

(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2012-225767

(P2012-225767A)

(43) 公開日 平成24年11月15日(2012.11.15)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO 1 R 21/133 (2006.01)** GO 1 R 21/133 B  
 GO 1 R 21/133 A

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-93600 (P2011-93600)  
 (22) 出願日 平成23年4月20日 (2011. 4. 20)

(71) 出願人 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100105647  
 弁理士 小栗 昌平  
 (74) 代理人 100108589  
 弁理士 市川 利光  
 (74) 代理人 100119552  
 弁理士 橋本 公秀  
 (72) 発明者 官村 雄介  
 大阪府門真市大字門真1048番地 パナ  
 ソニック電工株式会社内  
 (72) 発明者 塩川 明実  
 大阪府門真市大字門真1048番地 パナ  
 ソニック電工株式会社内

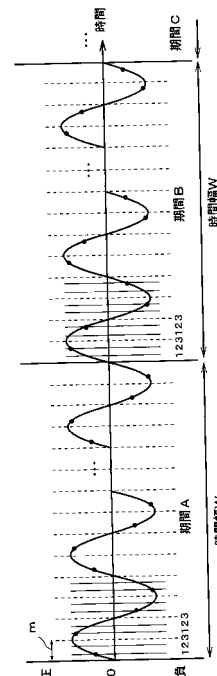
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力計測装置

(57) 【要約】

【課題】サンプリング数を増加させることなく、高い周波数の信号のAD変換を行い、電力を高精度に計測する電力計測装置を提供する。

【解決手段】AD変換器15は、切替制御部19によって設定されたADサンプリングタイミングで電圧と電流の信号をサンプリングし、AD変換を行う。ADサンプリング周期mをn分割する際、例えばm = 電源周期の1/4、n = 3が設定される。期間Aでは、3つのADサンプリングタイミングのうち、第1タイミングでAD変換が行われる。期間Bでは、3つのADサンプリングタイミングのうち、第2タイミングでAD変換が行われる。さらに、期間Cでは、3つのADサンプリングタイミングのうち、第3タイミングでAD変換が行われる。3つのADサンプリングタイミングを1つずつずらすことで、3倍のADサンプリング周波数でサンプリングを行った場合と同等に高精度に電力を検出することができる。



【選択図】 図2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電源から負荷に供給される電力を計測する電力計測装置であって、  
前記電力が供給される負荷の電圧と電流の信号をサンプリングして A/D 変換を行う A/D 変換手段と、

前記 A/D 変換手段によって A/D 変換が行われた電圧と電流の値を乗算して電力を演算する演算手段と、

前記 A/D 変換手段のサンプリング周期  $m$  を  $n$  等分に分割して  $m/n$  間隔でサンプリングするタイミングを設定し、1 番目のタイミングでサンプリングする期間を第 1 期間とし、  
 $n$  番目のタイミングでサンプリングする期間を第  $n$  期間とし、前記第 1 期間～第  $n$  期間を  
所定の時間幅毎に切り替える切替手段とを備え、

前記 A/D 変換手段は、前記切替手段によって切り替えられた期間のタイミングでサンプリングする電力計測装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の電力計測装置であって、

前記演算手段が電力を演算する期間は、少なくとも前記所定の時間幅を  $n$  回分加えた期間である電力計測装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の電力計測装置であって、

前記所定の時間幅は、電源周期の自然数倍である電力計測装置。

**【請求項 4】**

請求項 1～3 のうちいずれか一項に記載の電力計測装置であって、

前記切替手段は、前記第 1 期間～第  $n$  期間を所定の順序で切り替えた後、次回、前記第 1 期間～第  $n$  期間を切り替える順序を、前回とは異なる順序で切り替える電力計測装置。

**【請求項 5】**

請求項 4 記載の電力計測装置であって、

前記切替手段は、前記第 1 期間～第  $n$  期間の切り替え順序を順列で変える電力計測装置

**【請求項 6】**

請求項 4 記載の電力計測装置であって、

前記切替手段は、前記第 1 期間～第  $n$  期間の切り替え順序を不規則に変える電力計測装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 記載の電力計測装置であって、

前記  $n$  は 2 である電力計測装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 記載の電力計測装置であって、

前記所定の時間幅は、前記電圧と電流の各信号の半波期間である電力計測装置。

**【請求項 9】**

請求項 7 記載の電力計測装置であって、

前記切替手段は、前記第 1 期間と第 2 期間を切り替えた順序と逆の順序で、次回、前記第 1 期間と第 2 期間を切り替える電力計測装置。

**【請求項 10】**

請求項 1～9 のうちいずれか一項に記載の電力計測装置であって、

前記 A/D 変換手段は、第 2 の時間幅毎に、前記サンプリング周期  $m$  の開始タイミングを、前記信号が負から正または正から負に変化して零を横切るタイミングに調整する電力計測装置。

**【請求項 11】**

請求項 1～10 のうちいずれか一項に記載の電力計測装置であって、

前記 A/D 変換手段が前記電圧と電流の信号の A/D 変換を時分割で行う場合、前記切替手

10

20

30

40

50

段は、第3の時間幅毎にA/D変換の順序を前記電圧と電流でどちらを先にするかを入れ替える電力計測装置。

【請求項12】

請求項1～11のうちいずれか一項に記載の電力計測装置であって、  
電源周波数によらず、1周期のサンプリング個数を所定の数に固定する電力計測装置。

【請求項13】

請求項1ないし12のいずれか一項に記載の電力計測装置であって、  
少なくとも1つの電源から電力が供給される複数の負荷の電圧と電流の信号を時分割でサンプリングし、前記複数の負荷に供給される電力をそれぞれ求める電力計測装置。

【請求項14】

請求項13に記載の電力計測装置であって、  
前記複数の負荷を前記所定の時間幅毎に切り替えて前記電圧と電流の各信号をサンプリングする際、前記切替手段は、前記負荷毎に前記第1期間～第n期間の切り替え順序を変える電力計測装置。

