(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/181693 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 21/00 (2006.01) *G01R 35/00* (2006.01)
G01R 11/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056869

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 4 日(04.03.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-099285 2015 年 5 月 14 日(14.05.2015) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 佐藤　雅思(SATO, Masashi); 〒4910201 愛知県一宮市奥町字野越４６番地　オムロンアミューズメント株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 村上　尚(MURAKAMI, Takashi); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号　大和南森町ビル４Ｆ Osaka (JP).

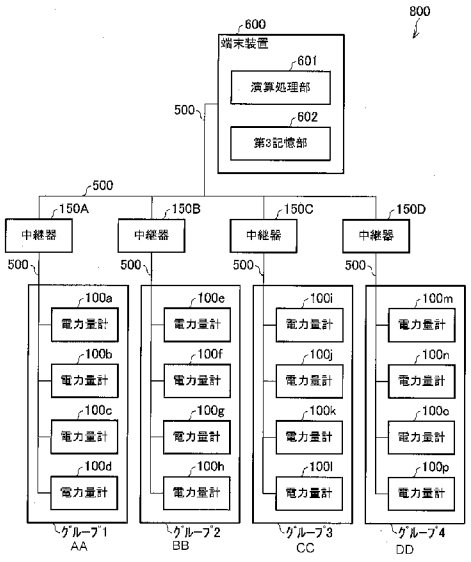
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ELECTRIC ENERGY CALCULATION SYSTEM

(54) 発明の名称 : 電力量演算システム



100a, 100b, 100c, 100d, 100e, 100f, 100g, 100h, 100i, 100j, 100k, 100l, 100m, 100n, 100o, 100p Electric energy meter
150A, 150B, 150C, 150D Relay device
600 Terminal device
601 Calculation unit
602 Third storage unit
AA Group 1
BB Group 2
CC Group 3
DD Group 4

(57) **Abstract**: When, from among group 1, which comprises electric energy meters (100a-100d), an electric energy meter upon which unauthorized action has not been performed is made to be a normal electric energy meter and an electric energy meter upon which unauthorized action has been performed is made to be an unauthorized electric energy meter, a calculation unit (601) determines the total electric energy usage of group 1 by using the electric energy usage of the normal electric energy meter to correct the electric energy usage of the unauthorized electric energy meter upon which unauthorized action has been performed.

(57) 要約: 電力量計（１００ａ～１００ｄ）からなるグループ１のうち、不正行為が行われてない電力量計を正常電力量計とし、不正行為が行われている電力量計を不正電力量計とすると、演算処理部（６０１）は、正常電力量計の使用電力量を用いて不正行為が行われた不正電力量計の使用電力量を補正してグループ１の使用電力量の総和を求める。

WO 2016/181693 A1

明　細　書

発明の名称 ： 電力量演算システム

技術分野

[0001] 本発明は、電力会社によって電力が供給される配電地域に設置されている各電力量計を利用して前記配電地域における使用電力量の統計値（例えば総和）を演算する電力量演算システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に示されるように、電力量計に不正行為を施すことによって盗電（電力を盗む）を行う不正者が従来から存在する。

[0003] 特に、スマートメータ（デジタル方式の電力量計）について、破壊・改造行為を伴う盗電（例えば扉を壊して不正なバイパス配線の形成を行う等）ではなく、破壊・改造行為を伴わない盗電が問題視されている。破壊・改造行為を伴わない盗電は、外観上盗電の形跡が残らないため、常時行うのではなく一時的または間欠的に行うようにすれば、露見しないことが多いためである。以下、破壊・改造行為を伴わない盗電の一例を説明する。

[0004] スマートメータは、デジタル方式で使用電力量を計測して出力（表示または送信）する装置であり、少なくとも、電流センサ、表示部、プロセッサを備えている。スマートメータでは、プロセッサが、供給対象へ供給される電力量（使用電力量）を電流センサの出力に基づいて計測し、表示部を制御することによって当該使用電力量を表示（出力）するようになっている。

[0005] ここで、スマートメータの近傍にて強力な磁気を発生させると、当該磁気が発生している間、磁気の影響で電流センサの機能が低下し、電流センサが電流量を出力しなくなり、プロセッサが使用電力量を計測できなくなることがある（但し、磁気の発生を止めると、電流センサは正常状態に戻って電流量を出力するようになり、プロセッサが使用電力量を計測可能になる）。

[0006] それゆえ、不正者は、スマートメータの近傍において磁気発生器にて一時的に磁気を発生させることで一時的に電力量計測を停止させるという盗電を

行うことがある。このような磁気発生行為による盗電は、破壊・改造行為を伴わないため、常時行うのではなく一時的または間欠的に行うようにすれば、露見しないことが多い。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００２－２５７８６２号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] これに対し、破壊・改造行為を伴わない不正行為を検出するためのセンサを電力量計（スマートメータ）に取り付ければ、不正行為が行われたエビデンスを収集できる。例えば、磁気を検出する磁気センサを電力量計に取り付け、磁気センサのセンサ値に対して閾値処理を行えば磁気による不正行為の有無を判定でき、判定結果のログは前記のエビデンスとなり得る。

[0009] ところで、電力量計を管理する電力会社は、発電所の発電量を適正（発電量≒使用電力量）に調整するために、配電地域の各電力量計から収集した使用電力量の合計（総和）から適正発電量を定めている。

[0010] ここで、盗電行為が頻繁に行われるような国では、前記の使用電力量の合計は盗電行為によって実際値よりも大幅に少ない値になる。それゆえ、盗電行為を考慮せずに前記の使用電力量の合計に基づいて定めた適正発電量の発電を行うだけでは、配電地域において供給電力量不足が生じて停電が生じることがある。

[0011] そこで、このような国の電力会社では、前記適正発電量（前記の使用電力量の合計に基づいて定められる発電量）よりも余分に発電を行うことによって停電を抑制している。しかし、余分に発電させる量（余分発電量）をどの程度に設定するべきか不明であることから、停電を抑制するためには余分発電量を過剰に設定しなければならず、エネルギーロスが生じるという問題がある。

[0012] 本発明は、以上の問題に鑑みてなされたものであり、電力会社の発電におけるエネルギーロスを低減することの可能な電力量演算システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 前記目的を達成するために、本発明は、複数の電力量計からなるグループと、前記グループに属する各電力量計において計測される使用電力量の統計値を求める端末装置とを含む電力量演算システムであって、前記電力量計は、前記使用電力量を計測する電力量計側部と、不正行為の検出に用いられるセンサ値を出力するセンサとを備え、前記不正行為が検出された電力量計を不正電力量計とし、前記不正行為が検出されなかった電力量計を正常電力量計とすると、前記端末装置は、前記正常電力量計の使用電力量を用いて前記不正電力量計の使用電力量を補正して前記統計値を求める演算処理部を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明は、停電を抑制するための余分発電量を従来よりも抑えることが可能になり、電力会社の発電のエネルギーロスを低減できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態に係る電力量計の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図１に示したセキュリティセンサの概略構成を示すブロック図である。

[図3]図１に示したセキュリティセンサの外観を示す図である。

[図4]図１に示した電力量計の処理の流れを示すフローチャートである。

[図5]本実施形態の電力量演算システムの概略構成を示す図である。

[図6]盗電が無い場合の計測値の総和と実際の使用量の総和と、盗電が有る場合の計測値の総和と実際の使用量の総和とを示した図である。

[図7]図５に示す一つグループにおける使用電力量Ａの総和を求める処理の流れを示したフローチャートである。

[図8]図５に示した第３記憶部に記憶されており、使用電力量Ａの総和（SumEN,SumTemp）を蓄積したテーブルを模式的に示した図である。

[図9]不正者が不正行為によって電力量計を異常状態にする期間を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0016] 〔盗電行為の態様〕

本実施形態の電力量計、および、当該電力量計を備えた電力量演算システムを説明する前に、前提事項となる盗電行為の態様について説明する。

[0017] 本実施形態の電力量計は、所謂スマートメータであり、主な盗電態様としては、（１）磁気放出によって電力量計の電流センサの機能を低下させる盗電と、（２）電波放出または静電気放電（ＥＳＤ）によってプロセッサをハングアップさせる盗電とがある。

[0018] 磁気放出による盗電は、背景技術にて説明した通りである。すなわち、電力量計では、プロセッサが電流センサのセンサ値を用いて使用電力量を計測するようになっているが、不正者は、電力量計の近傍にて強力な磁気を発生させることにより、電流センサの機能を低下させて電流量を出力できなくすることで、使用電力量の計測をできなくして盗電を行う（ただし、磁気の発生を止めると、電流センサは正常状態に戻って電流量を出力するようになり、プロセッサが使用電力量を計測可能になる）。

[0019] 電波放出または静電気放電による盗電は、以下の通りである。電力量計のプロセッサは、電流センサに基づいて使用電力量を計測する他、表示部を制御することによって当該使用電力量を表示（出力）するようになっている。それゆえ、当該プロセッサは、表示部との間で信号の送受信を行うようになっている。ここで、電力量計において、表示部は、外部から視認可能にする必要があるため、電磁シールドで保護されていない。それゆえ、電力量計のプロセッサ自体は、電磁シールドで保護されているものの、表面積が広く且つ電磁シールドで保護されていない表示部との間で信号の送受信を行う関係上、電波放出または静電気放電（ＥＳＤ）に対する耐性が低い。そこで、不

正者は、一時的に電波放出または静電気放電を起こして電力量計のプロセッサを一時的にハングアップさせる。つまり、スマートメータのプロセッサがハングアップされている間、電力供給が行われても使用電力量が計測されないため、盗電が可能になるのである（電波放出または静電気放電の発生を止めると、プロセッサは正常状態に戻って使用電力量を計測可能になる）。

[0020] 盗電行為の態様としては以上のようなものが挙げられるが、以上の盗電行為を常時行い続けると盗電行為が露見してしまう。この理由は以下の通りである。電力量計は、通信網を介して電力会社の端末装置と接続されており、周期的に（例えば１５分間ごとに）、使用電力量を示すデータを端末装置に送信するようになっている。

[0021] それゆえ、少なくとも送信周期の長さを超える長期間において連続して磁気を発生させて盗電を行うと、送信されるデータに示される使用電力量が常にゼロになってしまい、すぐに盗電が露見してしまう。

[0022] また、少なくとも送信周期の長さを超える長期間において電波放出（または静電気放電）によってプロセッサをハングアップさせ続けると、そもそも通信処理を制御するプロセッサ自体が通信処理を制御できなくなるため、使用電力量を示すデータの送信タイミングになっても当該データが電力会社の端末装置へ送信されず、すぐに盗電が露見してしまう。

[0023] そこで、通常、不正者は、電力量計を常に異常状態（電流センサの機能低下、または、プロセッサのハングアップ）にするのではなく、図９に示すように、使用電力量を示すデータの送信タイミングと次の送信タイミングとの間の期間うち、両送信タイミングから間隔をもった一部期間のみ異常状態にし、他の期間では電力量計を正常に作動させるようになっている。具体的には、不正者は以下のようにして盗電を行う。

