

(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2012-32409  
(P2012-32409A)

(43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**GO 1 R 22/00 (2006.01)** GO 1 R 22/00 1 3 0 C  
**GO 1 R 11/00 (2006.01)** GO 1 R 11/00 A

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-247739 (P2011-247739)  
 (22) 出願日 平成23年11月11日(2011.11.11)  
 (62) 分割の表示 特願2007-153041 (P2007-153041)  
 の分割  
 原出願日 平成19年6月8日(2007.6.8)  
 (31) 優先権主張番号 200610027396.4  
 (32) 優先日 平成18年6月8日(2006.6.8)  
 (33) 優先権主張国 中国(CN)

(71) 出願人 507190994  
 上海交通大学  
 中華人民共和国上海市閔行区東川路800号  
 (71) 出願人 000002853  
 ダイキン工業株式会社  
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号  
 梅田センタービル  
 (74) 代理人 110000202  
 新樹グローバル・アイピー特許業務法人  
 (72) 発明者 丁 漢  
 中華人民共和国上海市閔行区東川路800号  
 上海交通大学内

最終頁に続く

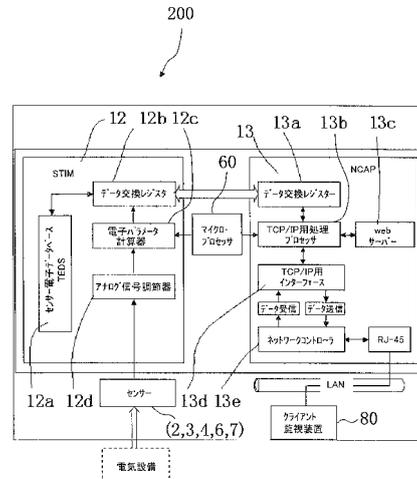
(54) 【発明の名称】 電力計及び電力監視システム

(57) 【要約】

【課題】 インターネットを介して電気設備の電力使用量を監視、制御することができる安価で精度の高い電力計を提供する。

【解決手段】 電力監視システム200は、センサーモジュール12と通信モジュール13とを備えた電力計100、通信モジュール13から受信したデータの表示、データの保存または電力計100の管理を行う電力計管理ソフトを備えたクライアント監視装置60とを備えている。電力計100は、一つのマイクロプロセッサ60により、センサーモジュール12における電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及び通信モジュール13におけるセンサーモジュールとのデータ交換処理とネットワーク通信処理を処理することができる。したがって、電力計全体のコストを削減することができる。

【選択図】 図8



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電気設備の電圧及び電流の値のサンプリング処理を行うとともにサンプリングされた測定値から電流データ、電圧データ、電力データの演算処理を行うセンサーモジュールと、前記センサーモジュールとのデータ交換処理及びTCP/IPプロトコルによるネットワーク通信処理を行う通信モジュールと、

一つのマイクロプロセッサを備えた電力計において、そのうち

前記センサーモジュールにおける電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及び前記通信モジュールにおけるセンサーモジュールとのデータ交換処理とネットワーク通信処理は一つのマイクロプロセッサにより制御されており、

10

前記マイクロプロセッサによる制御は、電源周期に基づいて前記電圧及び電流のサンプリング処理の時間間隔を調整し、

前記マイクロプロセッサによる制御は、電源周期及びサンプリング間隔に基づいて電流データまたは電圧データまたは電力データの補正を行い、

前記マイクロプロセッサによる制御は、電流または電圧の値のサンプリングの最終測定値に基づいて電流データまたは電圧データまたは電力データの補正を行う、

電力計。

**【請求項 2】**

前記マイクロプロセッサによる制御は、

前記電圧及び電流のサンプリング処理（P1）が行われる際、前記データの演算処理（P2）、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理（P3）は待機状態になり、

20

前記データの演算処理（P2）が行われる際、電圧及び電流のサンプリング処理（P1）、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理（P3）は待機状態になり、

前記通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理（P3）が行われる際、電圧及び電流のサンプリング処理（P1）及び前記データの演算処理（P2）は待機状態になるように制御を行う、請求項1に記載の電力計。

**【請求項 3】**

前記センサーモジュールは、それぞれ独立した複数の電気設備の電圧及び電流のサンプリングができるよう構成されており、前記マイクロプロセッサによる制御は、前記複数の電気設備のサンプリング処理（P1, P1', P1''）を時分割により実行される、請求項2に記載の電力計。

30

**【請求項 4】**

前記センサーモジュールは、電圧及び電流の値をサンプリングする電気設備を切替える切替部を有し、前記マイクロプロセッサによる制御は、演算処理（P2）またはネットワーク通信処理（P3）を行う前にサンプリングする電気設備を切替える、請求項3に記載の電力計。

**【請求項 5】**

前記マイクロプロセッサの実装基板は、電源回路と、アナログ回路と、デジタル回路とを備えており、前記電源回路とアナログ回路とデジタル回路とは共通の連結部により接続されている、請求項1に記載の電力計。

40

**【請求項 6】**

前記アナログ回路の増幅回路は差動増幅回路である、請求項5に記載の電力計。

**【請求項 7】**

前記通信モジュールはさらにWebサーバを有しており、

前記Webサーバページにおいて、測定した電力パラメータ値は更新可能である、請求項1に記載の電力計。

**【請求項 8】**

請求項1に記載の電力計と、クライアント監視装置とを備えており、

50

そのうち、前記クライアント監視装置は、ネットワークを介して、前記通信モジュールから受信したデータの表示、データの保存または電力計の管理を行う電力計管理ソフトを備えている、電力監視システム。

【請求項 9】

前記電力計管理ソフトは、クライアント監視装置で実行されるように、プログラミングされているとともに、前記電力計の通信モジュールの Webサーバから、ネットワークを通じて前記クライアント監視装置に転送され実行される、請求項 8 に記載の電力監視システム。

【請求項 10】

前記クライアント監視装置は、記憶部を備え、前記電力計管理ソフトは、ネットワークに接続される複数の電力計で測量した測定値、算出値を長時間収集できるとともに、電力計の通信モジュールの Webサーバから転送されたデータを収集し且つ保存することができる、請求項 8 に記載の電力監視システム。

10

【請求項 11】

前記電力計管理ソフトは、データ収集サンプリング開始時間、データ収集停止時間及びデータ収集サンプリングの時間間隔を設定することができるように構成されている、請求項 8 に記載の電力監視システム。

【請求項 12】

前記電力計管理ソフトは、前記測定値及び当該測定値の測定時刻をクライアント監視装置の記憶モジュールに保存することができる、請求項 8 に記載の電力監視システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子計器に関する技術分野、具体的には電力計及び電力監視システムに関する発明である。すなわち、電力測定処理及び演算処理とネットワークを通じた通信処理とを同時に行えるネットワーク接続電力計及びこのような電力計を備えた電力監視システムに関する。