【請求項15】

請求項14に記載の電力計測装置であって、  
前記切替手段は、前記負荷毎の前記第1期間～第n期間の切り替え順序を順列に従って変える電力計測装置。

【請求項16】

請求項14に記載の電力計測装置であって、  
前記切替手段は、前記負荷毎の前記第1期間～第n期間の切り替え順序を不規則に変える電力計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電圧と電流の信号をサンプリングしてA/D変換を行い、電力を計測する電力計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D(Analog Digital)変換器を用いて、入力電圧波形及び入力電流波形をサンプリングし、各サンプリング結果を乗算することにより有効電力を計測するサンプリング式電力計が知られている(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

図13を参照して従来のサンプリング式電力計を説明する。図13は、従来のサンプリング式電力計の内部構成を表すブロック図である。サンプリング式電力計110では、入力端子T1に入力されたアナログ電圧信号eは、A/D変換器131により、デジタル信号に変換される。また、入力端子T2に入力されたアナログ電流信号iは、A/D変換器132により、デジタル信号に変換される。

【0004】

2つのA/D変換器131、132は、クロック発生器113により出力された信号を共通のクロック信号とし、このクロック信号の発生タイミングに同期してアナログ電圧信号e、アナログ電流信号iをそれぞれサンプリングし、デジタル信号に変換する。

【0005】

従って、2つのA/D変換器131、132から、同一時刻のサンプリング値である電圧信号 $e(t)$ 、電流信号 $i(t)$ が出力される。なお、電圧信号 $e(t)$ 、電流信号 $i(t)$ は、離散的な時刻tにおける値である。

【0006】

この様にしてクロック信号が発生する度に、時刻 $t = t_1, t_2, \dots$ におけるサンプリング値の組合せ $(e(t_1), i(t_1))$ 、 $(e(t_2), i(t_2))$ 、 $\dots$ が、2つ

10

20

30

40

50

の A D 変換器 1 3 1、1 3 2 から演算器 1 1 1 に出力される。

【 0 0 0 7 】

演算器 1 1 1 は、この入力されたデジタル値 ( $e(t)$ ,  $i(t)$ ) を基に、電圧値及び電流値を乗算し、時刻  $t$  における瞬時電力  $W(t)$  を算出する。更に、演算器 1 1 1 は、複数個の瞬時電力を平均化する平均化演算を行って有効電力 (平均電力) を算出する。なお、演算器 1 1 1 は、例えば D S P (Digital Signal Processor) 又は C P U (Central Processing Unit) 等により構成される。算出された有効電力は、表示器 1 1 2 により表示される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開平 0 4 - 1 0 9 1 7 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

しかしながら、上述従来の電力計測装置では、次の様な問題があった。電力演算において、高調波等の高い周波数の信号を取り込む場合、その周波数成分に応じてクロック信号の周期を短くする必要がある。このため、電力演算において、サンプリング周波数が高くなり、サンプリング数が増加することになる。

【 0 0 1 0 】

20

このような高速なサンプリングを行うためには、A D 変換器及び C P U (マイコン) を高性能のものを用いなければならず、電力計測装置の製造コストが増加する。つまり、電力計測装置を安価に構成した場合、高周波の電力を高精度に計測することが困難である。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上述した従来の事情に鑑みてなされたものであり、サンプリング数を増加させることなく、高い周波数の信号の A D 変換を行い、電力を高精度に計測する電力計測装置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 】

【 0 0 1 2 】

本発明は、上述した電力計測装置であって、電源から負荷に供給される電力を計測する電力計測装置であって、前記電力が供給される負荷の電圧と電流の信号をサンプリングして A D 変換を行う A D 変換手段と、前記 A D 変換手段によって A D 変換が行われた電圧と電流の値を乗算して電力を演算する演算手段と、前記 A D 変換手段のサンプリング周期  $m$  を  $n$  等分に分割して  $m/n$  間隔でサンプリングするタイミングを設定し、1 番目のタイミングでサンプリングする期間を第 1 期間とし、 $n$  番目のタイミングでサンプリングする期間を第  $n$  期間とし、前記第 1 期間 ~ 第  $n$  期間を所定の時間幅毎に切り替える切替手段とを備え、前記 A D 変換手段は、前記切替手段によって切り替えられた期間のタイミングでサンプリングする。

30

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記演算手段が電力を演算する期間は、少なくとも前記所定の時間幅を  $n$  回分加えた期間である。

40

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記所定の時間幅は、電源周期の自然数倍である。

【 0 0 1 5 】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記第 1 期間 ~ 第  $n$  期間を所定の順序で切り替えた後、次回、前記第 1 期間 ~ 第  $n$  期間を切り替える順序を、前回とは異なる順序で切り替える。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記第 1 期間 ~ 第

50

n 期間の切り替え順序を順列で変える。

【0017】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記第1期間～第n期間の切り替え順序を不規則に変える。

【0018】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記nは2である。

【0019】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記所定の時間幅は、前記電圧と電流の各信号の半波期間である。

【0020】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記第1期間と第2期間を切り替えた順序と逆の順序で、次回、前記第1期間と第2期間を切り替える。

【0021】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記AD変換手段は、第2の時間幅毎に、前記サンプリング周期mの開始タイミングを、前記信号が負から正または正から負に変化して零を横切るタイミングに調整する。

【0022】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記AD変換手段が前記電圧と電流の信号のAD変換を時分割で行う場合、前記切替手段は、第3の時間幅毎にAD変換の順序を前記電圧と電流でどちらを先にするかを入れ替える。

【0023】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、電源周波数によらず、1周期のサンプリング個数を所定の数に固定する。

【0024】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、少なくとも1つの電源から電力が供給される複数の負荷の電圧と電流の信号を時分割でサンプリングし、前記複数の負荷に供給される電力をそれぞれ求める。

【0025】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記複数の負荷を前記所定の時間幅毎に切り替えて前記電圧と電流の各信号をサンプリングする際、前記切替手段は、前記負荷毎に前記第1期間～第n期間の切り替え順序を変える。

【0026】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記負荷毎の前記第1期間～第n期間の切り替え順序を順列に従って変える。