[0024] 不正者は、盗電に使用する磁気発生装置、電波発生装置、または、静電気放電装置を、盗電対象となる電力量計の近傍に設置する。

[0025] 磁気発生装置は、アンテナと、プロセッサと、プロセッサに制御されることにより磁気を発生する磁気発生部（例えば電磁石）とを備える。アンテナ

は、電力量計が通信網を介した送信処理を行う場合に当該送信処理によって発生する電波を検出する（通信網が無線通信網の場合は無線通信により発生する電波を検出するが、通信網が有線（例えばＰＬＣ）の場合は当該有線からの漏洩電波を検出する）。プロセッサは、当該アンテナの検出結果を参照して周期的に行われている送信処理（電力量を示すデータの送信）の送信周期を判断する。そして、プロセッサは、当該送信周期に基づき、使用電力量を示すデータの送信タイミングと次の送信タイミングとの間の期間うち、両送信タイミングから間隔をもった一部期間のみ磁気発生部に磁気を発生させ、他の期間では磁気発生部に磁気の発生を停止させる。これにより、図９に示す異常状態の期間は磁気によって電流センサの機能が低下して電力量の計測を不能にする一方、正常状態の期間は磁気を発生させないため電力量が計測されることになる。それゆえ、送信処理にて送信されるデータの使用電力量はゼロになり難く、盗電が露見され難い。

[0026] 電波発生装置は、アンテナと、プロセッサと、プロセッサに制御されることにより電波を発生する電波発生部とを備える。電波発生装置のアンテナは、磁気発生装置のアンテナと同じ機能を有するものである。電波発生装置のプロセッサは、磁気発生装置のプロセッサと同様に送信周期を判断する。そして、電波発生装置のプロセッサは、当該送信周期に基づき、使用電力量を示すデータの送信タイミングと次の送信タイミングとの間の期間うち、両送信タイミングから間隔をもった一部期間のみ電波発生部に電波を発生させ、他の期間では電波発生部に電波の発生を停止させる。これにより、図９に示す異常状態の期間は電波によって電力量計のプロセッサをハングアップさせて電力量の計測を不能にする一方、正常状態の期間は電波を発生させないため電力量が計測されることになる。また、送信タイミングは正常状態の期間に含まれる。それゆえ、送信処理にて送信されるデータの使用電力量はゼロになり難く、且つ、周期的な送信処理も正常に行われるため、盗電が露見され難い。

[0027] 静電気放電装置は、アンテナと、プロセッサと、プロセッサに制御される

ことにより静電気を放電する静電気放電部とを備える。静電気放電装置のアンテナは、磁気発生装置のアンテナと同じ機能を有するものである。静電気放電装置のプロセッサは、磁気発生装置のプロセッサと同様に送信周期を判断する。そして、静電気放電装置のプロセッサは、当該送信周期に基づき、使用電力量を示すデータの送信タイミングと次の送信タイミングとの間の期間うち、両送信タイミングから間隔をもった一部期間のみ静電気放電部に静電気を発生させ、他の期間では静電気放電部に静電気の放電を停止させる。これにより、図９に示す異常状態の期間は静電気放電によって電力量計のプロセッサをハングアップさせて電力量の計測を不能にする一方、正常状態の期間は静電気放電を中止するため電力量が計測されることになる。また、送信タイミングは正常状態の期間に含まれる。それゆえ、送信処理にて送信されるデータの使用電力量はゼロになり難く、且つ、周期的な送信処理も正常に行われるため、盗電が露見され難い。

[0028] 不正者は、以上のような磁気発生装置、電波発生装置、または、静電気放電装置を使用することにより、実際の使用量よりも少ない使用電力量（但しゼロでない）が示されるデータを電力量計から電力会社へ周期的に送信させることができ、盗電を行いつつも、盗電の露見を抑制しているのである。

[0029] これに対し、本発明の一実施形態の電力量計では、以上のような磁気発生装置、電波発生装置、または、静電気放電装置を使用する不正行為（盗電のための不正行為）を検出し、盗電のための不正行為が行われた事を示す不正ログを電力会社の端末装置へ送信する機能を備えている。以下、本実施形態の電力量計を説明する。

[0030] 〔電力量計の全体構成〕

電力量計１００は、図１に示すように、三相交流方式の送電線Ｐ１～Ｐ３を介して計測対象（例えば家屋等）へ供給される電力の電力量をデジタル方式によって計測するスマートメータである。

[0031] 電力量計１００は、同図に示されるように、電流センサＣＴ１・ＣＴ３と、分圧回路１０２と、電源回路１０３と、表示部１０４と、外部通信部１０

５と、ＲＴＣ１０６と、第１記憶部１０７と、第１制御装置１０８と、セキュリティセンサ１０９とを備えている。

[0032] 電流センサＣＴ１は、送電線Ｐ１の電流値ＩＰ１を検出するセンサであり、電流センサＣＴ３は、送電線Ｐ３の電流値ＩＰ３を検出するセンサである。分圧回路１０２は、送電線Ｐ１の電圧値ＶＰ１と、送電線のＰ３の電圧値ＶＰ３とを検出するセンサである。電源回路１０３は、電力量計１００が備える各ハードウェアに対して電力を供給する電源である。

[0033] 表示部１０４は、第１制御装置１０８と電気的に直接接続されており、第１制御装置１０８に制御されることによって使用電力量を表示出力する表示装置である。表示部１０４としては例えば液晶表示装置が用いられる。なお、表示部１０４は、電力量計１００の外部から視認可能なように電力量計１００に取り付けられている。これは、表示部１０４に表示される内容を電力使用者に視認させるためである。

[0034] 外部通信部１０５は、図５に示される通信網５００を介して電力会社の端末装置６００との間で通信を行うための通信ポートである。なお、通信網５００は、無線通信網（例えば無線ＬＡＮ）であってもよいし、有線通信網（例えばＰＬＣ（電力線搬送））であってもよい。

[0035] 第１記憶部１０７は、情報の保存を行う記憶領域であり、本実施形態ではＥＥＰＲＯＭ（登録商標；Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）が用いられる。なお、第１記憶部１０７に対する情報の読み書きは、第１制御装置１０８によって実行される。

[0036] 第１制御装置１０８は、電力量計１００の各ハードウェアを制御する制御回路基板であり、具体的にはプログラムによって処理を実行するプロセッサ（例えばＣＰＵ（Central Processing Unit））が用いられる。

[0037] 第１制御装置１０８は、図１に示すように、電力量計側部１１１、表示制御部１１２、不正ログ取得部１１３、および外部通信制御部１１４を備えている。なお、第１制御装置１０８はハードウェアであるが、第１制御装置１０８に含まれる各ブロック１１１～１１４は、第１制御装置１０８が実行す

るソフトウェアの機能を示す機能ブロックである。

[0038] 電力量計側部１１１は、電流センサＣＴ１、ＣＴ３、および分圧回路１０２の検出値を用いて、送電線Ｐ１～Ｐ３を介して電力供給対象へ供給される電力の電力量（電力供給対象の使用電力量）を演算（計測）する処理を行うブロックである。

[0039] 具体的には、電力量計側部１１１は、電流値ＩＰ１と電圧値ＶＰ１とを乗じて送電線Ｐ１の瞬時電力値を求め、電流値ＩＰ３と電圧値ＶＰ３とを乗じて送電線Ｐ３の瞬時電力値を求め、送電線Ｐ１の瞬時電力値と送電線Ｐ３の瞬時電力値との和を時間積分することによって、第１所定時間（例えば数秒）の使用電力量（使用電力量Ｂと称す）を求めている。

[0040] また、電力量計側部１１１は、第１所定時間よりも長い第２所定時間（本実施形態では１５分）が経つ度に、第２所定時間の使用電力量（使用電力量Ａと称す）を求め、当該使用電力量Ａを第１記憶部１０７に保存する。具体的には、使用電力量Ａを示すデータの前回の保存時から第２所定時間が経つと、電力量計側部１１１は、現時点と現時点から第２所定時間遡った時点との間に求められた使用電力量Ｂの積算値を使用電力量Ａとして求め、求めた使用電力量Ａを第１記憶部１０７に保存する。

[0041] また、電力量計側部１１１は、日毎の使用電力量や月毎の使用電力量を求めて第１記憶部１０７に保存するようになっていてもよい。

[0042] 表示制御部１１２は、表示部１０４を制御するブロックである。表示制御部１１２は、電力量計側部１１１が使用電力量Ｂを求める度に当該使用電力量Ｂを電力量計側部１１１から取得し、当該使用電力量Ｂを表示部１０４に表示させる。

[0043] なお、表示制御部１１２は、外部から入力されるコマンド（オペレータのコマンド）に応じて、第１記憶部１０７に保存されている、使用電力量Ａ（１５分間の使用電力量）、日毎の電力量、月毎の電力量のいずれかを表示部１０４に表示させるようになっていてもよい。

[0044] 不正ログ取得部１１３は、セキュリティセンサ１０９が生成する不正ログ

（後に詳述する）をセキュリティセンサ１０９から取得し、この不正ログを第１記憶部１０７に保存する処理を行う。具体的には、不正ログ取得部１１３は、電力量計側部１１１によって使用電力量Ａの演算処理が行われると、不正行為時刻が使用電力量Ａに対応する電力使用期間内（本実施形態では使用電力量Ａの算出時刻と当該算出時刻から第２所定時間遡った時点との間）になっている不正ログの要求コマンドをセキュリティセンサ１０９に送信する。ここで、セキュリティセンサ１０９は、不正行為時刻が前記電力使用期間内（所定計測期間内）になっている不正ログがあれば当該不正ログを不正ログ取得部１１３に送信し、不正ログ取得部１１３は、セキュリティセンサ１０９から送られてくる不正ログを第１記憶部１０７に保存する。

[0045] 外部通信制御部（通信処理部）１１４は、電力量計側部１１１に使用電力量Ａが求められる度に、外部通信部１０５を制御して、使用電力量Ａを示す電力量情報を、電力会社の端末装置６００（図５参照）へ送信する処理を行う。

[0046] また、外部通信制御部１１４は、不正行為時刻が送信対象となる使用電力量Ａに対応する電力使用期間内になっている不正ログが不正ログ取得部１１３に取得されて第１記憶部１０７に保存されている場合、使用電力量Ａと当該不正ログとを示す電力量情報を、電力会社の端末装置６００に送信するようになっている。

[0047] ＲＴＣ１０６は、年月日および時分秒を含めた現在時刻を示す時刻情報を出力するリアルタイムクロックである。なお、ＲＴＣ１０６は、バックアップ電池（不図示）が接続されているため、停電等によって停止せず、常に正確な時刻情報を出力する。第１制御装置１０８は、ＲＴＣ１０６の時刻情報に基づいて現在時刻を認識するようになっている。また、後述するセキュリティセンサ１０９の第２制御装置２０７（図２参照）は、セキュリティセンサ１０９の起動時に、ＲＴＣ１０６の時刻情報を第１制御装置１０８から取得し、取得した現在時刻を不図示のタイマに設定し、このタイマに基づいて現在時刻を認識するようになっている。

[0048] つぎに、セキュリティセンサ１０９について説明する。図２は、図１に示されるセキュリティセンサ１０９が備える各ハードウェアを示すブロック図である。図３は、セキュリティセンサ１０９の外観図である。図３の（ａ）は、セキュリティセンサ１０９の正面を示す斜視図である。図３の（ｂ）は、セキュリティセンサ１０９の裏面を示す斜視図である。図３の（ｃ）は、セキュリティセンサ１０９の上面図である。図３の（ｄ）は、セキュリティセンサ１０９の正面図である。図３の（ｅ）は、セキュリティセンサ１０９の側面図である。図３の（ｆ）は、セキュリティセンサ１０９の裏面図である。図３の（ｇ）は、セキュリティセンサ１０９の下面図である。