【背景技術】

【0002】

エネルギー使用量を削減するためには、電気設備毎または建物の特定範囲毎の電気エネルギーの使用量を正確且つ安価に測定することが必要である。電気設備など末端負荷の電気エネルギー使用量を測量する装置として、マイクロプロセッサを用いたデジタル式電力計が提案されている（特許文献 1）。特許文献 1 に記載のデジタル式電力計は、入力電圧波形及び入力電流波形をサンプリングして A/D 変換を行い、デジタル変換された電圧データ及び電流データを乗算して瞬時電力を求め、サンプル期間内の平均電力を求め、平均電力の積和算結果を時間換算して積算電力を求めるようにしている。デジタル式電力計は、デジタルサンプリング及び電力演算を同時に行うことができ、複数信号システムを実現しやすく、機械式電力計に比べ精度が高いなどの特徴を有している。

30

【特許文献 1】特開平 5 - 172859

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献 1 に記載のデジタル式電力計では、遠隔制御ができないため、現場に出向いて電気設備の電気使用状況を読み取る必要がある。また、入力電圧波形及び入力電流波形を切れ目なくサンプリングするのではなく、一定期間だけサンプリングしているためサンプリングデータに誤差が発生する恐れがある。

【0004】

本発明の目的は、インターネットを介して電気設備の電力使用量を監視、制御することができる安価で精度の高い電力計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0005】

発明1に係る電力計は、センサーモジュールと通信モジュールと一つのマイクロプロセッサとを備えている。ここで、センサーモジュールにおいては、電気設備の電圧及び電流のサンプリングを行い、サンプリングされた測定値から電流データ、電圧データ、電力データの演算を行う。一方、通信モジュールにおいては、センサーモジュールとのデータ交換及びTCP/IPプロトコルによるネットワーク通信処理を行う。そのうち、センサーモジュールにおける電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及び通信モジュールにおけるセンサーモジュールとのデータ交換とネットワーク通信処理は一つのマイクロプロセッサにより制御されている。

## 【0006】

通常、ネットワークに接続されている電力計においては、センサーモジュールに設けられた一つのマイクロプロセッサにより電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理を制御し、通信モジュールに設けられたもう一つのマイクロプロセッサにより、通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換及びネットワーク通信処理を制御するように構成されている。

## 【0007】

しかし、発明1に係る電力計では、一つのマイクロプロセッサにより、センサーモジュールにおける電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及び通信モジュールにおけるセンサーモジュールとのデータ交換とネットワーク通信処理を処理することができる。したがって、電力計全体のコストを削減することができる。

## 【0008】

また、発明1に係る電力計において、マイクロプロセッサによる制御は、電源周期に基づいて電圧及び電流のサンプリング処理の時間間隔を調整するように構成されている。

## 【0009】

ここでは、一つのマイクロプロセッサにより、電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及びセンサーモジュールとのデータ交換とネットワーク通信処理を行うようになっている。よって、入力電圧波形及び入力電流波形を切れ目なくサンプリングするのではなく、一定期間だけサンプリングしているため、サンプリングデータに誤差が発生する恐れがある。そこで、発明1に係る電力計では、電源周期に基づいて電圧及び電流のサンプリング処理の時間間隔を調整するように構成し、最適なサンプリング間隔を求めて、その間隔でサンプリング処理を行うことにより、サンプリングデータに発生する誤差を最低限に抑えることができる。

## 【0010】

さらに、発明1に係る電力計において、マイクロプロセッサによる制御は、電源周期及びサンプリング間隔または、1周期の最終サンプリング間隔に基づいて電流データ、電圧データまたは電力データの補正を行うように構成されている。

## 【0011】

ここでは、入力電圧波形及び入力電流波形を切れ目なくサンプリングするのではなく、一定期間だけサンプリングすることにより発生するサンプリングデータの誤差を抑えるため、電流データ、電圧データまたは電力データの補正を行うようにしている。その際、電源周期及びサンプリング間隔または、1周期の最終サンプリング間隔に基づいて電流データ、電圧データまたは電力データの補正を行うことで、サンプリングデータに発生する誤差を最低限に抑え、電力計の精度を高めることができる。

## 【0012】

なお、発明1に係る電力計において、マイクロプロセッサによる制御は、電流または電圧の1周期のサンプリングの最終測定値に基づいて電流データまたは電圧データまたは電力データの補正を行うように構成されている。

## 【0013】

ここでは、サンプリングデータに発生する誤差を抑えるため、電流または電圧のサンプリングの最終測定値に基づいて電流データまたは電圧データまたは電力データの補正を行

10

20

30

40

50

うよう、マイクロプロセッサにより制御を行う。したがって、最適な補正値を得ることができ、電力計の精度を高めることができる。

【0014】

発明2に係る電力計は、発明1に係る電力計において、電圧及び電流のサンプリング処理(P1)が行われる際、データの演算処理(P2)、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換及びネットワーク通信処理(P3)は待機状態になり、データの演算処理(P2)が行われる際、電圧及び電流のサンプリング処理(P1)、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換及びネットワーク通信処理(P3)は待機状態になり、通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換及びネットワーク通信処理(P3)が行われる際、電圧及び電流のサンプリング処理(P1)及び前記データの演算処理(P2)は待機状態になるようにマイクロプロセッサによる制御が行われている。

10

【0015】

マイクロプロセッサは、フラッシュメモリとRAMとを有しており、電圧及び電流データサンプリングは、ダイレクトメモリアクセス(DMA)サンプリングにより行われるように構成されている。ここで、電圧及び電流データサンプリング処理(P1)、データの演算処理(P2)、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換及びネットワーク通信処理(P3)はそれぞれ割り込みにより起動され、一つのマイクロプロセッサにより、P1、P2、P3の処理を実現することができる。

【0016】

発明3に係る電力計は、発明2に係る電力計において、センサーモジュールがそれぞれ独立した複数の電気設備の電圧及び電流のサンプリングができるよう構成されており、複数の電気設備のサンプリング処理(P1, P1', P1'')を時分割により処理するように、マイクロプロセッサによる制御が行われている。

20

【0017】

ここでは、一つの電気設備の電力データ計測のみならず、それぞれ独立した複数の電気設備の電圧及び電流のサンプリングができるよう構成することで、電力計の使用効率を向上させることができる。

【0018】

発明4に係る電力計は、発明3に係る電力計において、センサーモジュールは、電圧及び電流をサンプリングする電気設備を切り替える切換部を有し、演算処理(P2)またはネットワーク通信処理(P3)を行う前にサンプリングする電気設備を切り替えるようマイクロプロセッサによる制御が行われている。