【0027】

また、本発明は、上述した電力計測装置であって、前記切替手段は、前記負荷毎の前記第1期間～第n期間の切り替え順序を不規則に変える。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、サンプリング周期mをn等分に分割し、1番目のタイミングの第1期間～n番目のタイミングの第n期間を所定の時間幅毎に切り替えるので、サンプリング数を増加させることなく高い周波数の信号のAD変換を行い、電力を高精度に計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】第1の実施形態における電力計測装置の内部構成を示すブロック図

【図2】信号波形に対するADサンプリングタイミングを示すタイミングチャート

【図3】ADサンプリング周期mの開始点を調整するためのゼロクロスパルス信号の変化を示すタイミングチャート、(a)ゼロクロスパルス信号、(b)検出対象の信号

【図4】所定の期間Wが半波期間(電源周期の1/2)である場合におけるADサンプリ

10

20

30

40

50

ングタイミングを示すタイミングチャート

【図 5】所定の期間 W が半波期間である場合における A/D サンプリグタイミングを説明する説明図、(a) 16 サンプリグ/周期の場合の説明図、(b) 8 サンプリグ/周期の場合の説明図

【図 6】所定の期間 W が半波期間である場合における A/D サンプリグタイミングでサンプリグを行う場合の効果の説明図、(a) 1 波長期間信号が存在し、次の 1 波長期間信号が存在しない様な変化が繰り返される間欠信号、(b) 第 1 タイミングでサンプリグを行う期間 A と第 2 タイミングでサンプリグを行う期間 B とが 1 波長期間毎に切り替わる例、(c) 期間 A と期間 B とが半波毎に切り替わる例

【図 7】1 波長期間毎に期間 A と期間 B の順序を切り替える場合の A/D サンプリグタイミングを示すタイミングチャート

【図 8】1 波長期間毎に期間 A と期間 B の順序を切り替える場合の A/D サンプリグタイミングを行う場合の効果の説明図、(a) 正側と負側とで非対象な信号波形、(b) 第 1 タイミングでサンプリグを行う期間 A と第 2 のタイミングでサンプリグを行う期間 B とが半波長期間毎に交互に切り替わる例、(c) 1 波長毎に期間 A と期間 B を切り替える順序が入れ替わる例

【図 9】第 2 の実施形態における電力計測装置の内部構成を示すブロック図

【図 10】電圧と電流で A/D 変換の切り替え順序を変更する場合における A/D サンプリグタイミングを示すタイミングチャート

【図 11】回路毎の A/D サンプリグタイミングを示す説明図

【図 12】回路毎に A/D サンプリグタイミングを切り替える順序を変える組み合わせを示すテーブル

【図 13】従来 of サンプリグ式電力計の内部構成を表すブロック図

【発明を実施するための形態】

【0030】

本発明に係る電力計測装置の各実施の形態について図面を用いて説明する。本実施形態の電力計測装置はサンプリグ式電力計又は多回路電力計に適用可能である。

【0031】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態における電力計測装置 1 の内部構成を示す図である。電力計測装置 1 は、図 1 に示す様に、電圧検出部 11、電流検出部 12、信号切替部 13、信号増幅器 14、A/D 変換器 15、電力演算部 16、表示器 17、クロック発生器 18 および切替制御部 19 を含む構成である。

【0032】

電圧検出部 11 は、系統電源 21 から負荷 24 に供給される電圧を検出する。

【0033】

電流検出部 12 は、系統電源 21 から負荷 24 に供給される電流を検出する。

【0034】

信号切替部 13 は、検出対象を電圧検出部 11 又は電流検出部 12 に切り替える。

【0035】

信号増幅器 14 は、信号切替部 13 を介して入力した電圧又は電流の信号を増幅する。

【0036】

クロック発生器 18 は、A/D 変換器 15 が A/D 変換を行う際に基準となるクロック信号を生成する。

【0037】

A/D 変換器 15 は、クロック発生器 18 から出力されるクロック信号に同期したタイミングで、信号増幅器 14 で増幅された信号をサンプリグし、このサンプリグされた信号の値をデジタル値に変換する。

【0038】

切替制御部 19 は、検出対象となる電圧検出部 11 と電流検出部 12 とを切り替える切

10

20

30

40

50

替信号を信号切替部 13 に出力し、また、A/D変換器 15 にサンプリングするタイミング (A/Dサンプリングタイミング) を設定する信号を出力する。

【0039】

また、切替制御部 19 は、変数設定部 19 a 及び順序設定部 19 b を含む構成である。

【0040】

変数設定部 19 a には、A/Dサンプリング周期  $m$ 、分割数  $n$ 、時間幅  $W$  および時間幅  $Y$  が任意に設定される。

【0041】

順序設定部 19 b には、後述する様に、異なる A/Dサンプリングタイミングが設定された期間の順序が設定される。

【0042】

電力演算部 16 は、A/D変換器 15 によって A/D変換された電流信号のデジタル値と電圧信号のデジタル値を乗算して瞬時電力値を算出し、この算出した瞬時電力値を所定の期間にわたって積算して平均化し、有効電力値を算出する。

【0043】

表示器 17 は、電力演算部 16 から出力される有効電力値等を表示する。

【0044】

本実施形態では、電力演算部 16 及び切替制御部 19 は、比較的安価な汎用マイコンで構成可能である。このマイコン内の入力インタフェースを介して変数設定部 19 a には、上述した各値 (A/Dサンプリング周期  $m$ 、分割数  $n$ 、時間幅  $W$  および時間幅  $Y$ ) が設定される。

【0045】

図 2 は、信号波形に対する A/Dサンプリングタイミングを示すタイミングチャートである。A/D変換器 15 によって A/D変換が行われる A/Dサンプリングタイミングは、上述した様に、切替制御部 19 によって設定される。ここでは、A/Dサンプリング周期  $m$  を  $n$  等分に分割して  $m/n$  間隔で A/Dサンプリングタイミングを設定可能とし、その一例として、 $m =$  電源周期の  $1/4$ 、 $n = 3$  に設定された場合を示す。