[0049] セキュリティセンサ１０９は、電力量計１００に対する不正行為（盗電のための不正行為）を検出するための検出装置であり、電力量計１００の内部に取り付けられる。なお、セキュリティセンサ１０９は、電力量計１００に対して着脱可能である。

[0050] セキュリティセンサ１０９は、図２に示すように、電波センサ２０１、静電気センサ（センサ）２０２、磁気センサ２０３、第２記憶部２０６、および、第２制御装置２０７を備えている。なお、セキュリティセンサ１０９は、図３（ａ）に示す樹脂製のパッケージ（筐体）１０９ａを有し、パッケージ１０９ａが図２に示される各部材２０１～２０３、２０６、および２０７を収容している。

[0051] 電波センサ（センサ）２０１は、電子機器に対する電波障害（ＥＭＩ）の要因となる周波数帯域の電波の量に相関するセンサ値ＡＤ１を出力するセンサである。具体的には、使用電力量を計測するプロセッサ（本実施形態では第１制御装置１０８）をハングアップさせるための電波放出が行われると、電波センサ２０１から出力されるセンサ値ＡＤ１が高くなる。なお、電波放出によって第１制御装置１０８がハングアップすると、第１制御装置１０８は使用電力量を計測できず、盗電が生じることになる。

[0052] 静電気センサ（ESD Surge sensor）２０２は、電力量計１００において電荷のサージ現象が生じた場合の電荷の増加量に相当するセンサ値ＡＤ２を出

力するセンサである。具体的には、電力量を計測するプロセッサ（本実施形態では第１制御装置１０８）をハングアップさせるための静電気放電が行われると、電力量計１００にて電荷のサージ現象が生じ、センサ値ＡＤ２が高くなる。なお、静電気放電によって第１制御装置１０８がハングアップすると、第１制御装置１０８は電力量を計測できず、盗電が生じることになる。

[0053] 磁気センサ（センサ）２０３は、磁場の大きさに相関するセンサ値ＡＤ３を出力するセンサである。具体的には、電流センサＣＴ１・ＣＴ３の機能低下を目的として電力量計１００に磁気が放たれると、磁気センサ２０３から出力されるセンサ値ＡＤ３は高くなる。なお、電流センサＣＴ１・ＣＴ３が機能低下すると、電流量が正常に出力されないため、電力量計側部１１１は電力量を計測できず、盗電が生じることになる。

[0054] 第２記憶部２０６は、情報の保存を行う記憶領域であり、本実施形態ではフラッシュメモリが用いられる。第２記憶部２０６に対する情報の読み書きは、第２制御装置２０７によって実行される。

[0055] 第２制御装置２０７は、第１制御装置１０８とは別体の制御回路基板であり、セキュリティセンサ１０９の各ハードウェアを制御するプロセッサ（例えばＣＰＵ）である。第２制御装置２０７は、各センサ２０１～２０３のセンサ値を受信し、当該センサ値に対して閾値処理を行うことにより、盗電のための不正行為が生じた事が示されている不正ログを生成して第２記憶部２０６に保存する。また、第２制御装置２０７は、不正行為時刻が使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に属している不正ログの要求コマンドを第１制御装置１０８から受け取ると、当該不正ログがあれば当該不正ログを送信する。

[0056] 〔電波放出または静電気放電に対する耐性について〕

つぎに、第１制御装置１０８および第２制御装置２０７の電波放出または静電気放電に対する耐性について説明する。

[0057] 一般的に、電力量計においては、外部からオペレータが表示部を視認可能になるように設計しなければならない関係上、表示部は電磁シールドに保護

されていない。そして、表示部は、表面積が広いハードウェアであるため、電力量計に対して電波放出または静電気放電が行われた場合、当該表示部と信号の送受信を行う制御回路（プロセッサ）には、表示部または外部通信部との間の配線を介して電波または静電気が容易に伝わってしまう。それゆえ、表示部と信号の送受信を行う制御回路は、ハングアップが生じやすく、電波または静電気に対する耐性が低い。

[0058] すなわち、本実施形態においても、電力量計１００の表示部１０４と信号の送受信を行う第１制御装置１０８は、電波放出または静電気放電に対する耐性が低く、電力量計１００に対して電波放出または静電気放電が行われると、ハングアップが生じやすい。

[0059] これに対し、本実施形態の第２制御装置２０７は、表示部１０４との間で信号の送受信を行わず、第１制御装置１０８、第２記憶部２０６、各センサ２０１～２０３との間で信号の送受信を行うように設計されている。それゆえ、第２制御装置２０７は、電波放出または静電気放電に対する耐性が高く（少なくとも第１制御装置１０８よりは高い）、電力量計１００に対して電波放出または静電気放電が行われても、ハングアップが生じ難い。その理由は以下の通りである。

[0060] 一般的に、制御装置や記憶装置等の回路基板同士を繋ぐ配線は、電波および静電気の伝達が抑制されるように設計されており、電磁シールドによる保護の無い表示部と回路基板とを繋ぐ配線よりも、電波および静電気の伝達が抑えられるのである。それゆえ、電力量計１００に対して電波放出や静電気放電が行われても、表示部１０４から第１制御装置１０８までは電波または静電気が容易に伝わってしまうが、第１制御装置１０８から第２制御装置２０７へは電波または静電気は伝わり難い。また、第２制御装置２０７は、センサ２０１～２０３と信号の送受信を行うようになっているが、センサ２０１～２０３は、表示部１０４と比べ、極めてサイズが小さく、表面積も極めて小さい。それゆえ、電力量計１００に対して電波放出や静電気放電が行われても、表面積の大きい表示部１０４から第１制御装置１０８へは電波また

は静電気が容易に伝わってしまうが、表面積の小さい各センサ２０１～２０３から第２制御装置２０７へは電波または静電気は伝わり難い。それゆえ、第２制御装置２０７は、電波放出または静電気放電に対する耐性が高く（少なくとも第１制御装置１０８よりは高い）、電力量計１００に対して電波放出または静電気放電が行われても、ハングアップが生じ難いのである。

[0061] つまり、電力量計１００に対して電波放出または静電気放電が行われて第１制御装置１０８がハングアップしている期間が生じても、第２制御装置２０７は正常動作を続けることができる。この期間において、第１制御装置１０８は電力量を計測できないため、盗電が生じることになるが、第２制御装置２０７は、正常に動作して不正ログを記録できるようになっている。

[0062] 〔第２制御装置２０７について〕

つぎに、第２制御装置２０７の詳細について説明する。図２に示すように、第２制御装置２０７は、少なくとも不正ログ生成部３０１および通信制御部３０２を備えている。なお、第２制御装置２０７はハードウェア（ＣＰＵ）であるが、第２制御装置２０７に含まれる各ブロック３０１、３０２は、第２制御装置２０７が実行するソフトウェアの機能を示す機能ブロックである。

[0063] 不正ログ生成部３０１は、センサ２０１～２０３の各々から出力される各センサ値を監視し、各センサ値が閾値未満から閾値以上に変化した場合に不正行為がなされた事を検出し、不正行為を示す不正ログを生成するブロックである。不正ログ生成部３０１による処理を詳細に説明すると、以下の通りである。

[0064] 本実施形態では、センサ２０１～２０３毎に、各々のセンサにて専ら使用される閾値が予め設定されている。不正ログ生成部３０１は、センサ２０１～２０３毎に、出力されるセンサ値と閾値とを対比し続ける。不正ログ生成部３０１は、センサ値が閾値未満から閾値以上に変化した事をもって不正行為を検出し、不正行為を示した不正ログを生成して第２記憶部２０６に保存するようになっている。不正ログには、センサ値が閾値未満から閾値以上に

変化した事が検出された時刻（不正行為時刻）と、当該センサ値を出力するセンサに応じた不正行為の種類とを示した情報とが示される。

[0065] 具体的には、不正ログ生成部３０１は、電波センサ２０１のセンサ値ＡＤ１が閾値未満から閾値以上に変化すると、不正行為時刻が示され、且つ、不正行為として電波放出が示される不正ログを生成する。また、不正ログ生成部３０１は、静電気センサ２０２のセンサ値ＡＤ２が閾値未満から閾値以上に変化すると、不正行為時刻が示され、且つ、不正行為として静電気放電が示される不正ログを生成する。また、不正ログ生成部３０１は、磁気センサ２０３のセンサ値ＡＤ３が閾値未満から閾値以上に変化すると、不正行為時刻が示され、且つ不正行為として磁気放出が示される不正ログを生成する。

[0066] つぎに、図２に示す通信制御部３０２を説明する。通信制御部３０２は、第１制御装置１０８との間で通信を行うブロックである。具体的には、通信制御部３０２は、電力量計側部１１１にて求められた使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に不正行為時刻が属している不正ログの要求コマンドを不正ログ取得部１１３から取得すると、不正行為時刻が前記電力使用期間に属している不正ログが第２記憶部２０６に保存されていれば当該不正ログを不正ログ取得部１１３に送信するようになっている。

[0067] つまり、不正ログ取得部１１３は、使用電力量Ａの電力使用期間（使用電力量Ａの算出時刻と当該算出時刻から第２所定時間遡った時点との間）を示した要求コマンドを通信制御部３０２に送信する。この要求コマンドを受信した通信制御部３０２は、第２記憶部２０６において、前記要求コマンドに示されている電力使用期間内に不正行為時刻が含まれている不正ログを検索する。通信制御部３０２は、当該不正ログが第２記憶部２０６にあれば、当該不正ログを不正ログ取得部１１３（第１制御装置１０８）へ送信し、当該不正ログが第２記憶部２０６に無ければ、当該不正ログが存在しない事を示す情報を不正ログ取得部１１３（第１制御装置１０８）へ送信する。

[0068] 〔電力量計１００の処理フロー〕

つぎに、電力量計１００にて行われる処理の流れをフローチャートに基づ

いて説明する。図４は、電力量計１００の処理の流れを示すフローチャートである。

[0069] 図４に示すように、まず、第１制御装置１０８は、送電線Ｐ１の瞬時電力値と送電線Ｐ３の瞬時電力値との和を時間積分することによって使用電力量Ｂを求める（Ｓ１）。Ｓ１の後、第１制御装置１０８は、Ｓ１で求められた使用電力量Ｂを表示部１０４に表示させる（Ｓ２）。

[0070] Ｓ２の後、第１制御装置１０８は、ＲＴＣ１０６から現在時刻を取得し（Ｓ３）、現在時刻と使用電力量Ａの直近の保存時刻とを対比し、当該保存時刻から第２所定時間（１５分間）が経っているか否かを判定する（Ｓ４）。

[0071] 第１制御装置１０８は、直近の保存時刻から第２所定時間経過していない場合（Ｓ４にてＮＯ）、Ｓ１以降の処理を繰り返す。これに対し、第１制御装置１０８は、直近の保存時刻から第２所定時間経っている場合（Ｓ４にてＹＥＳ）、使用電力量Ａを求めて第１記憶部１０７に保存する（Ｓ５）。Ｓ５の後、第１制御装置１０８は、Ｓ５の保存時刻をメモリ（不図示）に記録する（Ｓ６）。Ｓ６にて記録される保存時刻は、次にＳ４が実行される際に使用されるものである。

[0072] つぎに、第１制御装置１０８は、不正行為時刻がＳ５にて求めた使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に属する不正ログの要求コマンドをセキュリティセンサ１０９に送信する（Ｓ７）。