30

【0019】

ここでは、複数の電気設備のうち、特定の電気設備について電圧及び電流のサンプリング処理(P1)を行う際、まず切換部により電気設備の切り替えを行うことで、後で行う演算処理(P2)またはネットワーク通信処理(P3)に係る電気設備を特定することができるようにしている。

【0020】

発明5に係る電力計は、発明1に係る電力計において、マイクロプロセッサの実装基板は、電源回路と、アナログ回路と、デジタル回路とを備えており、電源回路とアナログ回路とデジタル回路とは共通のグランド連結部を有している。

40

【0021】

ここでは、例えば電源回路のアース部とアナログ回路のアース部及びデジタル回路のアース部とが一つの連結部でアースされている。もし、それぞれ異なるアース部でアースされた場合、それぞれのアース部における誤差が発生しやすい。ここでは、電源回路とアナログ回路とデジタル回路とは共通の連結部を有することで、連結部間の誤差の発生を抑え、電力計の精度を高めることができる。

【0022】

発明6に係る電力計は、発明5に係る電力計において、アナログ回路の増幅回路は差動

50

増幅回路である。

【0023】

発明7に係る電力計は、発明1に係る電力計において、通信モジュールはWebサーバをさらに備えており、Webサーバページにおいて、測定した電力パラメータ値は更新可能である。

【0024】

ここでは、電力計の通信モジュールにWebサーバをさらに備えることで、ネットワークを介して、電力計で測定した電力パラメータを送信することができる。

【0025】

発明8に係る電力監視システムは、請求項1に記載の電力計と、クライアント監視装置とを備えている。そのうち、クライアント監視装置は、ネットワークを介して、通信モジュールから受信したデータの表示、データの保存または電力計の管理を行う電力計管理ソフト備えている。

10

【0026】

発明9に係る電力監視システムは、発明8に係る電力監視システムにおいて、電力計管理ソフトは、クライアント監視装置で実行されるようにプログラミングされるとともに、電力計の通信モジュールのWebサーバからネットワークを通じてクライアント監視装置に転送され実行される。

【0027】

発明10に係る電力監視システムは、発明8に係る電力監視システムにおいて、クライアント監視装置は記憶部を備えており、電力計管理ソフトは、ネットワークに接続される複数の電力計で測量した測定値、算出値を長時間収集できるとともに、電力計の通信モジュールのWebサーバから転送されたデータを収集し且つ保存することができるように構成されている。

20

【0028】

発明11に係る電力監視システムは、発明8から発明10のいずれかに係る電力監視システムにおいて、電力計管理ソフトは、データ収集サンプリング開始時間、データ収集停止時間及びデータ収集サンプリングの時間間隔を設定することができるように構成されている。

【0029】

発明12に係る電力監視システムは、発明11に係る電力監視システムにおいて、電力計管理ソフトは、測定値とともに測定現在時刻をクライアント監視装置の記憶モジュールに保存することができるように構成されている。

30

【0030】

発明8から発明12に係る電力監視システムは、センサーモジュールと通信モジュールとを有する電力計と、クライアント監視装置とを備えており、クライアント監視装置は、ネットワークを介して、通信モジュールから受信したデータの表示、データの保存または電力計の管理を行う電力計管理ソフト備えている。したがって、ネットワークを介して、発明1から発明7のいずれかに記載の電力計の管理を行うことができる。

【発明の効果】

40

【0031】

以上の説明で述べたように、本発明によれば、以下の効果が得られる。

【0032】

発明1に係る電力計は、一つのマイクロプロセッサにより、センサーモジュールにおける電圧及び電流のサンプリング処理と演算処理及び通信モジュールにおけるセンサーモジュールとのデータ交換処理とネットワーク通信処理を処理することができる。したがって、電力計全体のコストを削減することができる。

【0033】

また、発明1に係る電力計は、電源周期に基づいて電圧及び電流のサンプリング処理の時間間隔を調整するように構成し、最適なサンプリング間隔を求めて、その間隔でサンブ

50

リング処理を行うことにより、サンプリングデータに発生する誤差を最低限に抑えることができる。

【0034】

さらに、発明1に係る電力計は、電源周期及びサンプリング間隔または、1周期の最終サンプリング間隔に基づいて電流データ、電圧データまたは電力データの補正を行うことで、サンプリングデータに発生する誤差を最低限に抑え、電力計の精度を高めることができる。

【0035】

なお、発明1に係る電力計は、電流または電圧の1周期のサンプリングの最終測定値に基づいて電流データまたは電圧データまたは電力データの補正を行うよう、マイクロプロセッサにより制御を行う。したがって、最適な補正值を得ることができ、電力計の精度を高めることができる。

10

【0036】

発明2に係る電力計は、電圧及び電流データサンプリング処理(P1)、データの演算処理(P2)、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理(P3)はそれぞれ割り込みにより起動され、一つのマイクロプロセッサにより、P1、P2、P3の処理を実現することができる。

【0037】

発明3に係る電力計は、発明2に係る電力計において、一つの電気設備の電力データのみならず、それぞれ独立した複数の電気設備の電圧及び電流のサンプリングができるよう構成することで、電力計の使用効率を向上させることができる。

20

【0038】

発明4に係る電力計は、複数の電気設備のうち、特定の電気設備について電圧及び電流のサンプリング処理(P1)を行う際、まず切換部により電気設備の切り替えを行うことで、サンプリング後で行う演算処理(P2)またはネットワーク通信処理(P3)に係る電気設備を特定することができるようにしている。

【0039】

発明5に係る電力計は、電源回路とアナログ回路とデジタル回路とは共通の連結部を有することで、連結部間の誤差の発生を抑え、電力計の精度を高めることができる。

【0040】

発明6に係る電力計は、発明5に係る電力計において、アナログ回路の増幅回路は差動増幅回路である。

30

【0041】

発明7に係る電力計は、電力計の通信モジュールにWebサーバをさらに備えることで、ネットワークを介して、電力計で測定した電力パラメータを送信することができる。

【0042】

発明8から発明12に係る電力監視システムは、センサーモジュールと通信モジュールとを有する電力計と、クライアント監視装置とを備えており、クライアント監視装置は、ネットワークを介して、通信モジュールから受信したデータの表示、データの保存または電力計の管理を行う電力計管理ソフト備えている。したがって、ネットワークを介して、発明1から発明10のいずれかに記載の機能の管理を行うことができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

本発明に係る電力計及び電力監視システムについて、添付図及び実施例に基づいて説明する。

【0044】

図1は、単相2線の電気回路の電力と三相3線の電気回路の電力とを同時に測定可能な本発明に係る電力計100の外観図である。ここで、電力計の本体フレーム1には、複数の連結部11が設けられている。ここで、単相2線の電気回路の電流センサー2と変圧器3及び三相3線の電気回路の電流センサー6、7と変圧器4はそれぞれ電線を通じて連結