【0046】

また、時間幅 (所定の期間)  $W$  は、電源周期の  $n$  倍以上の自然数倍に設定される。時間幅  $W$  を電源周期の自然数倍に設定することにより、高調波成分のサンプリングが容易となる。

【0047】

また、電力値が積算 (演算) される期間は、A/Dサンプリング周期  $m$  が  $n$  等分に分割された場合、少なくとも時間幅  $W$  を  $n$  回分加えた期間である。

【0048】

期間 A (第 1 期間) では、3 つの A/Dサンプリングタイミングのうち、1 番目の第 1 タイミングで A/D変換が行われる。期間 B (第 2 期間) では、3 つの A/Dサンプリングタイミングのうち、第 2 タイミングで A/D変換が行われる。さらに、期間 C (第  $n$  期間) では、3 つの A/Dサンプリングタイミングのうち、3 番目 ( $n$  番目) の第 3 タイミングで A/D変換が行われる。ここでは、順序設定部 19 b によって第 1 タイミング、第 2 タイミング、第 3 タイミングの順番を繰り返す様に、A/Dサンプリングタイミングの順序が設定されている。

【0049】

この様に、3 つの A/Dサンプリングタイミングを 1 つずつずらすことで、3 倍の A/Dサンプリング周波数でサンプリングを行った場合と同等に高精度に電力を検出することができる。

【0050】

ここで、A/Dサンプリング周期  $m$  の開始点は、検出対象の信号を用いて定期的に調整されている。図 3 は、A/Dサンプリング周期  $m$  の開始点を調整するためのゼロクロスパルス信号の変化を示すタイミングチャートである。A/D変換のサンプリング開始タイミングは

10

20

30

40

50

、例えば電圧信号が負から正、又は正から負に変化して零を横切るゼロクロス点で、Hレベル/Lレベルが切り替わるゼロクロスパルス信号の立ち上がりタイミングで調整される。

【0051】

図3(a)は、ゼロクロスパルス信号を示す。図3(b)は、検出対象の信号を示す。AD変換器15は、時間幅Y(第2の時間幅)毎に、ゼロクロスパルス信号の立ち上がりタイミングでADサンプリング周期mの開始点を調整し、この調整された開始点からのADサンプリングタイミングで信号のサンプリングを行う。この様に、ADサンプリングタイミングを定期的に検出対象の信号に同期させることで、ADサンプリングタイミングを高精度に調整することができる。

10

【0052】

また、上述したように、所定の期間W毎に、期間(期間A、B、C、...X)(第1期間~第n期間)の切り替え、つまり、異なるADサンプリングタイミングの切り替えは、順序設定部19bに予め設定された順序で行われる。

【0053】

なお、順序設定部19bに乱数発生器を設け、この乱数発生器で生成される不規則な値(ランダム値)を用いてADサンプリングタイミングの切り替えが行われる様にしてもよい。これにより、負荷電流に見られるような間欠信号と同期してサンプリングすることを防ぐことができ、間欠信号に依存しない電力計測が可能となる。

【0054】

図4は、所定の期間Wが半波期間(電源周期の1/2)である場合におけるADサンプリングタイミングを示すタイミングチャートである。ここでは、ADサンプリング周期mは電源周期の1/4であり、分割数nは値3である。

20

【0055】

正側の半波期間では、期間Aの第1タイミングで2点のサンプリングが(サンプリングが2回)行われる。負側の半波期間では、期間Bの第2タイミングで2点のサンプリングが(サンプリングが2回)行われる。次の正側の半波期間では、期間Cの第3タイミングで2点のサンプリングが(サンプリングが2回)行われる。次の負側の半波期間では、期間Aの第1タイミングで2点のサンプリングが(サンプリングが2回)行われる。

【0056】

図5は、所定の期間Wが半波期間である場合におけるADサンプリングタイミングを説明する説明図である。図5(a)は16サンプリング/周期の場合の説明図を示し、図5(b)は8サンプリング/周期の場合の説明図を示す。

30

【0057】

ここでは、ADサンプリング周期mは電源周期の1/8であり、分割数nは値2である。電源の信号波形は正(プラス)側と負(マイナス)側とで同じであると考えられる。この場合、図5(b)に示す様に、正側では図5(a)の16サンプリングにおける奇数のサンプリング点においてサンプリングを行い、負側では図5(a)の偶数のサンプリング点においてサンプリングを行う。

【0058】

図5(b)においてタイミング10でサンプリングされた値を、図5(a)においてタイミング2でサンプリングされた値と、符号のみ反対の同じ値として取り扱う。同様に、図5(b)においてタイミング12でサンプリングされた値を、図5(a)においてタイミング4でサンプリングされた値と、符号のみ反対の同じ値として取り扱う。

40

【0059】

図5(a)及び図5(b)においてサンプリング点を頂点の一つとする長方形の面積の和が電力に比例する量であるが、これにより、8サンプリング/周期でも、16サンプリング/周期と同じ面積を得ることができる。よって同様に高精度に電力を検出することが可能となる。また、所定の期間Wが半波期間である場合、電力演算が容易となる。さらに、分割数nが値2であるので、1周期でサンプリングを完結することができる。

50



## 【 0 0 6 0 】

図 6 は、所定の期間 W が半波期間である場合における A D サンプルングタイミングでサンプルングを行う場合の効果を説明する説明図である。図 6 ( a ) は、負荷電流波形に見られるように、1 波長期間、信号が存在し、次の 1 波長期間、信号が存在しない様な変化が繰り返される間欠信号を示す。

## 【 0 0 6 1 】

この様な間欠信号に対し、図 6 ( b ) では、第 1 タイミングでサンプルングを行う期間 A と第 2 タイミングでサンプルングを行う期間 B とが 1 波長期間毎に切り替わる。この場合、信号波形は、期間 A の第 1 タイミングでのみサンプルングされ、期間 B の第 2 タイミングではサンプルングされないため、A D 変換の精度が低下する。

10

## 【 0 0 6 2 】

図 6 ( c ) では、期間 A と期間 B とが半波毎に切り替わる。この場合、正側の信号波形は、期間 A の第 1 タイミングでサンプルングされ、負側の信号波形は、期間 B の第 2 タイミングでサンプルングされる。