[0073] ここで、セキュリティセンサ１０９側に当該不正ログ（不正行為時刻がＳ５にて求めた使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に属する不正ログ）が保存されている場合（Ｓ８にてＹＥＳ）、セキュリティセンサ１０９は、当該不正ログを第１制御装置１０８へ送信する。そして、当該不正ログを受信した第１制御装置１０８は、当該不正ログを一旦第１記憶部１０７に保存し、当該不正ログとＳ５にて保存された使用電力量Ａとを示した電力量情報を、電力会社の端末装置６００へ送信する（Ｓ９）。

[0074] これに対し、セキュリティセンサ１０９側に当該不正ログ（不正行為時刻がＳ５にて求めた使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に属する不正ログ

）が保存されていない場合（Ｓ８にてＮＯ）、セキュリティセンサ１０９は、当該不正ログが存在しない事を示す情報を第１制御装置１０８へ送信する。そして、当該不正ログが存在しない事を示す情報を受信した第１制御装置１０８は、当該不正ログを示さずにＳ５にて保存された使用電力量Ａを示した電力量情報を、電力会社の端末装置６００へ送信する（Ｓ１０）。

[0075] Ｓ９またはＳ１０の後、第１制御装置１０８は、Ｓ１以降の処理を繰り返す。

[0076] 以上のフローによれば、電力量計１００は、第２所定時間毎に（１５分毎に）、使用電力量Ａ（第２所定時間の使用電力量）を示した電力量情報を電力会社の端末装置６００へ送信するようになっている。また、不正行為時刻が送信対象となる使用電力量Ａに対応する電力使用期間内に属する不正ログがある場合、電力量計１００は、前記電力量情報に使用電力量Ａのみならず不正ログをも示した上で前記電力量情報を端末装置６００へ送信するようになっている。

[0077] 〔電力量演算システムについて〕

続いて、本実施形態の電力量演算システム８００について説明する。図５は、本実施形態の電力量演算システム８００の概略構成を示す図である。

[0078] 図５に示す電力量演算システム８００は、電力会社の或る発電所の配電地域の各電力量計から使用電力量Ａ（計測値）が示される電力量情報を受信して、この使用電力量Ａを用いて配電地域の使用電力量の総和（総計値）を求めるシステムである。

[0079] 同図に示されるように、電力量演算システム８００は、端末装置（センタ）６００と、電力量計１００ａ～１００ｐと、端末装置６００と電力量計１００ａ～１００ｐの各々とを通信可能に接続する通信網５００とを備えている。なお、説明の便宜上、図５では、配電地域に設置される電力量計のうち、電力量計１００ａ～１００ｐが示されているだけであり、他の電力量計は省略されているものとする。

[0080] 電力量計１００ａ～１００ｐを含む、配線地域に設置される全ての電力量

計は、図１に示した電力量計１００と同じ装置である。通信網５００は、既に説明したように、無線通信網（例えば無線ＬＡＮ）であってもよいし、有線通信網（例えばＰＬＣ（電力線搬送））であってもよい。

[0081] なお、本実施形態では、電力量演算システム８００に含まれる電力量計１００ａ～１００ｄはグループ分けされており、端末装置６００との間を中継する中継器がグループ毎に設置される。具体的には、図５に示すように、電力量計１００ａ～１００ｄはグループ１に分類され、電力量計１００ｅ～１００ｈはグループ２に分類され、電力量計１００ｉ～１００ｌはグループ３に分類され、電力量計１００ｍ～１００ｐはグループ４に分類される。そして、通信網５００は、グループ１の各電力量計と端末装置６００との間を中継する中継器１５０Ａと、グループ２の各電力量計と端末装置６００との間を中継する中継器１５０Ｂと、グループ３の各電力量計と端末装置６００との間を中継する中継器１５０Ｃと、グループ４の各電力量計と端末装置６００との間を中継する中継器１５０Ｄとを含んでいる。そして、本実施形態では、予め定められる周期（第２所定時間毎（１５分毎））で全ての電力量計が電力量情報を送信するようになっているが、各中継器は、各中継器の属するグループの電力量計から送られてきた電力量情報を纏め、纏めた電力量情報を端末装置６００へ送信する。このように、電力量計の電力量情報をグループ毎に纏めた上で端末装置６００へ送信することにより、電力量演算システム８００における通信負荷が軽減される。

[0082] 端末装置６００は、電力会社が保有するコンピュータである。端末装置６００は、各電力量計から使用電力量Ａを受信し、各電力量計の使用電力量Ａを用いて前記配電地域の使用電力量の総和を求める。

[0083] ここで、配電地域内にて盗電行為が頻繁に行われていると、単純に各電力量計から送られてくる使用電力量Ａの総和を求めた場合、当該総和は盗電行為によって実際値よりも大幅に少ない値になる。例えば、図６の（ａ）に示すように、電力量計ａ～ｄにて盗電行為が無い場合、計測された使用電力量の総和は、実際の使用電力量の総和と等しくなる（図６の電力量ａ１～ｄ４

は、各々、電力量計ａ～ｄの使用電力量の計測値である）。これに対し、図６の（ｂ）に示すように、電力量計ｂにて盗電行為が行われた場合、計測された使用電力量の総和は、実際の使用電力量の総和よりも、電力量計ｂにおける盗電量ｚだけ少なくなる（電力量ａ２～ｄ２は、各々、電力量計ａ～ｄの使用電力量の計測値である）。

[0084] つまり、盗電を加味せずに単純に各電力量計から送られてくる使用電力量Ａの総和を求めるだけでは、盗電が生じた場合、前記総和が実際値から大幅に少なくなってしまうとい問題が生じる。

[0085] そこで、本実施形態の端末装置６００は、盗電が行われた電力量計が有る場合、単純に使用電力量Ａの総和を求めるのではなく、盗電が行われていない電力量計（正常電力量計）の使用電力量Ａを用いて盗電が行われている電力量計（不正電力量計）の使用電力量Ａを補正して前記総和を求めるようになっている。以下では、端末装置６００の処理をより詳細に説明する。

[0086] 端末装置６００は、図５に示すように、演算処理部６０１および第３記憶部６０２を備えている。演算処理部６０１は、プログラムによって処理を実行するプロセッサ（例えばＣＰＵ）である。第３記憶部６０２は、演算処理部６０１にて処理された情報が記憶される記憶装置であり、例えば半導体メモリまたはハードディスクが用いられる。

[0087] 演算処理部６０１は、第２所定時間毎（１５分毎）に、各電力量計から電力量情報を受信し、受信した電力量情報に示される使用電力量Ａを用いて配電地域の使用電力量の総和を求める。但し、本実施形態では、グループ毎に電力量情報が纏めて送信されてくることとの関係上、演算処理部６０１は、まずはグループ毎に使用電力量Ａの総和（統計値）を求め、グループ毎に求められる総和を累計して得られる値を、配電地域の使用電力量の総和として出力するようになっている。

[0088] 第３記憶部６０２は、グループ毎に、使用電力量Ａの総和を示すデータが蓄積されるテーブルAryA1［M］を保存する。図８は、テーブルAryA1［M］の一例を示す図である。つまり、第３記憶部６０２においては、図８のような

テーブルAryA1［M］がグループ毎に保存されているのである。なお、図８のテーブルAryA1［M］は、後入れ先出し方式のスタックである。つまり、データの読み出し時においては、書き込まれた時が現時点から近い順にデータが読み出される。図８において、番号が大きいデータほど先に書き込まれたデータであり、番号が小さいデータほど後で書き込まれたデータである。そして、データの読み出しは番号の小さい順に行われる。

[0089] つぎに、グループ毎に使用電力量Ａの総和を求める処理を図に基づいて説明する。図７は、一つのグループにおける使用電力量Ａの総和を求める処理の流れを示したフローチャートである。以下では、図５に示すグループ１に対する処理を例にして説明する。

[0090] 端末装置６００の起動後、まず、演算処理部６０１は、グループ１の使用電力量Ａの総和の初期値DefSumENを設定し、第３記憶部６０２のテーブルAryA1［M］に初期値DefSumENを書き込む（Ｓ１１）。具体的には、以下の通りである。

[0091] 演算処理部６０１は、グループ１の各電力量計１００ａ～１００ｄの電力量情報を未だ受信していない段階で、グループ１の使用電力量Ａの総和の初期値DefSumENを設定するようになっている。初期値DefSumENは、グループ１に属する各電力量計１００ａ～１００ｄの契約容量の総和とする。つまり、電力量計１００ａの契約容量と電力量計１００ｂの契約容量と電力量計１００ｃの契約容量と電力量計１００ｄの契約容量との合計が初期値DefSumENとなる。そして、演算処理部６０１は、初期値DefSumENをテーブルAryA1［M］に書き込む。なお、初期値DefSumENは最先に求められる値であるため、図８に示すように、テーブルAryA1［M］において初期値DefSumENは最も過去のデータ（最先に書き込まれたデータ）となる。

[0092] Ｓ１１の後、演算処理部６０１は、グループ１の各電力量計１００ａ～１００ｄの電力量情報（使用電力量Ａを示す情報）を取得する（Ｓ１２）。

[0093] 続いて、演算処理部６０１は、グループ１のうち、盗電行為のなされた電力量計（不正電力量計）が存在するか否かを判定する（Ｓ１３）。具体的に

は、演算処理部６０１は、Ｓ１２にて取得した全ての電力量情報において、不正ログが示されている電力量情報を検索し、不正ログが示されている電力量情報が一つでもあれば不正電力量計が存在すると判定し、不正ログが示されている電力量情報が全くなければ不正電力量計が存在しないと判定する。

[0094] 不正電力量計が存在しないと判定された場合（Ｓ１３でＮＯ）、演算処理部６０１は、グループ１の使用電力量Ａの総和SumENを求める（Ｓ１４）。つまり、総和SumENは、直近のＳ１２にて取得された電力量計１００ａの使用電力量Ａと電力量計１００ｂの使用電力量Ａと電力量計１００ｃの使用電力量Ａと電力量計１００ｄの使用電力量Ａとの合計である。つまり、不正電力量計が存在しない場合、各電力量計１００ａ～１００ｄから取得した使用電力量Ａをそのまま合算しているのである。

[0095] Ｓ１４の後、演算処理部６０１は、Ｓ１４にて求めた総和SumENをテーブルAryA1［M］に書き込む（Ｓ１５）。

[0096] つぎに、Ｓ１３において不正電力量計が存在すると判定された場合について説明する。不正電力量計が存在すると判定されると（Ｓ１３にてＹＥＳ）、演算処理部６０１は、グループ１のうち、Ｓ１２にて不正ログが示されていない電力量情報を送ってきた正常電力量計の数GoodCntを求める（Ｓ１６）。なお、それぞれの電力量計１００ａ～１００ｄが正常電力量計か不正電力量計かの特定は、それぞれの電力量計１００ａ～１００ｄから送られてきた電力量情報に基づいて行われる。つまり、Ｓ１２において不正ログの示されていない電力量情報を送ってきた電力量計は正常電力量計であり、Ｓ１２において不正ログが示されている電力量情報を送ってきた電力量計は不正電力量計である。

[0097] 続いて、演算処理部６０１は、不正電力量計の数BadCntを求める（Ｓ１７）。不正電力量計の数BadCntは、グループ１に属する電力量計の数から正常電力量計の数GoodCntを引いて得られる値である。