50

部 1 1 に連結されている。

【 0 0 4 5 】

図 1 ( a ) に示すように、単相 2 線の電気回路と三相 3 線の電気回路とは互いに独立したチャンネルになっている。したがって、クライアント監視装置は必要に応じて、電気設備の電気回路のタイプを設定し、例えば単相 2 線、単相 3 線と三相 3 線等の電気回路がある線間電圧 9、10 が 240 V より小さい場合、図 1 中の変圧器 3、4 を省略することができる。電流センサー 2、6、7 は図 1 ( b ) に示すクランプ式であるため、追加の配線工事なしに容易に取り付けることができる。

【 0 0 4 6 】

また、この電力計は任意のチャンネルを単独で測定することができる。その際、測定対象となっていないチャンネルからの信号は入力されない。さらに当該電力計はチャンネル 1 またはチャンネル 2 からの電圧を当該電力計の電源モジュールの入力とすることで、当該電力計に電源供給することができるので、別途電源を設ける必要がない。

10

【 0 0 4 7 】

図 2 は、本発明に係る電力計 100 のシステムブロックである。図 2 に示すように、電力計 100 は、センサーモジュール 12 と通信モジュール 13 とを備えている。

【 0 0 4 8 】

センサーモジュール S T I M 12 は、図示しない内蔵変圧器、電子データベース T E D S 12 a、データ交換用レジスタ 12 b、電気パラメータの計算器 12 c、アナログ信号調節器 12 d を備えており、電気設備の電気信号 ( 電流と電圧 ) パラメータのサンプリング処理、サンプリングしたパラメータの演算処理等を行うと同時に電力計の管理も行う。電気設備の電気信号は、外部の電流センサー 2、6、7 及び内蔵変圧器により微弱交流信号として入力される。

20

【 0 0 4 9 】

入力された微弱交流信号は、アナログ信号調節器 12 d により、0 ~ 5 V の直流信号に転換される。電気パラメータの計算器 12 c は 0 ~ 5 V の直流信号に対してサンプリングを行い、サンプリングの電圧瞬間値と電流瞬間値によって電圧有効値、電流有効値、力率、周波数、有効電力、力率、積算有効電力と積算無効電力などの演算を行う。電子データベース T E D S 12 a は、電力計の I P アドレス、M A C アドレス、電力計が測定する電気設備の電気回路のタイプの認識、使用している変圧器と電流センサー - の変圧比、変流比の設定、電気設備の電力使用量の管理などを行うためのものである。

30

【 0 0 5 0 】

通信モジュール N C A P 13 は、データ交換用レジスタ 13 a、T C P / I P 用処理プロセッサ 13 b、W e b サーバ 13 c、T C P / I P 用インターフェース 13 d、ネットワークコントローラ 13 e 等を備えており、センサーモジュールと通信モジュールとのデータ交換及びネット通信処理を行うためのものである。ここで、ネットワークコントローラ 13 e は、電力計と E t h e r n e t ( 登録商標 ) とのインターフェースとして、ネットワークデータを送信、受信するためのものである。

【 0 0 5 1 】

T C P / I P 用インターフェース 13 d は、アドレス解析プロトコル A R P、インターネットプロトコル I P、ユーザー・データ・プロトコル U D P、ネットワークメッセージ制御プロトコル I C M P、伝送制御プロトコル T C P 及びハイパーテキスト転送プロトコル H T T P を実現し、ネットワークデータの解析とパッケージ処理を行う。

40

【 0 0 5 2 】

データを受信する時、T C P / I P 用処理プロセッサ 13 b により、ネットワークコントローラ 13 e の受信バッファからデータを読み込み、当該データに対して、リンク層、ネットワーク層、トランスポート層、アプリケーション層のそれぞれに対応するヘッダ処理、パケット処理、データ処理等を行う。

【 0 0 5 3 】

データを送信する時、T C P / I P 用処理プロセッサ 13 b は、前記受信時とは逆のプ

50

ロセスでヘッダ処理、パケット処理、データ処理等を行い、送信データを作成する。ネットワークコントローラ13eの送信バッファに当該送信データを書き込み、送信命令によりデータ送信を行う。

【0054】

Webサーバ13cはホームページの管理を行うとともに、ホームページ表示用のファイルを記憶装置に記憶させる。記憶装置としては、たとえば、FLASHメモリ装置等を用いる。

【0055】

ここで、センサーモジュール12と通信モジュール13とは、1つのマイクロプロセッサ60を共用しており、マイクロプロセッサ60は、データの演算処理P2、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理P3を行う。

10

【0056】

図3は、本発明に係る電力計100のセンサーモジュール部分の電気回路ブロックである。図3に示すように、本発明に係る電力計100のセンサーモジュールは、主に、スイッチ電源モジュール電気回路16、メモリモジュール電気回路15、CPUモジュール電気回路14、ネットワーク・インタフェース・モジュール電気回路17と信号切り替え処理モジュール電気回路18により構成されている。

【0057】

ここで、スイッチ電源モジュール電気回路16、CPUモジュール電気回路14、信号切り替え処理モジュール電気回路18は、共通の連結部によりグラウンドにアースされている。また、信号替え処理モジュール電気回路18の増幅回路は、差動増幅回路である。

20

【0058】

また、スイッチング電源モジュール電気回路16、CPUモジュール電気回路14、信号切り替え処理モジュール電気回路18は、それぞれ互いに影響されないアナログ回路用の電源及びGND、デジタル回路用の電源及びGNDを持っており、アナログ回路用の電源とデジタル回路用の電源は共通の連結部で接続され、かつ、アナログ回路用のGNDとデジタル回路用のGNDは共通の連結部で接続されている。つまり、いわゆる1点GNDにより接続されている。したがって、アナログ回路とデジタル回路の独立性が高く、不要なノイズが他の部分の電気回路へ混入することが少なく、安定した信号処理回路を実現することができる。

30

【0059】

さらに、信号切り替え処理部の入力段に設けられ、入力信号を増幅する回路は、差動増幅回路により構成されている。図2に示した外部の電流センサー2、6、7により取得された0~30mAの交流電流信号及び内蔵変圧器より取得された交流弱電圧信号Aはアナログ信号調整器12dを経過した後、0V~5Vの微弱電気信号に転換される。

【0060】

切り替え電気回路18cは、マイクロプロセッサ60の指令により、CPUモジュール回路14への入力を入力電気回路1(18a)又は電気回路2(18b)のいずれかに切り替える。