## 【 0 0 6 3 】

交流波形において多くの負荷電流波形では、正側の波形と負側の波形とが同じである。従って、この様な負荷電流波形に対し、1 波形のうち、期間 A、B の 2 つのタイミングでサンプルングを行うことで、A D 変換の精度を高くすることができ、電力を高精度に検出することが可能となる。

## 【 0 0 6 4 】

次に、切替制御部 1 9 は、順序設定部 1 9 b に設定された順序に従って、1 波長期間毎に、期間 A と期間 B の順序を切り替える信号を信号切替部 1 3 に出力する場合を示す。図 7 は、1 波長期間毎に期間 A と期間 B の順序を切り替える場合の A D サンプルングタイミングを示すタイミングチャートである。ここでは、A D サンプルング周期  $m$  が電源周期の  $1/8$  であり、所定の期間 W が半波期間 (電源周期の  $1/2$ ) であり、分割数  $n$  が値 2 である。

20

## 【 0 0 6 5 】

正側の信号波形 (期間 A) に対し、図 5 ( a ) の 1 6 サンプルングにおける奇数点でのサンプルングが行われる。負側の信号波形 (期間 B) に対し、図 5 ( a ) の 1 6 サンプルングにおける偶数点でのサンプルングが行われる。また、1 波長期間毎に、期間 A と期間 B が交互に切り替えられる。

30

## 【 0 0 6 6 】

すなわち、1 番目の正側の信号波形に対し、期間 A の第 1 タイミング 1、3、5、7 でサンプルングが行われる。2 番目の負側の信号波形に対し、期間 B の第 2 タイミング 1 0、1 2、1 4、1 6 でサンプルングが行われる。3 番目の正側の信号波形に対し、期間 B のタイミング 2、4、6、8 でサンプルングが行われる。4 番目の負側の信号波形に対し、期間 A の第 1 タイミング 1 1、1 3、1 5、1 7 でサンプルングが行われる。この様に、半波期間毎に期間 A と期間 B とを交互に切り替え、2 周期で 1 6 サンプルングが行われる。

## 【 0 0 6 7 】

図 8 は、1 波長期間毎に期間 A と期間 B の順序を切り替える場合の A D サンプルングタイミングを行う場合の効果を説明する説明図である。図 8 ( a ) は、負荷電流波形に見られるように、正側と負側とで非対象な信号波形を示す。

40

## 【 0 0 6 8 】

この非対称な信号波形に対し、図 8 ( b ) では、第 1 タイミングでサンプルングを行う期間 A と第 2 のタイミングでサンプルングを行う期間 B とが半波長期間毎に交互に切り替わる。この場合、正側の信号波形は期間 A の第 1 タイミングでのみサンプルングされ、負側の信号波形は期間 B の第 2 タイミングでのみサンプルングされる。このため、A D 変換の精度が低下する。

## 【 0 0 6 9 】

50

図8(c)では、1波長毎に期間Aと期間Bを切り替える順序が入れ替わる。これにより、正側の信号波形に対し、1番目の半波長期間、期間Aの第1タイミングでサンプリングが行われ、3番目の半波長期間、期間Bの第2タイミングでサンプリングが行われることが同様に繰り返される。

【0070】

また、負側の信号波形に対し、2番目の半波長期間、期間Bの第2タイミングでサンプリングが行われ、4番目の波長期間、期間Aの第1タイミングでサンプリングが行われることが同様に繰り返される。

【0071】

従って、正負で非対称な信号波形に対し、正側と負側のそれぞれで期間A、Bの2つのADサンプリングタイミングでサンプリングが行われるので、AD変換の精度が高くなり、電力を高精度に検出することができる。

10

【0072】

この様に、正負が非対称な信号波形においても、前回と次回とで期間Aと期間Bの順序を入れ替えることで、同じ波形が2回以上連続している限り、AD変換の精度を高くすることができる。

【0073】

第1の実施形態の電力計測装置1によれば、1波形に対し、ADサンプリングタイミングをずらしてサンプリングを行うことで、少ないサンプリング数でも高調波成分を検出することができ、AD変換の精度を高めることができる。つまり、サンプリング数を増加させることなく高い周波数の信号のAD変換を行い、電力を高精度に計測することができる。

20

【0074】

従って、サンプリング周波数を高くしなくても、サンプリング周波数をn倍にした場合と同等の電力演算が可能となる。また、高い演算能力のマイコンを必要とすることなく、汎用マイコンで演算可能となり、コストが低減する。

【0075】

(第2の実施形態)

第1の実施形態では、1つの系統電源に対して電圧検出もしくは電流検出を行う場合を示した。第2の実施形態では、少なくとも1つの系統電源から電力が供給される複数の負荷(電気回路)が存在し、時分割で電気回路を切り替えて電力計測を行う場合を示す。

30

【0076】

図9は、第2の実施形態における電力計測装置1aの内部構成を示すブロック図である。第1の実施形態と同一の構成要素については、同一の符号を付すことによりその説明を省略する。ここでは、第1の実施形態と異なる構成及び動作について説明する。

【0077】

第2の実施形態の電力計測装置1aは、複数の電気回路(単に回路ともいう)それぞれの電圧及び電流を検出して電力を求める。

【0078】

このため、電力計測装置1aには、第1回路の電圧及び電流をそれぞれ検出する電圧検出部11aおよび電流検出部12aが設けられる。また、第2回路の電圧及び電流をそれぞれ検出する電圧検出部11b及び電流検出部12bが設けられる。同様に、第3回路の電圧及び電流をそれぞれ検出する電圧検出部11c及び電流検出部12cが設けられる。ここでは、第3回路までが示されているが、第4以降の回路が存在する場合も同様である。