[0098] 続いて、演算処理部６０１は、正常電力量計の使用電力量Ａの総和GoodEnを求める（Ｓ１８）。例えば、グループ１の電力量計１００ａ～１００ｄの

うち、電力量計１００ａ、１００ｃ、１００ｄが正常電力量計で、電力量計１００ｂが不正電力量計の場合、総和GoodEnは、電力量計１００ａの使用電力量Ａと電力量計１００ｃの使用電力量Ａと電力量計１００ｄの使用電力量Ａとの合計である。

[0099] つぎに、演算処理部６０１は、グループ１の使用電力量Ａの仮総和SumTempを求める（Ｓ１９）。具体的には、以下の式１によって仮総和（補正総和）SumTempを求める。

[0100] [数1]

SumTemp=GoodEn+〔(GoodEn/GoodCnt)×BadCnt〕・・・・式１
SumTemp→仮総和
GoodCnt→正常電力量計の数
BadCnt→不正電力量計の数
GoodEn→正常電力量計の使用電力量の総和

[0101] ここで、式１の（GoodEn/GoodCnt）は、グループ１の正常電力量計の使用電力量Ａの平均値であるが、この平均値はグループ１の各不正電力量計の使用電力量Ａの補正値とみなすことができる。なぜなら、グループ１の不正電力量計の実際の使用電力量の平均値は、グループ１の不正電力量計から計測された使用電力量Ａの平均値よりも、グループ１の正常電力量計から計測された使用電力量Ａの平均値に近い傾向にあるため、グループ１の正常電力量計の使用電力量Ａの平均値を、各不正電力量計の使用電力量Ａの補正値と扱うことが可能だからである。

[0102] それゆえ、式１の（GoodEn/GoodCnt）は、各不正電力量計の使用電力量Ａの補正値に相当し、式１の〔（GoodEn/GoodCnt）×BadCnt〕は、不正電力量計の使用電力量Ａの補正値と不正電力量計の数との乗算値であって、不正電力量計の使用電力量Ａの補正値の総和に相当することになる。つまり、式１の仮総和SumTempは、前記正常電力量計の使用電力量Ａの総和と、不正電力量計の使用電力量Ａの補正値の総和とを加算した値である。つまり、仮総和SumTempは、正常電力量計の使用電力量Ａを用いて不正電力量計の使用電力量Ａを補正した上で得られるグループ１の電力量計の使用電力量Ａの総和に相当する。

[0103] Ｓ１９の後、演算処理部６０１は、AryA1［M］から直近の総和（SumPast）を取得する（Ｓ２０）。つまり、図８のAryA1［M］にて列挙されているDefSumEN、SumEN、SumTempの各データのうち、対応付けられている番号が最も小さいデータ（No.1のデータ）がSumPastとして抽出される。

[0104] Ｓ２０の後、演算処理部６０１は、直近（前回）の総和SumPastが仮総和SumTemp以上であるか否かを判定する（Ｓ２１）。

[0105] 直近の総和SumPastが仮総和SumTemp以上である場合（Ｓ２１にてＹＥＳ）、演算処理部６０１は、直近の総和SumPastを、今回の総和（グループ１の各電力量計の使用電力量Ａの総和）としてテーブルAryA1［M］に書き込む（Ｓ２２）。これに対し、直近の総和SumPastが仮総和SumTemp以上でない場合（Ｓ２１にてＮＯ）、演算処理部６０１は、仮総和SumTempを今回の総和としてテーブルAryA1［M］に書き込む（Ｓ２３）。

[0106] 以上のように、Ｓ１２においてグループ１の各電力量計の使用電力量Ａを取得すると、Ｓ１５、Ｓ２２、またはＳ２３によって、グループ１の電力量計の使用電力量Ａの総和が第３記憶部６０２のテーブルAryA1［M］に書き込まれることになる。

[0107] そして、第２所定時間が経過すると（Ｓ２４においてＹＥＳ）、再度、グループ１の各電力量計の使用電力量Ａを取得することになり（Ｓ１２）、Ｓ１３以降の工程が行われる。つまり、各電力量計から端末装置６００へ使用電力量Ａが送信される工程と、演算処理部６０１が使用電力量Ａの総和を求める工程とを含む一連の処理が周期的に行われるのである。これにより、グループ１の電力量計の使用電力量Ａの総和が、第２所定時間毎に、テーブルAryA1［M］に蓄積されていくことになる。

[0108] 演算処理部６０１は、以上のような処理を、グループ１のみならず、配電地域内の他のグループについても同様に行う。そして、演算処理部６０１は、グループ毎に求められる総和を累計して得られる値を、配電地域の使用電力量の総和として出力する。そして、演算処理部６０１は、このように出力された配電地域の使用電力量の総和に基づいて、配電地域の適正配電量を定

める（使用電力量の総和が多いほど適正配電量が多く定められ、使用電力量の総和が少ないほど適正配電量が少なく定められる）。

[0109] 以上にて示した実施形態によれば、電力量演算システム８００は、複数の電力量計からなるグループ（例えばグループ１）と、当該グループに属する各電力量計において計測される使用電力量Ａの総和を求める端末装置６００とを含んでいる。各電力量計は、前記使用電力量を計測する電力量計側部１１１と、不正行為の検出に用いられるセンサ値を出力するセンサ２０１～２０３とを備えている。そして、不正行為が検出された電力量計を不正電力量計とし、前記不正行為が検出されなかった電力量計を正常電力量計とすると、端末装置６００の演算処理部６０１は、前記正常電力量計の使用電力量Ａを用いて前記不正電力量計の使用電力量Ａを補正して、グループに属する各電力量計の使用電力量Ａの総和を求めている。

[0110] このような形態によれば、グループに属する電力量計にて計測される使用電力量の総和を求める上で、前記不正電力量計が存在したとしても、前記正常電力量計の使用電力量Ａを用いて前記不正電力量計の使用電力量Ａを補正して、グループに属する電力量計の使用電力量Ａの総和が求められる。それゆえ、求められる総和を実際値（不正行為がない場合の総和）に近づけることができる（実際値よりも大幅に少なくなることを抑制できる）。よって、以上のようにしてグループ毎に総和を求め、グループ毎の総和から適正発電量を定めれば、適正発電量も実際に即した値に近づくため、停電を抑制するための余分発電量を従来よりも抑えることが可能になり、電力会社の発電のエネルギーロスを低減できるという効果を奏する。

[0111] また、各正常電力量計の使用電力量Ａが然程多くなく、各不正電力量計による盗電量が多いような場合、式１にて求められる仮総和が実際の総和から離れた値になることがある。この点、本実施形態によれば、仮総和が実際の総和から離れた値になるような場合、Ｓ２１～Ｓ２３によって、仮総和よりも実際の総和により近い値（SumPast）を採用できるというメリットを有する。

[0112] また、式１にて得られる仮総和は、標本数（グループ内の電力量計の数）が多くなるほど誤差（実際の値との差）が小さくなるため、通信網５００における通信負荷が過大にならない程度であれば、グループ内の電力量計が可能な限り多い方が好ましい。

[0113] 〔変形例〕

以上示した実施形態では、或る発電所の配電地域において複数のグループを設定し、グループ毎に図７の処理を行って使用電力量の総和を求めているが、配電地域内のグループは複数ではなく一つであってもよい。すなわち、或る発電所の配電地域全体を一つのグループとして、当該グループに対して図７の処理を行って当該グループの使用電力量の総和を求めてもよい。この場合、一つのグループについて求めた使用電力量の総和が、そのまま、或る発電所の配電地域における使用電力量の総和になる。

[0114] 以上示した実施形態では、電力量計１００側にて、センサ２０１～２０３の出力値に対して閾値処理を行って不正行為を検出し、不正行為が検出された場合はログを生成しているが、電力量計１００側にて不正検出を行わず、端末装置６００側にて、各電力量計１００の不正行為の有無を検出するようになっていてもよい。例えば、電力量計１００は、定期的に、使用電力量とセンサ２０１～２０３の出力値とを示した電力量情報を端末装置６００へ送信し、端末装置６００は、前記出力値を参照して各電力量計における不正行為を検出するようになっていても勿論構わない。

[0115] また、本実施形態の電力量計１００においては、電波センサ２０１、静電気センサ２０２、磁気センサ２０３が用いられたが、盗電に繋がる不正行為を検出可能なセンサであれば、勿論、これらセンサに限定されるものではない。例えば、電力量計１００に与えられる衝撃を検出する加速度センサや、電力量計１００に対して放火されたことを検出する温度センサが用いられてもよい。電力量計１００に対する衝撃付与（破壊）や放火も盗電行為に関連する行為だからである。また、センサの数も限定されるものではない。例えば、電力量計１００のセキュリティセンサ１０９は、電波センサ２０１、静

電気センサ２０２、磁気センサ２０３、加速度センサ、および、温度センサの５つを搭載するようになっていても、勿論構わない。

[0116] また、本実施形態の電力量計１００においては、電波センサ２０１の出力値（センサ値）から電波放出を検出し、磁気センサ２０３の出力値から磁気放出を検出するというように、単一のセンサの出力から単一の不正行為の有無を判定するようになっているが、複数センサの出力値を組み合わせて不正行為を判定するようになっていてもよい。例えば、電波センサ２０１の出力と静電気センサ２０２の出力との組み合わせから、電波放出、静電気放電、妨害波放出のいずれが行われたかを判定することが可能である。

[0117] 要は、本実施形態の電力量計１００は、定期的に、盗電に繋がる不正行為の有無を示した不正ログ（または各センサの出力値）と使用電力量とを端末装置６００へ送信可能になっていればよく、図１の構造に限定されるものではないし、検出可能な不正行為の種類が限定されるものではないし、不正ログの生成方法や不正行為の有無の判定方法まで限定されるものではない。

[0118] また、図７のＳ２１では、直近の総和SumPastが仮総和SumTemp以上であるか否かを判定するようになっているが、直近の総和SumPastが仮総和SumTempより大きいか否かを判定するようになっていてもよい（SumTemp＜SumPastか否かを判定するようになっていてもよい）。要は、SumPastがSumTempよりも大きければＳ２２が実行され、SumTempがSumPastよりも大きければＳ２３が実行されるようになっていればよいのである。

[0119] 以上のように、本発明の実施形態に係る電力量演算システムは、複数の電力量計からなるグループと、前記グループに属する各電力量計において計測される使用電力量の統計値を求める端末装置とを含む電力量演算システムであって、前記電力量計は、前記使用電力量を計測する電力量計側部と、不正行為の検出に用いられるセンサ値を出力するセンサとを備え、前記不正行為が検出された電力量計を不正電力量計とし、前記不正行為が検出されなかった電力量計を正常電力量計とすると、前記端末装置は、前記正常電力量計の使用電力量を用いて前記不正電力量計の使用電力量を補正して前記統計値を

求める演算処理部を備えたことを特徴とする。

[0120] 上記の構成によれば、前記グループに属する電力量計にて計測される使用電力量の統計値（例えば総和）を求める上で、前記不正電力量計が存在したとしても、前記正常電力量計の使用電力量を用いて前記不正電力量計の使用電力量を補正して前記統計値が求められる。それゆえ、求められる統計値を実際値（不正行為がない場合の統計値）に近づけることができる（実際値よりも大幅に少なくなることを抑制できる）。よって、当該統計値を用いて適正発電量を定めれば、適正発電量も実際に即した値に近づくため、停電を抑制するための余分発電量を従来よりも抑えることが可能になり、電力会社の発電のエネルギーロスを低減できるという効果を奏する。