40

【0061】

マイクロプロセッサ60は、チャンネル1とチャンネル2に対するサンプリング処理及びA/D変換処理の時間間隔を設定し、サンプリング・データに対して演算処理を行って、電気パラメータの数値を算出する。また、CPUモジュール電気回路14は、電気パラメータのサンプリング処理と演算処理の他、TCP/IPプロトコル用処理も行う。

【0062】

メモリモジュールの電気回路15は、たとえば、512KBのFLASHメモリと32KBのSRAMから構成されており、FLASHメモリとSRAMはそれぞれ英文、中文のホームページと臨時のデータを保存するのに用いられる。ネットワーク・インタフェース・モジュール電気回路17は、電力計100とInternetとの間のインタフェー

50

スを構成し、電力計 100 と外部との情報交換を実現する。電源モジュール 16 は、例えば、チャンネル 1 の電圧を入力し、整流フィルタを経て 5 V の直流電圧を出力し、もって電力計の電源とする。

【0063】

図 4 ( a ) は、電流 センサー 2、6、7 により取得した電流信号の波形、内蔵変圧器により取得した電圧信号とを表わしており、19 は電圧信号、20 は電流信号である。図 4 ( b ) は、電圧信号を演算増幅回路によりパルス整形することで生成されたパルス信号 21 である。

【0064】

該パルス信号はマイクロプロセッサの外部割り込み端子に送られ、該パルス信号の立ち下がりエッジでマイクロプロセッサの割り込み処理を行い、当該割り込み処理によりサンプリング処理等が行われる。

【0065】

割り込みのリセット処理が行われた後、マイクロプロセッサ 60 により、データの演算処理 P 2、及び通信モジュールとセンサーモジュールとのデータ交換処理及びネットワーク通信処理 P 3 などが実行され、この一連の処理が測定チャンネル毎に繰り返し実行される。

【0066】

図 4 のうち、電圧信号 19 により生じた同時性のパルス信号 21 は、マイクロプロセッサ 60 のカウンター信号源とされる。リセットされた際、IP 電力計の 3 つの工程 P 1、P 2、P 3 は待機状態にある。電圧信号の第 1 周波が送られた際、すなわち  $t_0$  時刻においては、マイクロプロセッサ 60 の外部割り込み端子にはレベル変化にともなう割り込みが発生する。割り込み処理過程でサンプリング標識が 1 に設定され、電圧電流信号のサンプリング P 1 工程が開始される。電圧信号 19 の第 1 周波において、マイクロプロセッサ 60 はチャンネル 1 ( 18 a ) の電圧信号 19 と電流信号 20 に対してサンプリングを行い、サンプリングのデータを RAM に保存する。サンプリング処理 P 1 工程が実行される場合、P 2、P 3 は待機状態となる。 $t_1$  時刻において、マイクロプロセッサ 60 の外部割り込み端子には再度レベル変化にともなう割り込みが発生する。割り込み処理過程でサンプリング標識が 0 に設定されると同時に、電気パラメータ演算標識が 1 に設定され、P 2 工程が実行され、P 1、P 3 は待機状態となる。マイクロプロセッサ 60 は、サンプリングされた電圧信号、電流信号に基づいて有効電圧値、有効電流値など 8 つの電気パラメータ値を計算する。電気パラメータ値の計算が終了すると、有効電力、無効電力の累積値はマイクロプロセッサ内部データ FLASH メモリに記憶される。

【0067】

$t_2$  時刻において、電気パラメータ演算標識が 0 に設定された場合、N - 2 の電圧周期内において、P 1、P 2 は待機状態となり、P 3 工程が実行される。マイクロプロセッサ 60 はクライアント監視装置からの要求に応じて通信処理を行う。ここで、時刻  $t_2$  は不確定値であり、電圧信号の周波数及び計算量によって決められ、電気パラメータ演算時間は 1 または 2 の周波内である。N - 2 周波でネット通信処理が終了した後、マイクロプロセッサ 60 は異なるチャンネルに切り替え、同様の処理を行う。このようなサイクルが繰り返されることにより、一つのマイクロプロセッサを用いて、時分割処理により電圧電流信号のサンプリング処理 P 1、電気パラメータ値の計算処理と保存処理 P 2、ネット通信処理 P 3 を実現することができる。

【0068】

図 5 は、電圧電流信号のサンプリング処理 P 1 工程を示している。ここで、19' は電圧信号、20' は電流信号である。外部割り込み過程でサンプリング標識を 1 に設定した後、マイクロプロセッサのタイマーがスタートされる。このとき、セット時間は T に、タイマーのモードは連続カウンタモードに設定される。

【0069】

セット時間に達すると、タイマー割り込みが発生し、DMA ( Direct Memo

10

20

30

40

50

r y A c c e s s ) 処理により電流信号および電圧信号のサンプリング処理が開始される。

【 0 0 7 0 】

サンプリング終了後、サンプリング結果を指定されたメモリに記憶させる。次回のタイマーの割り込みが発生するまで待機し、タイマー割り込みが発生すると、次の D M A 処理によるサンプリングをスタートさせ、サンプリング標識が解除されるまで行う。

【 0 0 7 1 】

ここでは、電流信号のサンプリング漏洩の補正を例に、電圧信号及び電流信号のサンプリング漏洩を補正する方法について説明する。

【 0 0 7 2 】

ここでは、電流信号及び電圧信号のサンプリングミスにより実効値に誤差が生じる現象（以下、「サンプリング漏洩」という。）を補正する方法について説明する。

【 0 0 7 3 】

通常、連続する電圧信号  $u$  の実効値は、式 ( 1 ) に基づいて計算される。

【 0 0 7 4 】

【 数 1 】

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt} \quad (1)$$

10

20

離散時間でサンプリングした電圧値（サンプリング数は  $N$  とする。）により電圧信号  $u$  の実効値を求める場合、式 ( 2 ) に基づいて電圧信号の実効値が計算される。

【 0 0 7 5 】

【 数 2 】

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N u_i^2}{N}} \quad (2)$$

30

式 ( 2 ) においては、電圧信号  $u$  の信号周期が図 6 で示したように、 $N$  のサンプル周期に均等に分けられると仮定する。しかし、実際の使用環境において、入力信号の信号周期は常に一定ではなく、ズレが生ずる場合がある。また、信号処理回路が不安定であると、信号周期にわずかな変化が発生する原因になっており、信号周期  $T$  が  $N$  のサンプル周期に均等に分けられることを保証することは難しい。このため、式 ( 2 ) による計算結果には誤差が発生しやすい。これが図 7 で示したいわゆるサンプリング漏洩である。図 7 ( a ) は電圧信号のパルス信号を表している。図 7 ( b ) において、19 a は電圧信号を表し、20 a は電流信号を表している。図 7 ( c ) は、図 7 ( b ) の破線の部分を拡大したものである。図 7 において、電圧及び電流の信号周期はサンプル周期  $T S$  によって均等に分けられていない。すなわち、 $t_1$  と  $t_2$  との間隔はサンプル周期  $T S$  より短いため、サンプリング漏洩が発生している。図 7 ( c ) における斜線部分 A 及び B は、それぞれ電圧信号のサンプリング漏洩および電流信号のサンプリング漏洩を表している。