40

【0079】

信号切替部33は、回路毎の電圧及び電流を検出するために、検出対象となる信号を切り替える。

【0080】

切替制御部39は、信号切替部33に検出対象を切り替える切替信号を出力し、また、

50

A/D変換器15にA/Dサンプリングタイミングを設定する信号を出力する。また、切替制御部39は、変数設定部39aおよび順序設定部39bを含む構成である。

【0081】

変数設定部39aには、第1の実施形態と同様、A/Dサンプリング周期 $m$ 、分割数 $n$ 、時間幅 $W$ および時間幅 $Y$ の他、時間幅 $Z$ (第3の時間幅)が任意に設定される。

【0082】

順序設定部39bには、A/Dサンプリングタイミングが設定された期間(期間A、期間B、期間C、...期間X)の切り替え順序、及び複数の回路の切り替え順序が設定される。

【0083】

この切り替え順序は、任意に設定可能である。例えば、順序設定部39bには、切り替え対象となる複数の回路の信号数 $r$ とA/Dサンプリングタイミングが設定された期間の数(分割数 $n$ )とを用いた順列 ${}_n P_r$ を演算することにより切り替え順序が設定されてもよい。又は、乱数発生器で生成される不規則な値に切り替え順序が設定されてもよい。

10

【0084】

なお、第1の実施形態と同様、切替制御部39及び電力演算部16は汎用マイコンで構成可能である。このマイコン内の入力インタフェースを介して変数設定部39aには、上述した各値(A/Dサンプリング周期 $m$ 、分割数 $n$ 、時間幅 $W$ および時間幅 $Y$ の他、時間幅 $Z$ (第3の時間幅))が設定される。順序設定部39bには、汎用マイコンのCPUがROMに格納されたプログラムを実行することにより得られる順序が設定される。

20

【0085】

図10は、A/D変換の切り替え順序を電圧と電流でどちらを先にするかを入れ替える場合におけるA/Dサンプリングタイミングを示すタイミングチャートである。切替制御部39は、時間幅 $Z$ 毎にA/D変換の切り替え順序を電圧波形と電流波形とでどちらを先にするかを入れ替える。この時間幅 $Z$ は時間幅 $W$ の自然数倍に設定される。

【0086】

具体的に、最初の時間幅 $Z$ においては、期間Aの第1タイミングで電圧波形のA/D変換が先に行われ、続いて期間Bの第2タイミングで電流波形のA/D変換が行われることが繰り返される。

【0087】

この時間幅 $Z$ が経過すると、A/D変換の切り替え順序を、電流波形を先に行うように入れ替える。次の時間幅 $Z$ においては、期間Aの第1タイミングで電流波形のA/D変換が先に行われ、続いて期間Bの第2タイミングで電圧波形のA/D変換が行われることが繰り返される。

30

【0088】

この様に、A/D変換の切り替え順序を電圧と電流でどちらを先にするかを入れ替えることにより、次の様な効果が得られる。乗算の対象となる電流と電圧のA/D変換は時分割で順次行われるので、これらのA/D変換タイミングの時間差として、数 $\mu\text{s}$ の時間差(図中、 $t$ 参照)が発生する。しかし、定期的にA/D変換の切り替え順序を、どちらを先にするかを入れ替えることにより、この数 $\mu\text{s}$ の時間差が演算において相殺され、電力の計測精度が向上する。

40

【0089】

また、上述した様に、この様な切り替え順序を順列によりあるいは不規則な値に設定することで、間欠信号と同期してサンプリングすることを防ぐことができ、間欠信号に依存しない電力演算が可能となる。

【0090】

なお、A/D変換の切り替え順序を電圧と電流でどちらを先にするかを入れ替えることは、第1の実施形態においても同様に適用可能である。

【0091】

次に、切替制御部39は、回路毎にA/Dサンプリングタイミングを変えると共に、また

50

、時間幅W毎に回路及びADサンプリングタイミングの組み合わせを変える場合を示す。更に、回路毎に行われるAD変換では、上述した様に、電圧波形と電流波形のAD変換の切り替え順序が変更される。

【0092】

図11は、回路毎のADサンプリングタイミングを示す説明図である。切替制御部39は、順序設定部39bに設定された順序で、時間幅W毎にAD変換を行う回路を切り替える。回路1、回路2、回路3の3つの回路を切り替える場合を示す。

【0093】

回路1では、期間Aの第1タイミング、期間Bの第2のタイミングといった順序でAD変換が行われる。回路2では、期間Bの第2タイミング、期間Cの第3のタイミングといった順序でAD変換が行われる。回路3では、期間Cの第3タイミング、期間Aの第1のタイミングといった順序でAD変換が行われる。

10

【0094】

具体的に、期間Aの第1タイミング、期間Bの第2のタイミング、期間Cの第3のタイミングの3つのADサンプリングタイミングを回路毎に切り替える順序を変える場合を示す。

【0095】

図12は、回路毎にADサンプリングタイミングを切り替える順序を変える組み合わせを示すテーブルである。

【0096】

1回目の時間幅Xにおいては、時間幅W毎に、回路1を期間A、回路2を期間B、回路3を期間Cで切り替え、続いて、回路1を期間B、回路2を期間C、回路3を期間Aで切り替え、最後に、回路1を期間C、回路2を期間A、回路3を期間Bで切り替える。

20

【0097】

2回目の時間幅Xにおいては、時間幅W毎に、回路1を期間A、回路2を期間C、回路3を期間Bで切り替え、続いて、回路1を期間C、回路2を期間B、回路3を期間Aで切り替え、最後に、回路1を期間B、回路2を期間A、回路3を期間Cで切り替える。

【0098】

3回目の時間幅Xにおいては、時間幅W毎に、回路1を期間B、回路2を期間A、回路3を期間Cで切り替え、続いて、回路1を期間A、回路2を期間C、回路3を期間Bで切り替え、最後に、回路1を期間C、回路2を期間B、回路3を期間Aで切り替える。

30

【0099】

この様に、回路毎に期間の切り替え順序を変更することによっても、ADサンプリングタイミングをずらすことができ、同様の効果が得られる。

【0100】

なお、回路毎の期間の切り替え順序においても、順序設定部39bに順列による順序あるいは不規則な値が設定されてもよい。これにより、負荷電流のような間欠信号と同期してサンプリングすることを防ぐことができ、間欠電流に依存しない計測が可能となる。