[0121] また、不正電力量計の実際の使用電力量の平均値は、不正電力量計から計測された使用電力量の平均値よりも、正常電力量計から計測された使用電力量の平均値に近い傾向にあるため、正常電力量計の使用電力量の平均値を、各不正電力量計の使用電力量の補正値とみなすことができる。

[0122] そこで、本発明の実施形態に係る電力量演算システムでは、前記構成に加え、前記グループに属する電力量計の使用電力量の総和を前記統計値とするとき、前記演算処理部は、前記不正電力量計がある場合、前記正常電力量計の使用電力量の平均値と前記不正電力量計の数との乗算値と、前記正常電力量計の使用電力量の総和とを加算して得られる値を補正総和とし、当該補正総和を前記統計値としている。すなわち、前記正常電力量計の使用電力量の平均値は、各不正電力量計の使用電力量の補正値に相当し、前記乗算値は、不正電力量計の使用電力量の補正値の総和に相当し、前記補正総和は、前記正常電力量計の使用電力量の総和と、不正電力量計の使用電力量の補正値の総和とを加算した値になる。よって、前記構成によれば、前記正常電力量計の使用電力量を用いて前記不正電力量計の使用電力量を補正して前記統計値を求めていることになる。

[0123] また、各正常電力量計の使用電力量が然程多くなく、各不正電力量計による盗電量が多いような場合、求められる補正総和は実際の総和から離れた値

になることがある。

[0124] そこで、本発明の実施形態に係る電力量演算システムは、前記構成に加え、前記電力量計から前記端末装置へ前記使用電力量が送信される工程と、前記端末装置の前記演算処理部が前記使用電力量を用いて前記統計値を求める工程とを含む一連の処理が周期的に行われ、前記演算処理部は、今回の統計値を求める際に前記不正電力量計がある場合、前記補正総和を求め、前記補正総和が前回の統計値より大きい場合は前記補正総和を今回の統計値とし、前記補正総和が前回の統計値より小さい場合は今回の統計値を前回の統計値と同値とすることを特徴とする。

[0125] これにより、今回求められた補正総和が実際の総和から離れているような場合、今回求められた補正総和を採用せずに、今回求められた補正総和よりも実際の総和により近い値（前回の統計値）を採用できるというメリットがある。

[0126] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0127] 本発明は、電力会社の配電地域に普及されている各電力量計（所謂スマートメータ）から使用電力量を受信して集計する電力量演算システムに利用できる。

符号の説明

[0128] １００、１００ａ～１００ｄ　電力量計

１１１　電力量計側部

２０１　電波センサ（センサ）

２０２　静電気センサ（センサ）

２０３　磁気センサ（センサ）

６００　端末装置

６０１　演算処理部

８００　電力量演算システム

請求の範囲

[請求項1] 複数の電力量計からなるグループと、前記グループに属する各電力量計において計測される使用電力量の統計値を求める端末装置とを含む電力量演算システムであって、

前記電力量計は、前記使用電力量を計測する電力量計側部と、不正行為の検出に用いられるセンサ値を出力するセンサとを備え、

前記不正行為が検出された電力量計を不正電力量計とし、前記不正行為が検出されなかった電力量計を正常電力量計とすると、前記端末装置は、前記正常電力量計の使用電力量を用いて前記不正電力量計の使用電力量を補正して前記統計値を求める演算処理部を備えたことを特徴とする電力量演算システム。

[請求項2] 前記統計値は、前記グループに属する電力量計の使用電力量の総和であり、

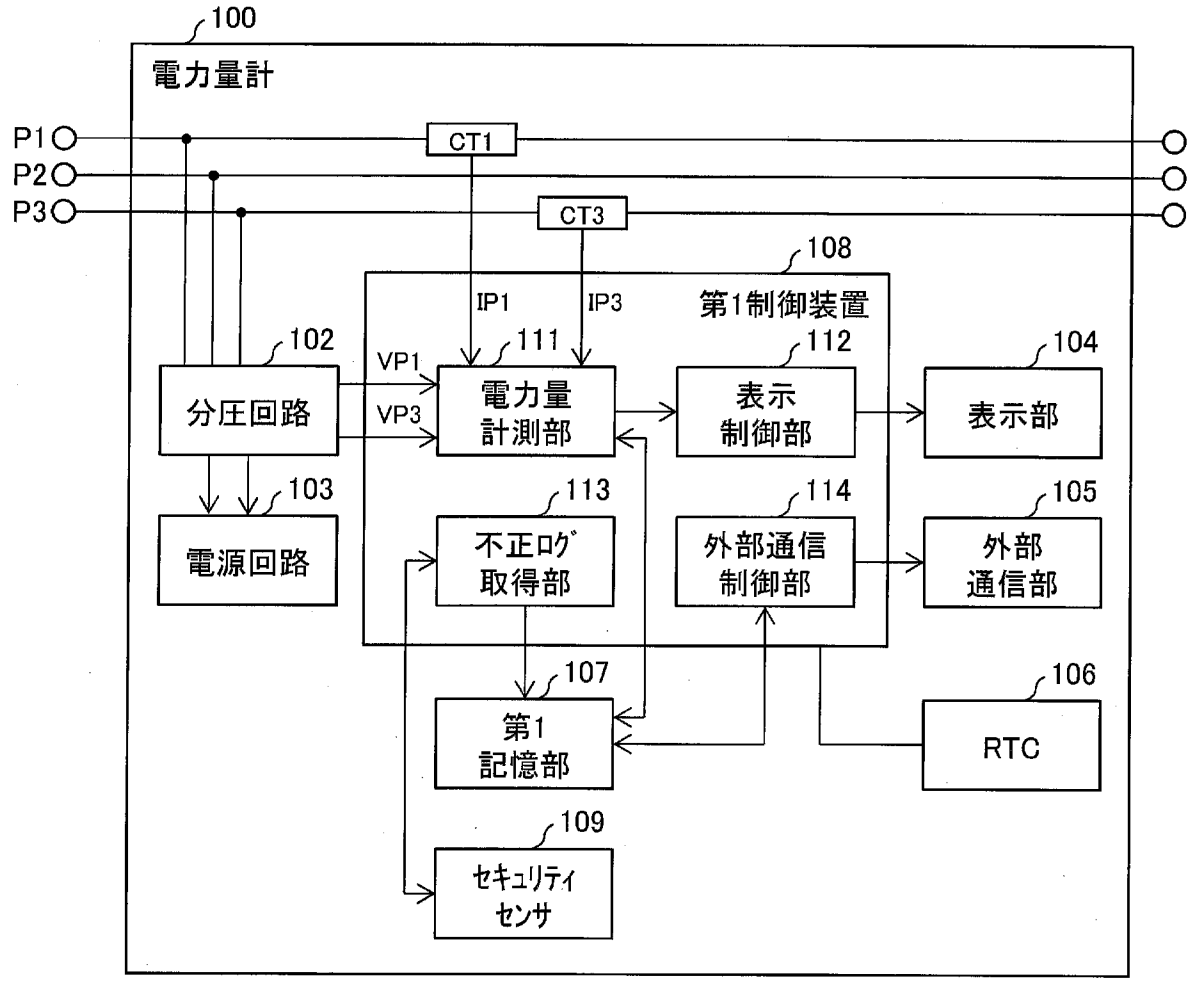
前記演算処理部は、前記不正電力量計がある場合、前記正常電力量計の使用電力量の平均値と前記不正電力量計の数との乗算値と、前記正常電力量計の使用電力量の総和とを加算して得られる値を補正総和とし、当該補正総和を前記統計値とすることを特徴とする請求項１に記載の電力量演算システム。

[請求項3] 前記電力量計から前記端末装置へ前記使用電力量が送信される工程と、前記端末装置の前記演算処理部が前記使用電力量を用いて前記統計値を求める工程とを含む一連の処理が周期的に行われ、

前記演算処理部は、今回の統計値を求める際に前記不正電力量計がある場合、前記補正総和を求め、前記補正総和が前回の統計値より大きい場合は前記補正総和を今回の統計値とし、前記補正総和が前回の統計値より小さい場合は今回の統計値を前回の統計値と同値とすることを特徴とする請求項２に記載の電力量演算システム。

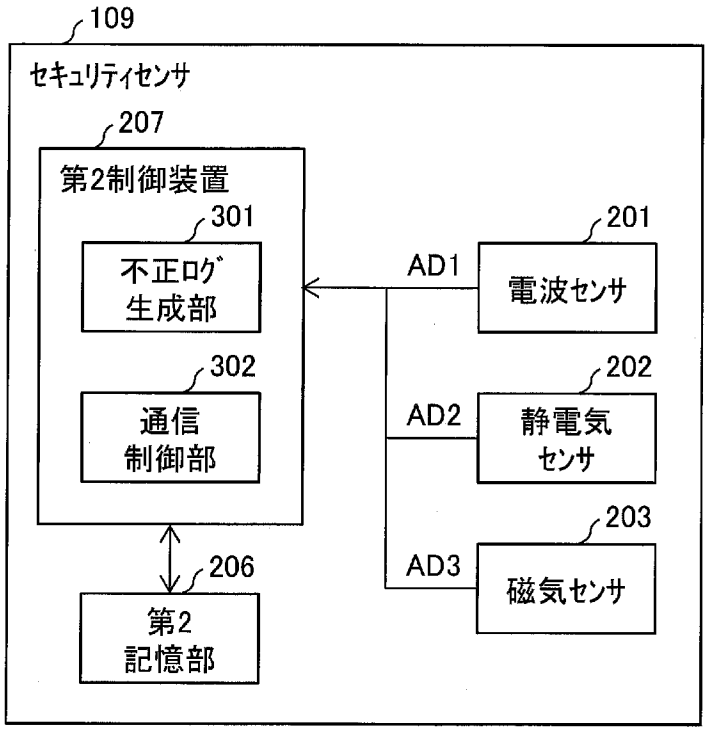
[図1]

図 1


100
電力量計
P1
P2
P3
CT1
CT3
108
第1制御装置
IP1
IP3
102
分圧回路
VP1
VP3
111
電力量
計測部
112
表示
制御部
104
表示部
103
電源回路
113
不正ログ
取得部
114
外部通信
制御部
105
外部
通信部
107
第1
記憶部
106
RTC
109
セキュリティ
センサ