40

【 0 0 7 6 】

そこで、式 ( 3 ) に基づいて電流信号の実効値を計算することにより、電流信号のサンプリング漏洩を補正し、サンプリングの精度を確保することができる。

これにより誤差の少ない電流信号の実効値を取得することができる。なお、電圧値につい

50

ても同様の補正により誤差の少ない電圧信号の実効値を取得することができる。

【 0 0 7 7 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
 U &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{T} \left[ \frac{Ts}{2} (i_0^2 + i_1^2) + \frac{Ts}{2} (i_1^2 + i_2^2) + \dots + \frac{Ts}{2} (i_{N-2}^2 + i_{N-1}^2) + \frac{t_2 - t_1}{2} (i_{N-1}^2 + i_N^2) \right]} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{T} \left[ Ts \left( \sum_{i=1}^{N-2} i_i^2 \right) + \frac{Ts}{2} i_{N-1}^2 + \frac{Ts}{2} i_0^2 + \frac{t_2 - t_1}{2} (i_{N-1}^2 + i_N^2) \right]} \quad (3)
 \end{aligned}$$

10

また、図 7 から分るように、 $i_0 = i_N$  である。 $t_2$  と  $t_1$  間の間隔を微小にした場合、 $i_N = i_{N-1}$  と仮定することができる。したがって、式 (3) から次の式 (4) が得られる。

【 0 0 7 8 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned}
 U &= \sqrt{\frac{1}{T} \left[ Ts \left( \sum_{i=1}^{N-1} i_i^2 \right) + (t_2 - t_1) i_{N-1}^2 \right]} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{Ts * (N-1) + (t_2 - t_1)} \left[ Ts \left( \sum_{i=1}^{N-1} i_i^2 \right) + (t_2 - t_1) i_{N-1}^2 \right]} \quad (4)
 \end{aligned}$$

30

式 (4) において、 $(t_2 - t_1)$  は未知数である。この未知数は、 $T$ 、 $TS$  及び  $N$  を用いて計算しても良いし、別の方法として  $t_2$  と  $t_1$  間の間隔を計算するため、外部割込み発生時  $t_2$  に例えば、2進カウンターのカウンター値を読み取る。そして、2進カウンターのカウント値の増加によって、 $t_2$  と  $t_1$  間の時間間隔を計算する方法もある。理論上、上記の補正により電圧信号のほぼ正確な値を得ることができる。

【 0 0 7 9 】

次に、電力監視システムについて説明する。図 8 に示す電力監視システム 200 は、図 2 に示したセンサーモジュール 12 と通信モジュール 13 とを備えた電力計 100 に、通信モジュール 13 から受信したデータの表示、データの保存または電力計 100 の管理を行う電力計管理ソフトを備えたクライアント監視装置 60 がさらに加えられたものである。

40

【 0 0 8 0 】

図 9 は、クライアントのクライアント監視装置 80 と電力計 100 の Web サーバ 13c とのやりとりを示したものである。まず、クライアント監視装置 80 から電力計 100 の Web サーバ 13c に通信開始要求 (Request) を行うと、Web サーバ 13c からクライアント監視装置 80 に対して応答 (ACK) がなされる。その後、クライアント監視装置 80 からデータの転送要求がなされると、Web サーバ 13c からクライアント監視装置 80 へデータが転送され、クライアント監視装置 80 に図 10 に示した画面が

50

表示される。画面の上部に電力計の配置に関する3つのアイコンがある：電気回路のタイプとPT/CT比の読み取り22、電気回路のタイプとPT/CT比の設定23、積算有効電力/積算無効電力のリセット24である。

#### 【0081】

クライアント監視端末装置80で“電気回路のタイプとPT/CT率の読み取り”タブ22内の読み取りアイコンをクリックすると、アイコンの表示領域25で電力計の2本の通路の電気回路のタイプとPT/CT比が表示される。“電気回路のタイプとPT/CT比の設定”タブ23アイコンをクリックすると、図11に示したような画面が図10中のアイコン表示領域25に表示される。ここで、クライアント監視装置80では、電力計の2本のチャンネルの電気回路のタイプとPT/CT率をそれぞれ設定することができる。また、プルダウン・メニューを通じて電気回路のタイプを単相2線、単相3線と三相3線の間で選択することができる。

10

#### 【0082】

“積算有効電力/積算無効電力リセット”24タブをクリックすると、図12に示したような画面が図10中のアイコン表示領域25に表示され、異なった組合せにより2本のチャンネルの累計値をクリアすることができる。チャンネルの選択27は電力計の2本のチャンネルの間で選択され、あるチャンネルが選択された場合、選択されたチャンネルの電気パラメータの数値として現在値29と積算値30とが表示される。電力計の性能を高めるため、上述したクライアント監視端末装置80と電力計100との間のデータ交換処理はすべてUDPにより行っている。クライアント監視端末装置80は一秒ごとにUDPにより、電力計100にデータの転送要求をし、Webページ上に表示するデータの更新を行う。

20

#### 【0083】

電力計管理ソフトは“データ収集ソフトウェア”(図13)と“IPアドレス設定とWebサーバーアップロードソフトウェア”(図14と図15)とを備えている。

#### 【0084】

“データ収集ソフトウェア”はLANにおいて、電力計が採集するデータを長い時間にわたって収集するためのものである。このソフトウェアを使用して、電気設備の電気使用状況データを収集することができ、収集したデータをCSVフォーマットのファイルに保存することができ、クライアントが設備整備を行う際に参照することができる。図13に示した画面では、LANにおける8つの電力計100のデータを同時に収集して、IPアドレスの入力区32で電力計のIPアドレスを入力することができる。時間設置区33では、データサンプリングの開始時間、停止時間及びサンプリング間隔を設定することができる。一つの電力計100のデータは1つのファイルで保存し、ファイルのディレクトリを随意選択して保存することができる。ファイル名は、サンプリング開始時間と個々の電力計のIPアドレスの組合せである。1つのデータを収集する毎に、クライアントは電力計100にUDPパケットを送信してデータ転送要求を行い、電力計100ではUDPにより、最新の電気パラメータの数値データをクライアント監視端末装置60に送信する。

30

#### 【0085】

図14に示すように、“IPアドレス設定とホームページアップロードソフトウェア”は、LANにおいて指定された電力計100のIPアドレスAAAを指定するためのものである。