【0101】

第2の実施形態の電力計測装置1aによれば、複数の回路で電力を計測する場合においても、高調波のように高い周波数の信号波形を精度良くAD変換することができる。

40

【0102】

なお、本発明は、上述実施形態の構成に限られるものではなく、特許請求の範囲で示した機能、または本実施形態の構成が持つ機能が達成できる構成であればどのようなものであっても適用可能である。

【0103】

例えば、1周期のサンプリング個数を所定の数、例えば8サンプリング、16サンプリングに固定してもよく、この場合、電源周波数が50Hz、55Hz、60Hzなどに変化しても、電力を演算するアルゴリズムを変更する必要がなく、容易に実現可能である。

【0104】

50

また、上述実施形態では、1つのAD変換器で時分割に電圧と電流の信号をサンプリングしてAD変換を行っていたが、2つのAD変換器を用いて別々にサンプリングしてAD変換してもよく、同時刻にサンプリングした電圧値と電流値を乗算することで時間差を無くすることができる。

【符号の説明】

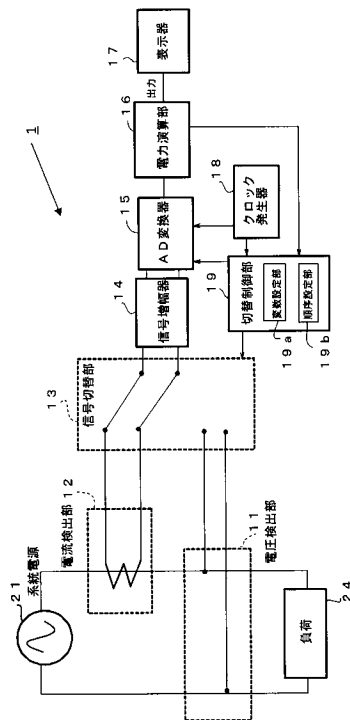
【0105】

- 1 電力計測装置
- 11、11a、11b、11c 電圧検出部
- 12、12a、12b、12c 電流検出部
- 13、33 信号切替部
- 14 信号増幅器
- 15 AD変換器
- 16 電力演算部
- 17 表示器
- 18 クロック発生器
- 19、39 切替制御部
- 19a、39a 変数設定部
- 19b、39b 順序設定部
- 21 系統電源
- 24 負荷