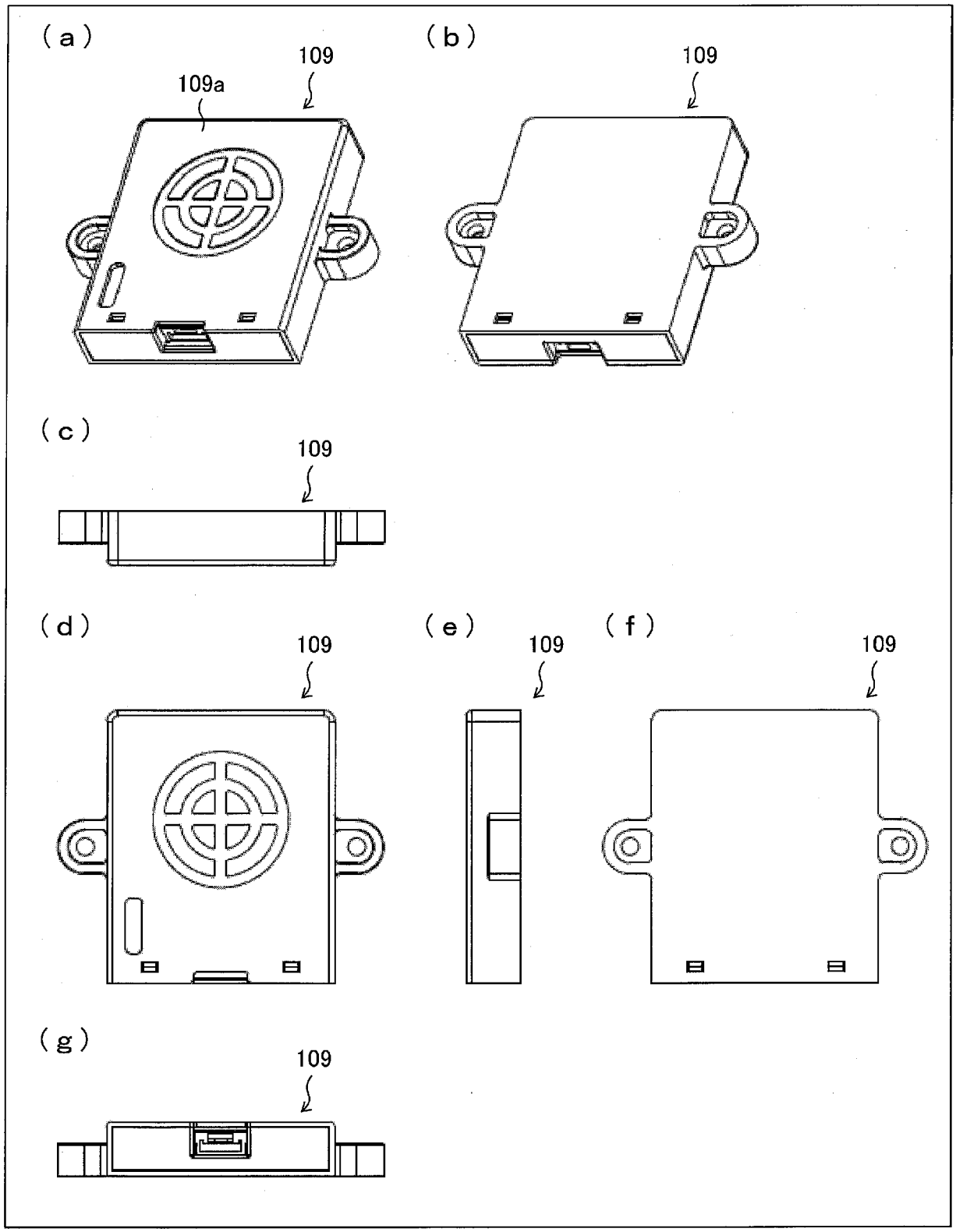
[図2]

図 2


109
セキュリティセンサ
207
第2制御装置
301
不正ログ
生成部
302
通信
制御部
206
第2
記憶部
AD1
AD2
AD3
201
電波センサ
202
静電気
センサ
203
磁気センサ

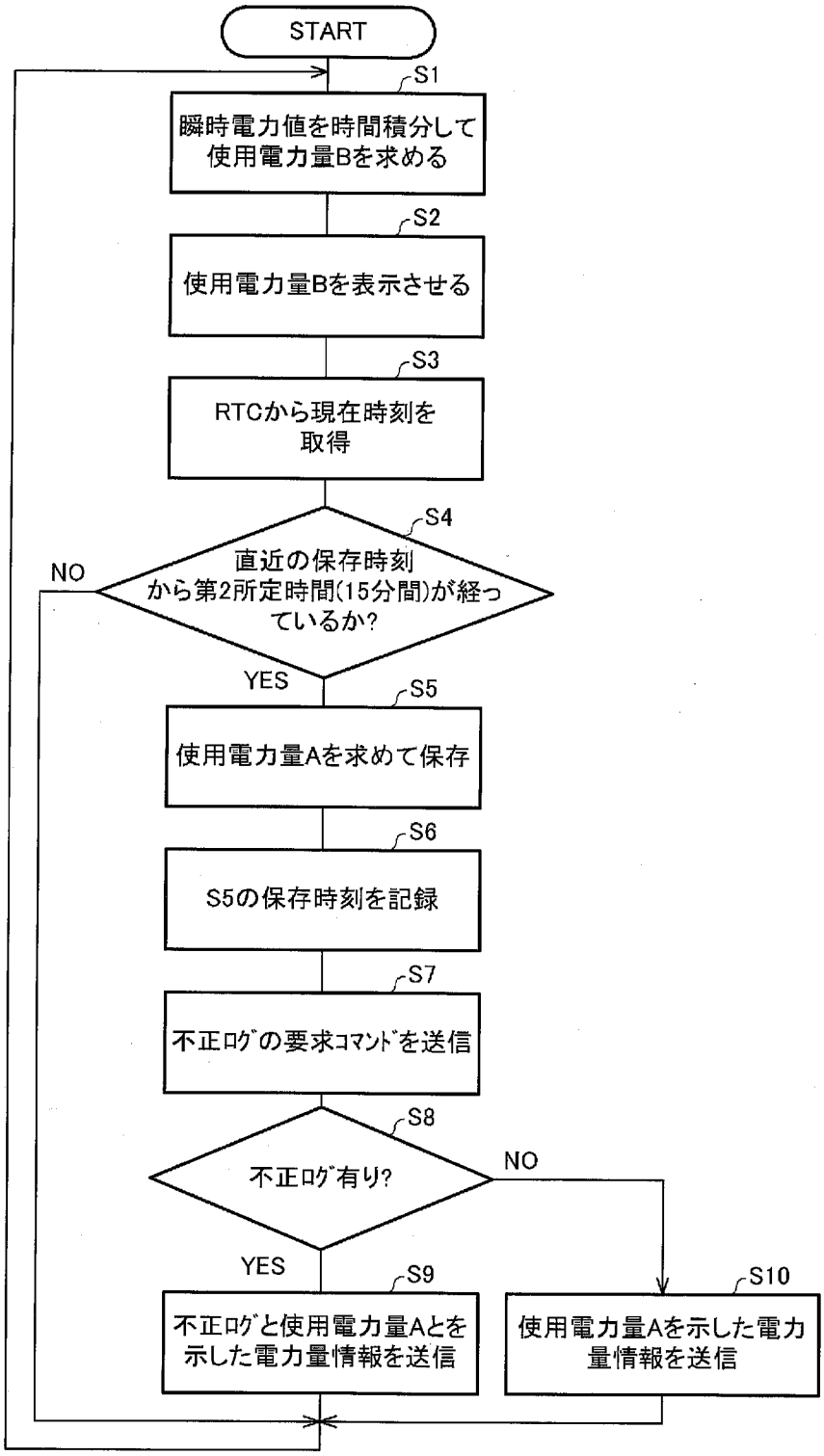
[図3]

図 3



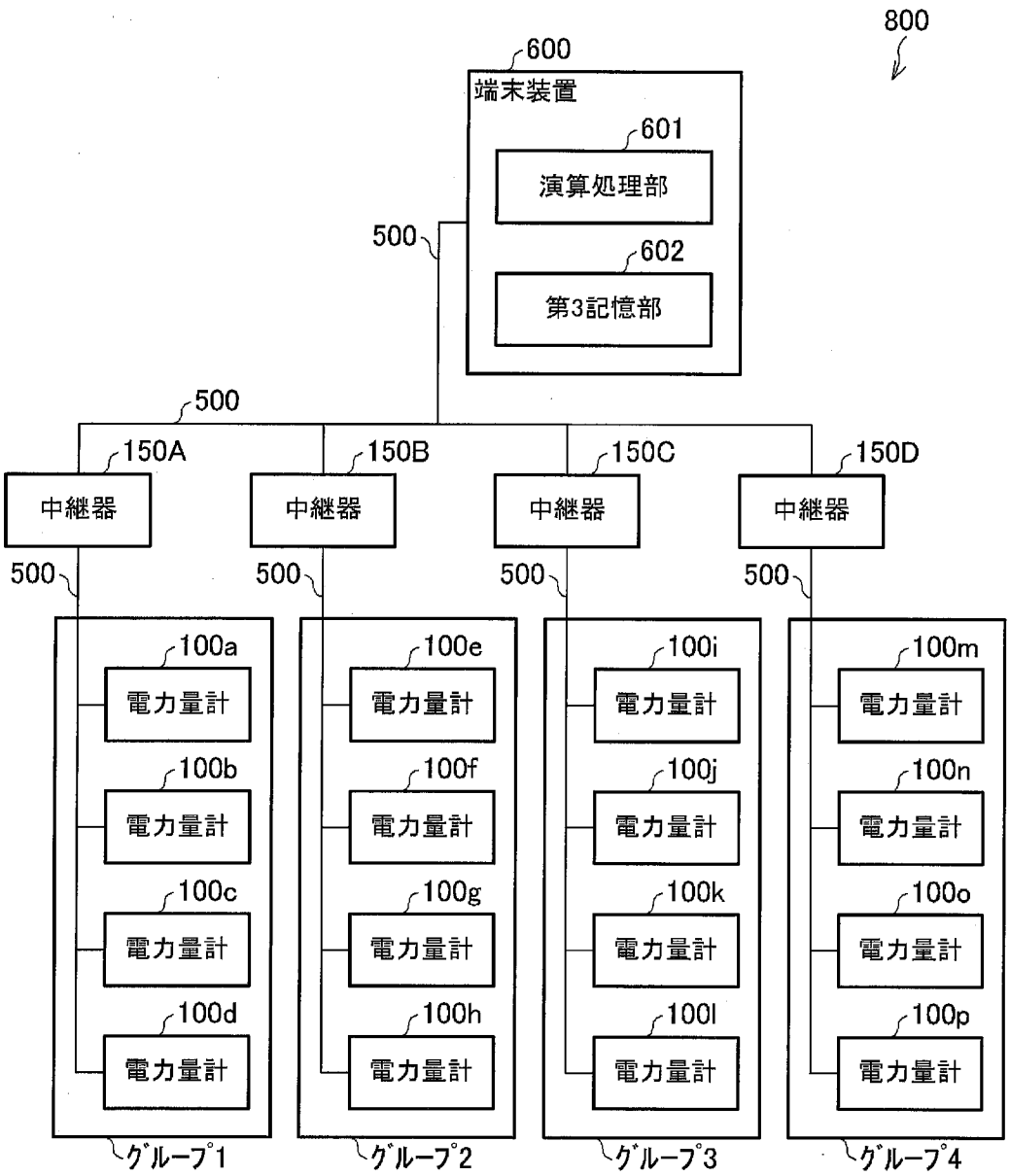
[図4]

図 4


START
S1
瞬時電力値を時間積分して使用電力量Bを求める
S2
使用電力量Bを表示させる
S3
RTCから現在時刻を取得
S4
直近の保存時刻から第2所定時間(15分間)が経っているか?
NO
YES
S5
使用電力量Aを求めて保存
S6
S5の保存時刻を記録
S7
不正ﾛｸﾞの要求ｺﾏﾝﾄﾞを送信
S8
不正ﾛｸﾞ有り?
NO
YES
S9
不正ﾛｸﾞと使用電力量Aとを示した電力量情報を送信
S10
使用電力量Aを示した電力量情報を送信