40

#### 【0086】

クライアント監視端末装置60は、通信先とする電力計100のIPアドレスを設定し、AAIPアドレスAを用い、電力計100と通信を行う。

#### 【0087】

通信先である電力計100は、センサーモジュール12のIEEE1451準拠の電子データベースTEDS(Transducer Electronic Data Sheet)に対応するデータを取得し、TEDS形式のデータとして記憶する。

#### 【0088】

電力計100で取得したTEDS形式のデータは、クライアント監視端末装置60で通

50

信を介して、閲覧することができる。

【0089】

例えば、電力計100のWebサーバ13cでTEDS形式のデータからHTML形式のデータを生成し、クライアント監視端末装置60で閲覧できるようにHTTPによる通信を行うことができる。この場合、TEDS形式のデータが更新される度に電力計100で生成されたHTML形式のデータも更新して、メモリモジュール15に記憶しておき、それをクライアント監視端末装置60が電力計100のWebサーバ13cに対して閲覧要求を出すことで、クライアント監視端末装置100での取得データの更新も行うことができる。

【0090】

また、電力計100のWebサーバ13cにTEDS形式データをリアルタイム表示させるJAVA(登録商標)アプレットを用意しておき、クライアント監視端末装置60で当該アプレットをダウンロードし、動作させることで、リアルタイムにクライアント監視端末装置60で電力計100のセンサーモジュール12で取得したデータを閲覧できるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】(a)電力計の外観概略図 (b)センサー連結部拡大図

【図2】電力計のシステムブロック図

【図3】電力計の電気回路ブロック図

【図4】(a)電圧信号及び電流信号の波形を表す図 (b)電圧パルス信号を表す図

【図5】電圧信号及び電流信号のサンプリング過程を表す図

【図6】電圧信号の信号周期を表す図

【図7】(a)電圧パルス信号を表す図 (b)電圧信号及び電流信号サンプリングの漏洩を表す図 (c)図7(b)の破線部分の拡大図

【図8】電力計監視システム概略図

【図9】電力計監視システムの通信模式図

【図10】電力計Webサーバからダウンロードした画面

【図11】電気回路のタイプとPT/CT率を表す表示画面

【図12】積算有効電力/積算無効電力リセット時の表示画面

【図13】データ収集時の表示画面

【図14】IP配置を表す表示画面

【図15】Webサーバアップロードを表す表示画面

【符号の説明】

【0092】

- 1 電力計の本体フレーム
- 2 チャンネル1の電流センサー
- 3 チャンネル1の変圧器
- 4 チャンネル2の変圧器
- 5 RJ 45インタフェース
- 6 チャンネル2の第1電流センサー
- 7 チャンネル2の第2電流センサー
- 8 ネット連結線
- 9 単相2線の電力線
- 10 三相3線の電力線
- 11 変圧器及び電流センサーの連結部
- 12 センサーモジュール
- 13 通信モジュール
- 14 マイクロプロセッサモジュール電気回路

10

20

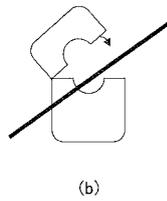
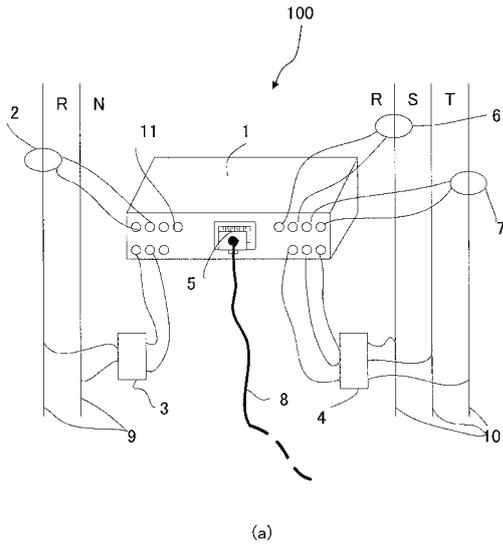
30

40

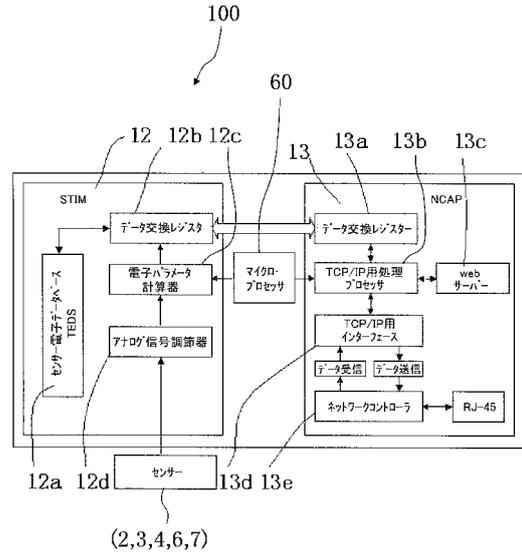
50

1 5	メモリのモジュール電気回路	
1 6	スイッチ電源モジュール電気回路	
1 7	ネットワークインタフェースモジュール電気回路	
1 8	信号切り替え処理モジュール電気回路	
1 8 a	電気回路 1 の信号処理モジュール電気回路	
1 8 b	電気回路 2 の信号処理モジュール電気回路	
1 8 c	電気回路 1 と電気回路 2 の切り替え電気回路	
1 9	電圧信号	
2 0	電流信号	
2 1	電圧パルス信号	10
2 2	電気回路のタイプと P T / C T 比を読み取るアイコン	
2 3	電気回路のタイプと P T / C T 比を設定するアイコン	
2 4	積算電力と積算無効電力をリセットするアイコン	
2 5	アイコンの表示区	
2 6	選択チャンネルの電気回路タイプ表示アイコン	
2 7	チャンネル選択アイコン	
2 8	現在時表示	
2 9	現在値	
3 0	積算値	
3 1	電力計の個数選択アイコン	20
3 2	電力計の I P アドレス入力領域	
3 3	時間設定領域	
3 4	保存ファイルのパス設定領域	
3 5	スタートと停止ボタン	
3 6	状態バー	
6 0	マイクロプロセッサ	
8 0	クライアント監視措置	
1 0 0	電力計	
2 0 0	電力計監視システム	