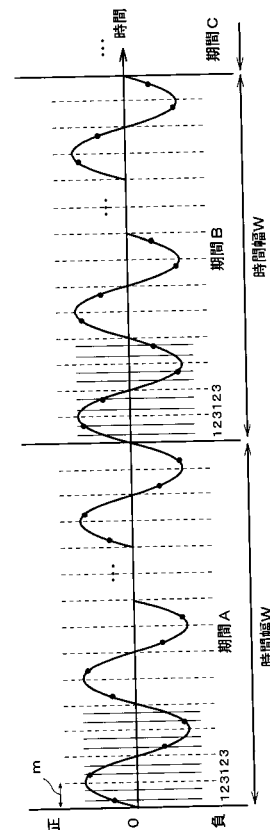
10

20

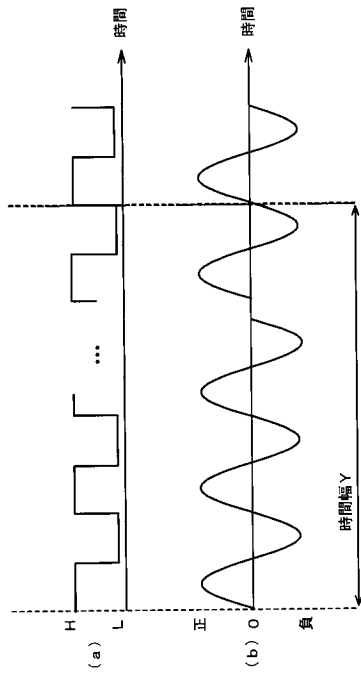
【図1】



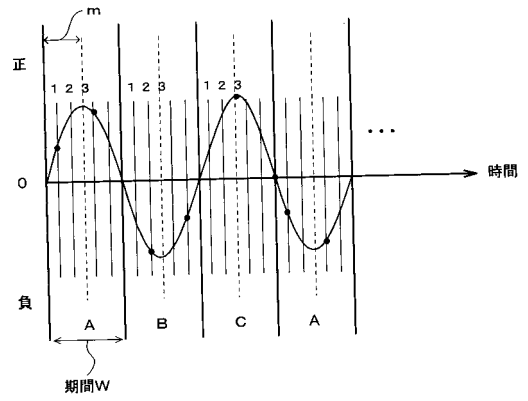
【図2】



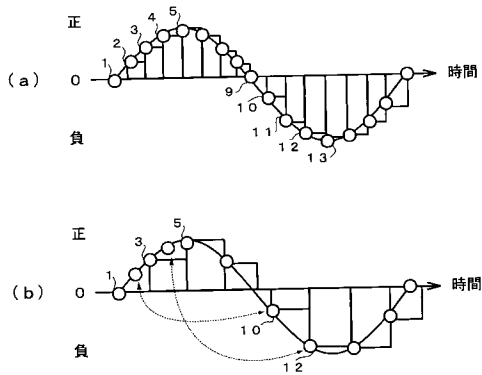
【 図 3 】



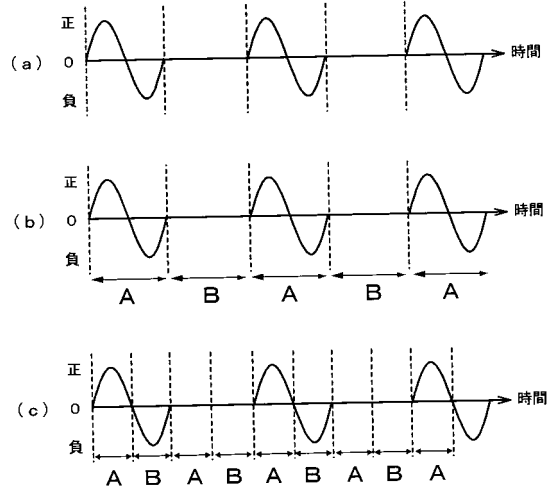
【 図 4 】



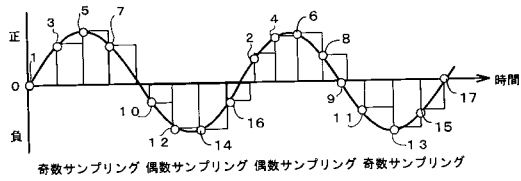
【 図 5 】



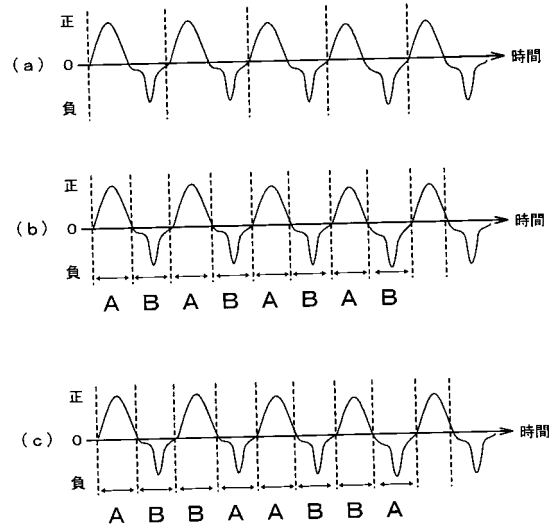
【 図 6 】



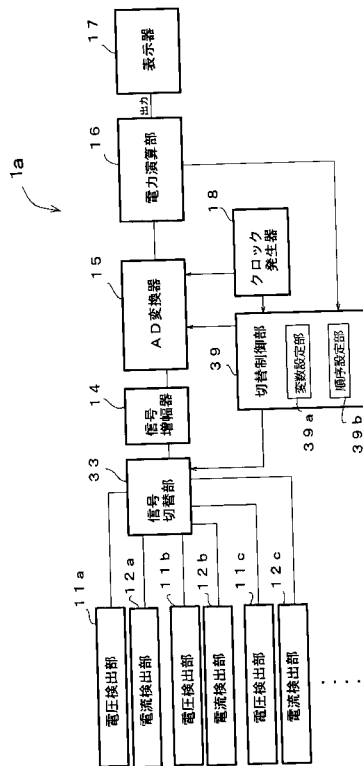
【 図 7 】



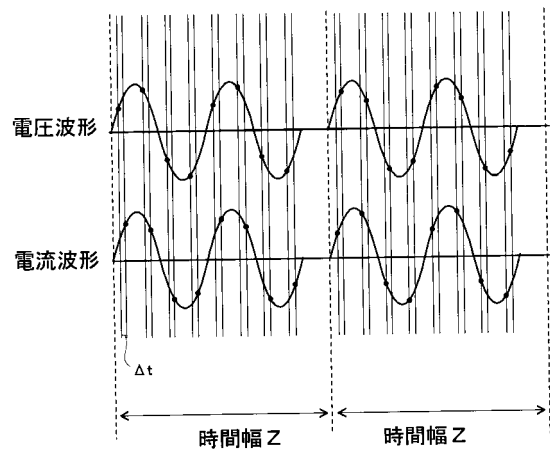
【 図 8 】



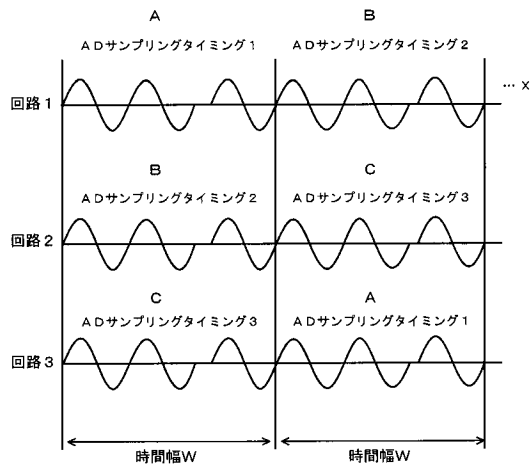
【 図 9 】



【 図 10 】



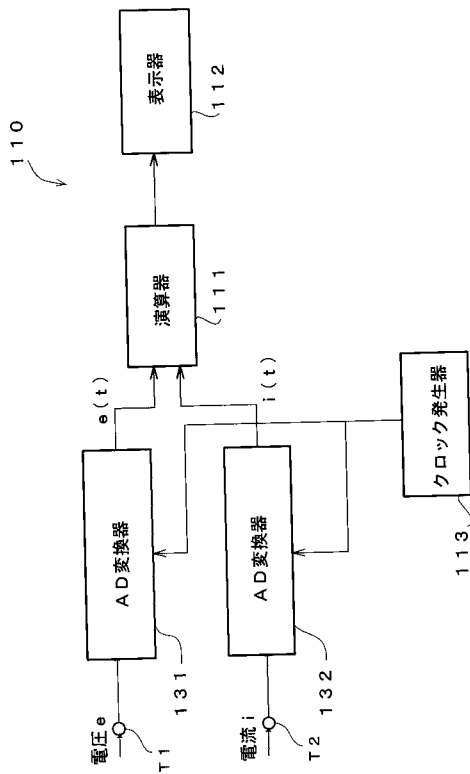
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

	時間幅 X 1 回目	時間幅 X 2 回目	時間幅 X 3 回目	...
回路 1	A→B→C	A→C→B	B→A→C	
回路 2	B→C→A	C→B→A	A→C→B	
回路 3	C→A→B	B→A→C	C→B→A	

【 図 1 3 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 水野 洋二  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電工株式会社内
- (72)発明者 湯浅 裕明  
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電工株式会社内
- (72)発明者 一村 省互  
愛知県尾張旭市三郷町角田 1 1 2 3 番地 パナソニック電工電路株式会社内
- (72)発明者 永利 英昭  
愛知県尾張旭市三郷町角田 1 1 2 3 番地 パナソニック電工電路株式会社内