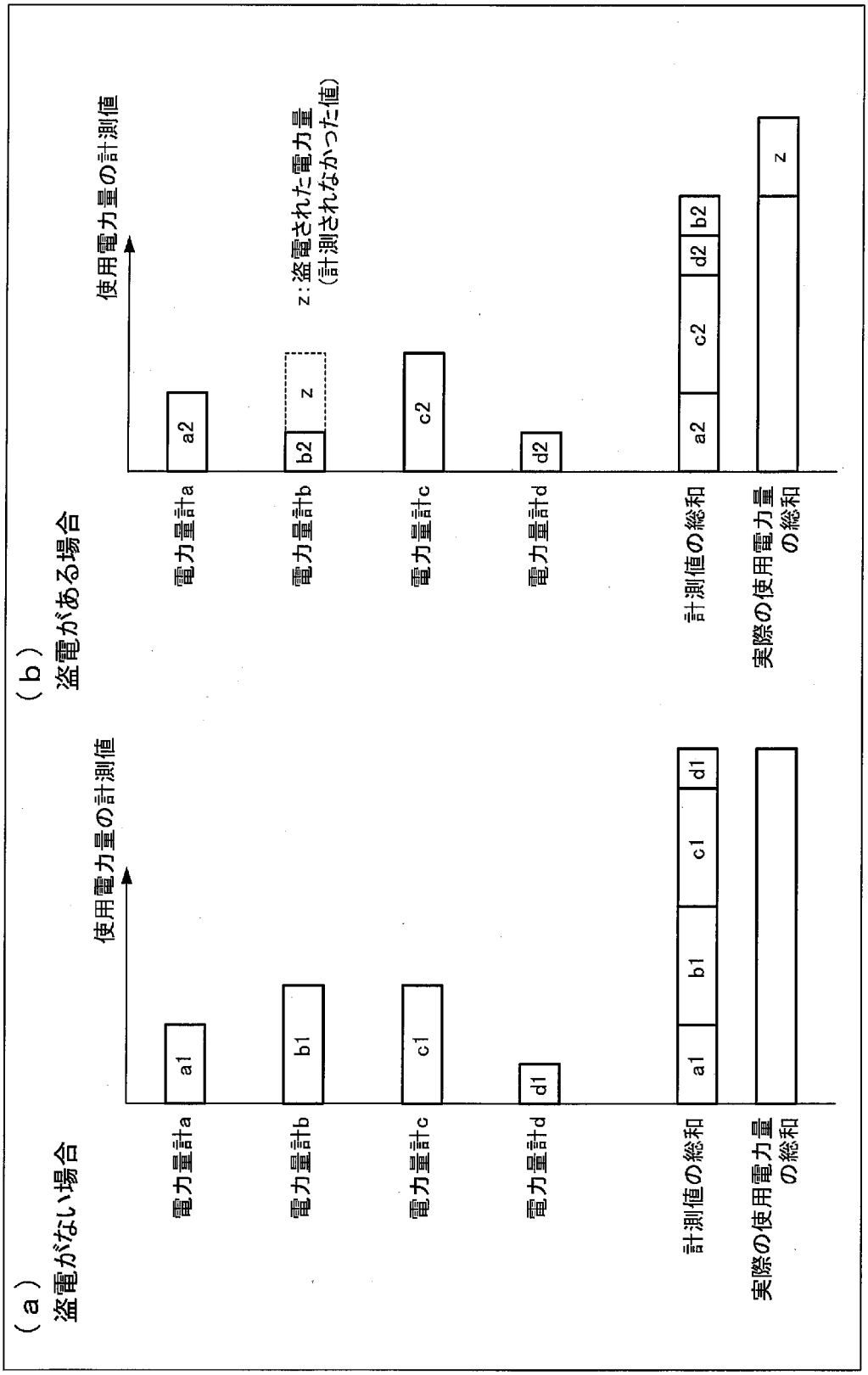
[図5]

図 5


800
600
端末装置
601
演算処理部
602
第3記憶部
500
150A
150B
150C
150D
中継器
100a
100b
100c
100d
100e
100f
100g
100h
100i
100j
100k
100l
100m
100n
100o
100p
電力量計
グループ1
グループ2
グループ3
グループ4

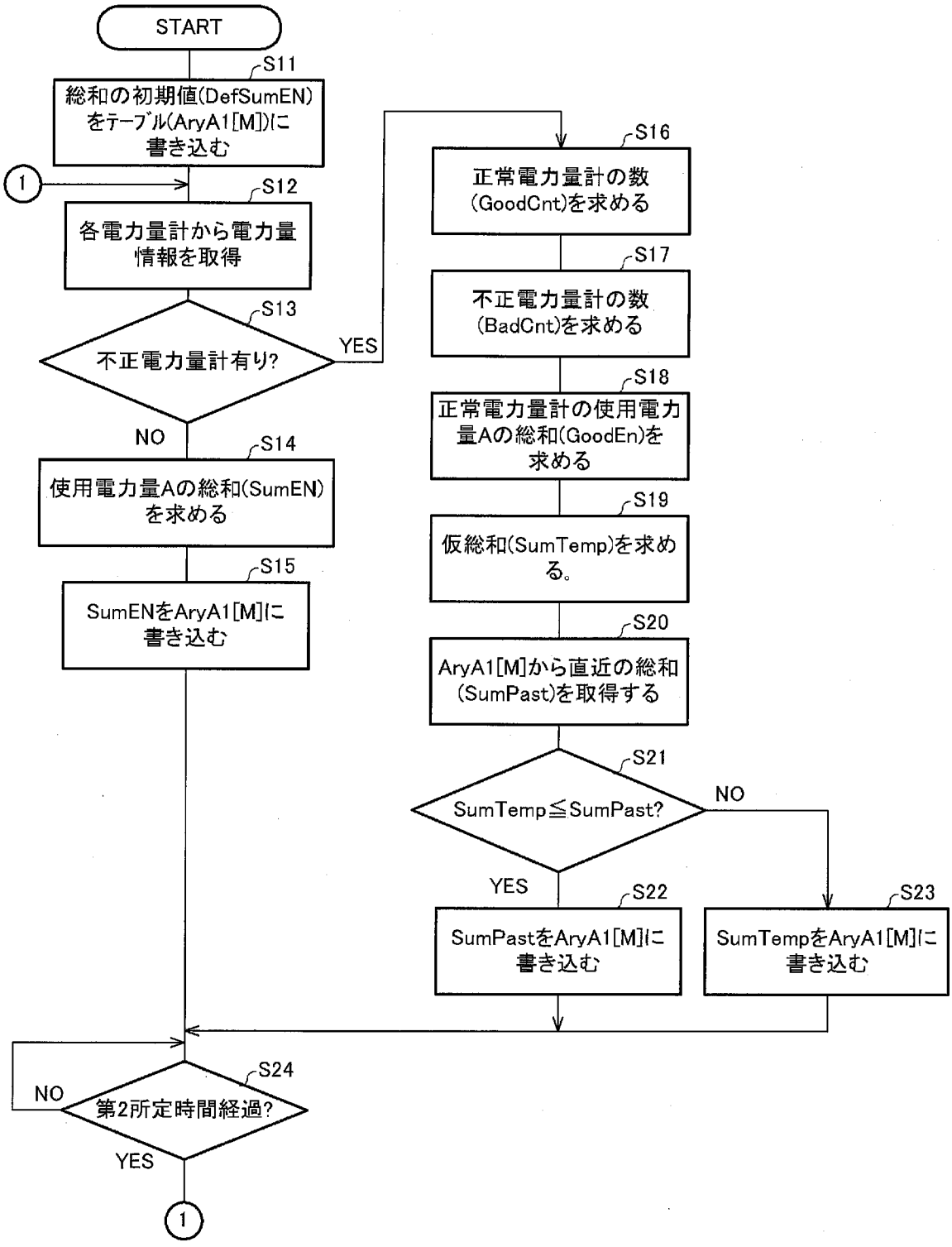
[図6]

図 6


（a）
盗電がない場合
使用電力量の計測値
電力量計a
電力量計b
電力量計c
電力量計d
計測値の総和
実際の使用電力量の総和
a1
b1
c1
d1
a1
b1
c1
d1
（b）
盗電がある場合
使用電力量の計測値
z：盗電された電力量
（計測されなかった値）
電力量計a
電力量計b
電力量計c
電力量計d
計測値の総和
実際の使用電力量の総和
a2
b2
z
c2
d2
a2
c2
d2
b2
z

[図7]

図 7


START
S11
総和の初期値(DefSumEN)をテーブル(AryA1[M])に書き込む
1
S12
各電力量計から電力量情報を取得
S13
不正電力量計有り?
YES
NO
S14
使用電力量Aの総和(SumEN)を求める
S15
SumENをAryA1[M]に書き込む
S16
正常電力量計の数(GoodCnt)を求める
S17
不正電力量計の数(BadCnt)を求める
S18
正常電力量計の使用電力量Aの総和(GoodEn)を求める
S19
仮総和(SumTemp)を求める。
S20
AryA1[M]から直近の総和(SumPast)を取得する
S21
SumTemp≦SumPast?
NO
YES
S22
SumPastをAryA1[M]に書き込む
S23
SumTempをAryA1[M]に書き込む
S24
NO
第2所定時間経過?
YES
1

[図8]

図 8

AryA1[M]

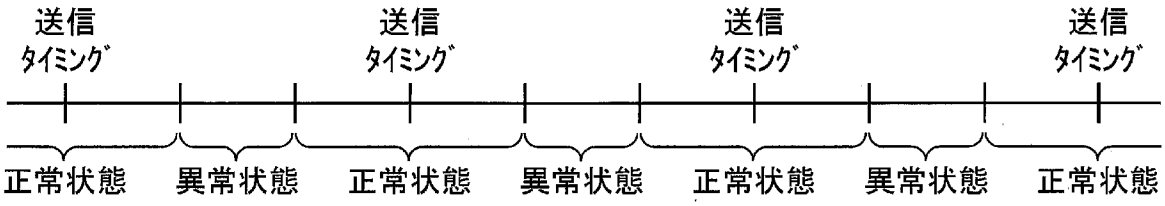
No	データ
1	SumEN
2	SumEN
3	SumEN
4	SumTemp
5	SumEN
6	SumEN
7	SumEN
8	SumEN
9	SumEN
10	DefSumEN

Now

Past

[図9]

図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/056869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R21/00(2006.01)i, *G01R11/24*(2006.01)i, *G01R35/00*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R21/00, G01R11/24, G01R35/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-58233 A (LS Industrial Systems Co., Ltd.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0014] to [0036], [0052] to [0059]; fig. 1 to 5, 9 to 11 & US 2012/0059609 A1 paragraphs [0043] to [0087], [0142] to [0172]; fig. 1 to 5, 9 to 11 & KR 10-1151050 B1 & CN 102435850 A	1-3
A	JP 2006-317166 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0009] to [0026]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 May 2016 (20.05.16)	31 May 2016 (31.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５６８６９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R21/00(2006.01)i, G01R11/24(2006.01)i, G01R35/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R21/00, G01R11/24, G01R35/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2012-58233 A (エルエス産電株式会社) 2012.03.22,【００１４】－【００３６】、【００５２】－【００５９】、【図１】－【図５】、【図９】－【図１１】 & US 2012/0059609 A1,[0043]-[0087],[0142]-[0172],Figs1-5,9-11 & KR 10-1151050 B1 & CN 102435850 A	1-3
A	JP 2006-317166 A (三菱電機株式会社) 2006.11.24,【０００９】－【００２６】、【図１】－【図４】 (ファミリーなし)	1-3

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２０．０５．２０１６	３１．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　５２６０
川瀬　正巳
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６