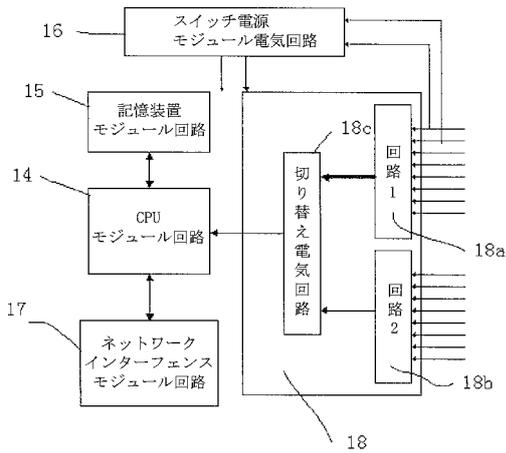
【 図 1 】



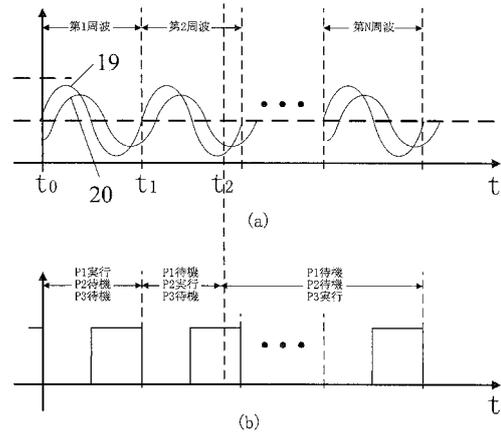
【 図 2 】



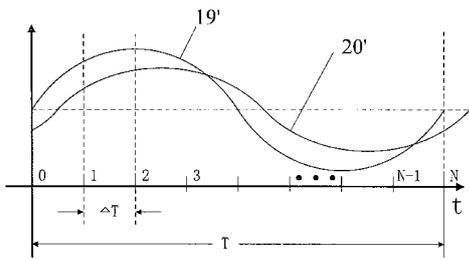
【 図 3 】



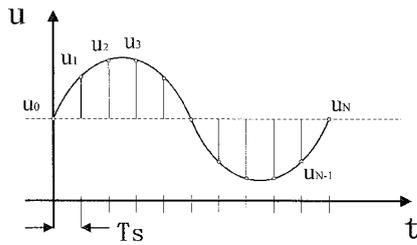
【 図 4 】



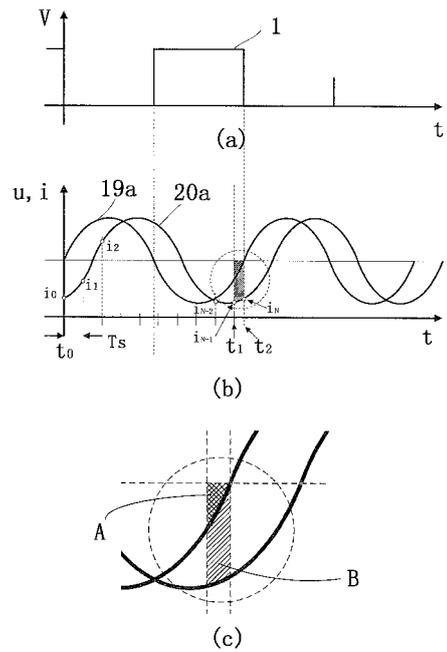
【 図 5 】



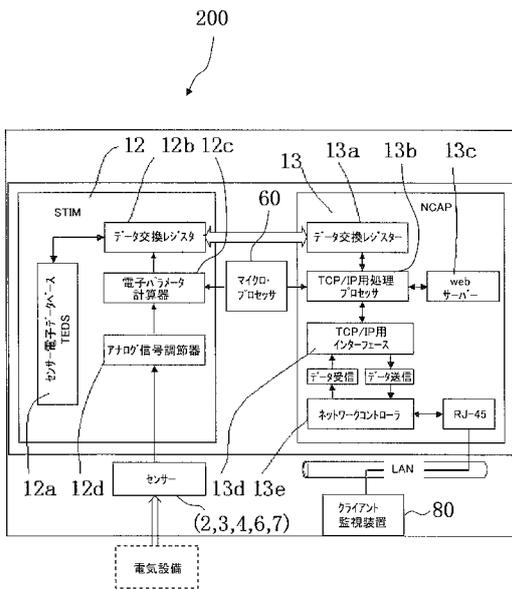
【 図 6 】



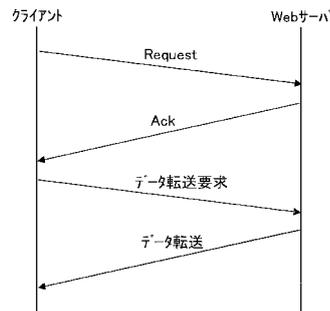
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

22 23 24

回路形式とPT/CT比の読み 回路形式とPT/CT比の設定 積算電力/積算無効電力リセット

IPアドレス 10.0.28.120

回路形式	回路1	回路2
PT比	1P2W	1P2W
CT比1	100.0	100.0
CT比2	100.0	100.0

読み取り

IPアドレス 10.0.28.120 回路番号 1

開始

回路形式 1P2W 時間 12:25:06

現在値

電圧 366.5 V 電流 8.5 A

力率 99 % 周波数 50 Hz

電力 3110 W 無効電力 380 VVar

累積値

積算電力 76 kWh 積算無効電力 0 kVar

【 図 1 1 】

回路形式とPT/CT比の読み 回路形式とPT/CT比の設定 積算電力/積算無効電力リセット

IPアドレス 10.0.28.120

回路形式	回路1	回路2
PT比	1P2W	1P2W
CT比1	100.0	100.0
CT比2	100.0	100.0

設置

【 図 1 2 】

回路形式とPT/CT比の読み 回路形式とPT/CT比の設定 積算電力/積算無効電力リセット

IPアドレス 10.0.28.120

回路1 回路2

積算電力

積算電力

リセット

【 図 1 3 】

Data Gathering Software 1.0

Setting Menu

IP Addresses

Number of units

Start time 2005-9-22 9:53

End time 2005-9-22 9:53

Interval (1-60 minutes) 5

Directory C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\Fo

Start Stop

Ready

【 図 1 5 】

Setting MAC & IP Address Uploading File

Index	File Name	Size
1	D:\Web971_51A_32e1	3637
2	D:\Web971_51B_32e1	467
3	D:\Web971_51C_32e1	245
4	D:\Web971_51Web_MeterE.jar	51404
5	D:\Web971_51Web_MeterC.jar	51386

IP Address 10.0.28.120 Port 4040

Upload

【 図 1 4 】

Setting MAC & IP Address Uploading File

MAC Address 00-0E-A6-27-15-84

IP Address 10.0.28.120

Gateway IP Address 10.0.28.1

Subnet Mask 255.255.255.0

---

フロントページの続き

- (72)発明者 張 波  
中華人民共和国上海市閔行区東川路800号 上海交通大学内
- (72)発明者 陶 波  
中華人民共和国上海市閔行区東川路800号 上海交通大学内
- (72)発明者 丁 ヨウ  
中華人民共和国上海市閔行区東川路800号 上海交通大学内
- (72)発明者 石田 耕一  
大阪府堺市北区金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内