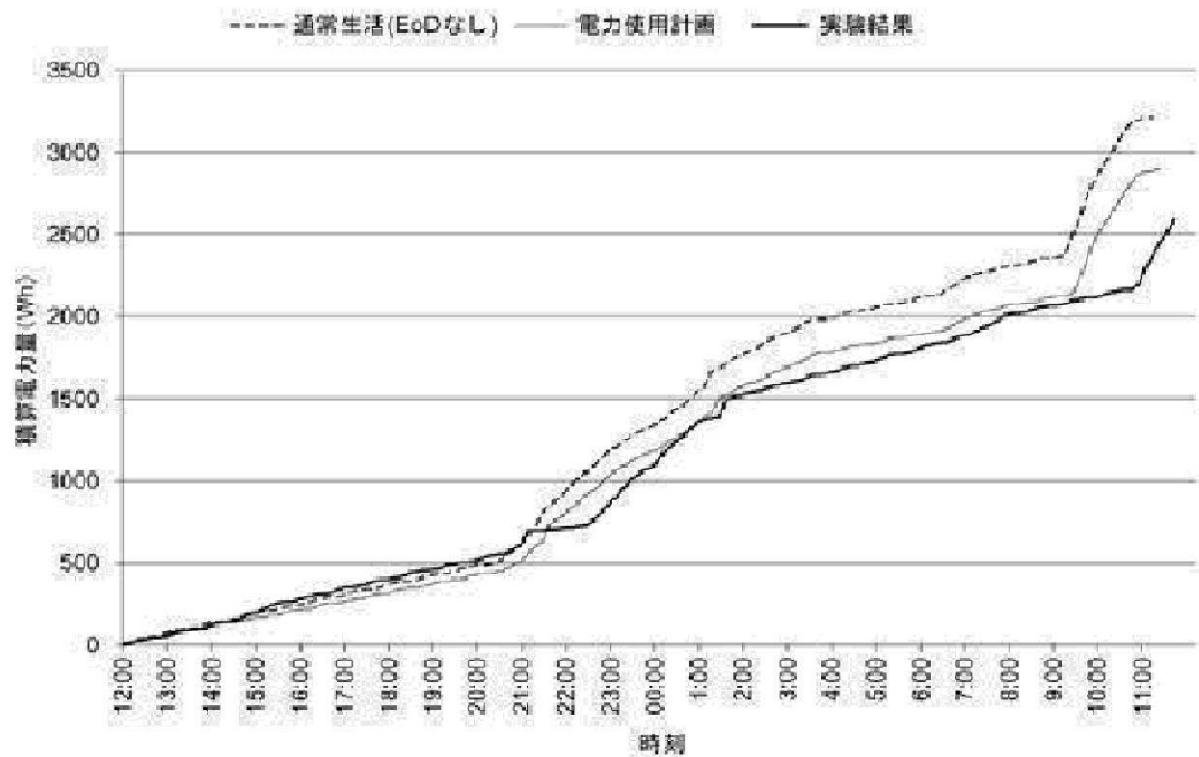
【図9】



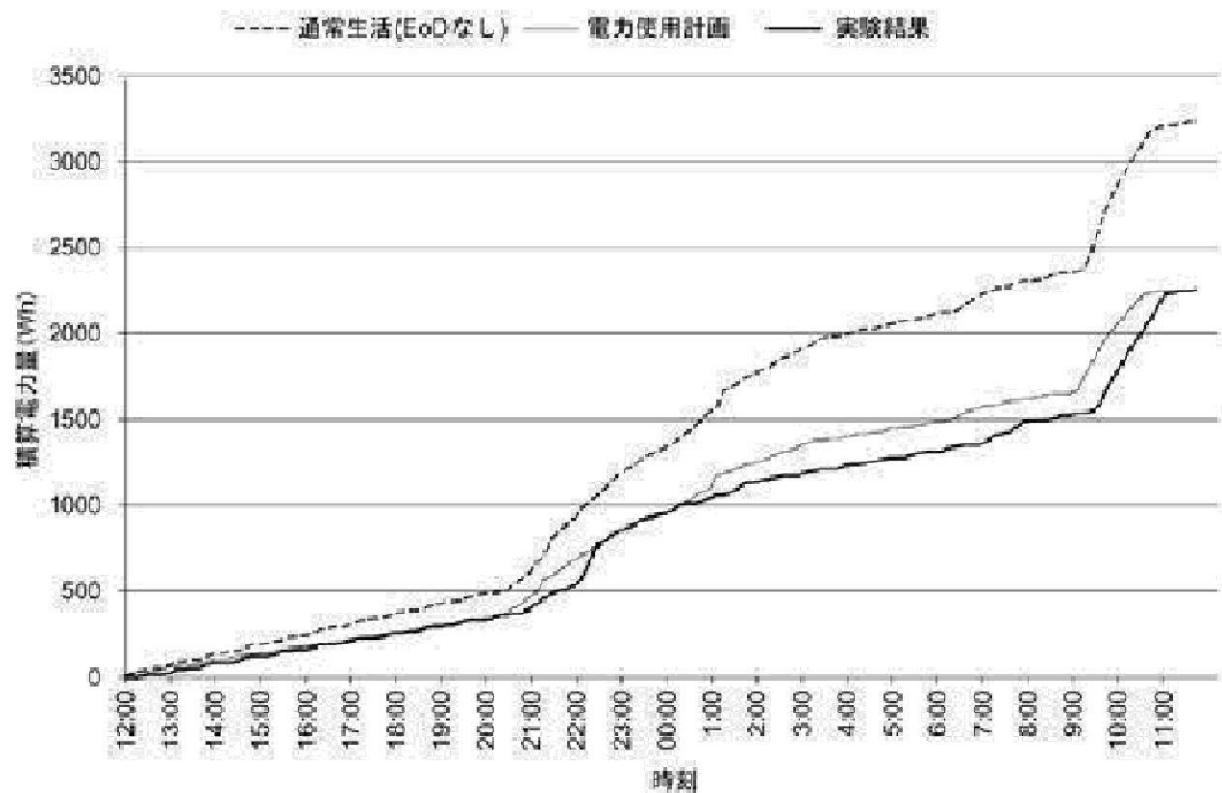
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 01 R 11/00	(2006.01)	H 02 J 13/00 3 1 1 T
G 01 R 21/00	(2006.01)	H 02 J 13/00 3 0 1 A
G 01 R 22/00	(2006.01)	H 02 J 3/38 1 3 0
		H 02 J 3/38 1 6 0
		H 02 J 3/38 1 7 0
		H 02 J 3/38 1 1 0
		H 02 J 3/38 1 2 0
		G 01 R 11/00 E
		G 01 R 21/00 L
		G 01 R 22/00 1 1 0 L

(72)発明者 加藤 丈和

京都府京都市左京区吉田本町 京都大学内

F ターム(参考) 5E021 FA03 FA16 FB21 FC40 MA31 MB06 MB20
5E087 EE10 HH01 MM09 QQ03 RR49
5G064 AA01 AA09 AC06 AC09 CB08 CB12 CB16 CB21 DA07
5G066 HA17 HB02 HB05 HB06 HB07 HB09 JA07 JB03 KA01 KA11
KC01 KC02 KD01 LA02