

クランプ電力計CW140

Clamp-on Power Meter CW140

河崎 誠^{*1}
KAWASAKI Makoto

船木 一夫^{*1}
FUNAKI Kazuo

森田 陽雄^{*1}
MORITA Akio

現場型クランプ入力式のディジタル電力計としてCW140を開発した。4つの測定モード(瞬時値, 電力量, デマンド(需要電力), 高調波)があり, 省エネ, 設備保全等に必要とされるデータの測定が可能である。電力量測定に重点を置き, 10 kHzサンプリングで連続計測を可能とした。相線は単相2線から三相4線まで対応し, また1台で2台の機能を持つ2系統負荷測定機能を搭載した。基本仕様は現場で必要とされる確度約1%, 周波数範囲45 Hz ~ 1 kHz(クランプを含む)とした。また, 操作性と簡易性から5.9インチ液晶表示器と親しみやすいデザインを採用した。本稿ではその概要について述べる。

We have developed an clamp-on power meter CW140 for field use. CW140 is capable of measuring various data for energy-saving and equipment maintenance by selecting one of 4 measurement modes; Instant, Electric Energy, Demand, Harmonics. We have developed CW140 particularly focusing on measuring of electric energy in field and CW 140 can realize continuous sampling of 10 kHz. It supports not only up to 3phase-4wire type systems but also dual load type systems by which a single CW140 can make functionally double performance. The basic specifications are the accuracy of 1% and frequency range of 45 Hz to 1 kHz required by field use. For simplicity and easy operation, 5.9 inch LCD display and friendly-looking design are adopted. This paper describes an overview of the CW140.

1. はじめに

環境マネジメントシステム(ISO14001)の認証取得をする企業, 事業所の増加や省エネルギー法の改訂により, 現場における電力総量の測定が急激に増えている。このような場面では, 今までに電力計測の経験のない人や, 測定器の扱いに不慣れな人が, 測定をすることが多く, 測定器にも, 簡易性や親しみやすさが求められている。また, 測定データの解析にPCが使用されることが一般的になり, データ保存機能の要求も多い。

一方, 測定対象を切断させることなく測定ができる, 活線計測が重要視されている。当社では, 電流クランプテスタでの開発の実績があり, その技術を基に今回電力用クランプセンサを同時に開発した。

また, 高調波抑制や設備診断, 予防保全のために現場でも高調波を測定する機会が増えている。そこで, 高調波測定機能を標準装備した。

CW140は親しみやすい測定器として, 操作性を重視し, 電力総量が1台で簡単に測定できる, 電流クランプ入力型のディジタル電力計である。図1にその外観図を示す。

2. 特長

(1) 主な仕様

測定レンジ: 電圧150/300/600 V

電流20/50/100/200/500/1000 A

(電流クランプセンサとの組合せによる)

基本確度: 電圧 $\pm(0.1\%rdg + 0.2\%rng)$ 45 Hz ~ 65 Hz

$\pm(0.2\%rdg + 0.4\%rng)$ 65 Hz ~ 1 kHz

電流 $\pm(0.6\%rdg + 0.4\%rng)$ 45 Hz ~ 65 Hz



図1 外観図

*1 横河M&C株式会社

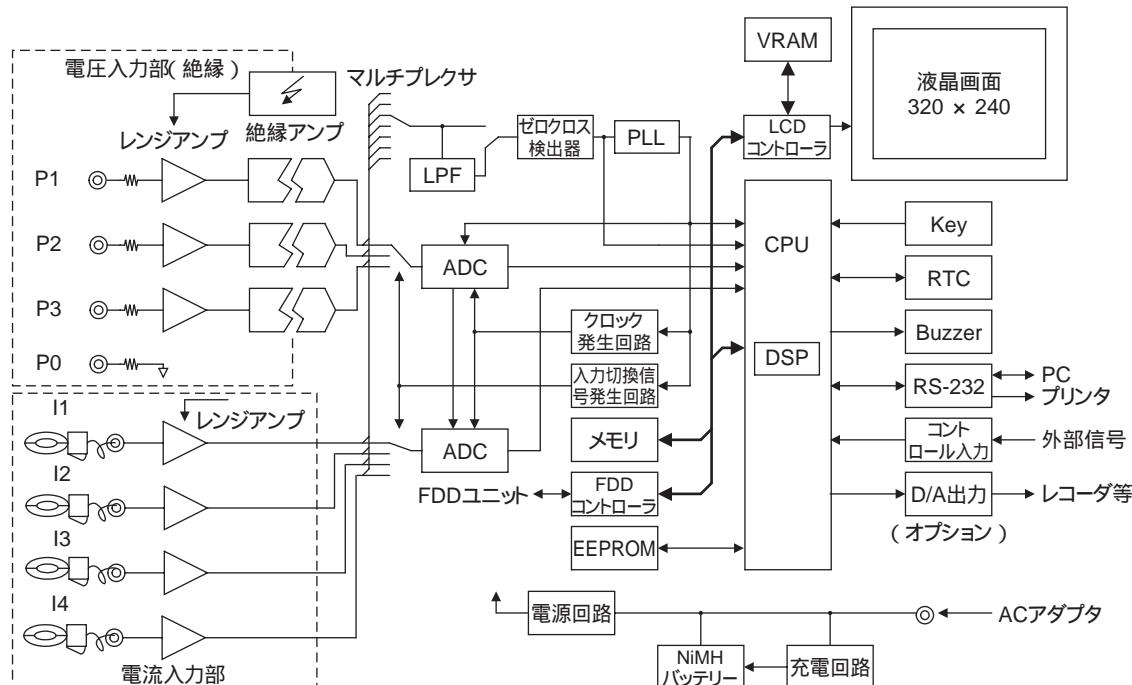


図2 ブロック図

$\pm(1.0\% \text{rdg} + 0.8\% \text{rng})$ 65 Hz ~ 1 kHz
(電流クランプセンサを含む)

(2) 4測定モード

基本測定モードとして、瞬時値測定、電力量測定、デマンド測定、高調波測定がある。瞬時値測定においては、各実効値(電圧、電流)、各電力(有効、無効、皮相)、力率、位相角、周波数、三相電圧不平衡率が測定できる。また、電力量測定においては、昇降機やコジェネ等による逆潮流にも対応した回生電力量の測定を可能とした。電力量測定、デマンド測定時には、瞬時値の測定も同時にしている。高調波測定は現場で必要とされる13次(商用周波数45~65 Hzに対して)までとした。

(3) 2系統負荷測定

電流クランプ入力は4CHあり、電圧共通の単相2線、単相3線、三相3線において、2系統負荷の測定を可能とした。電圧共通で負荷ごとの電力総量を測定する場合に、1台で2台分の能力を持つことになる。配線、設置等の簡略化と、設備機器費用の削減に大きく貢献すると思われる。

(4) 大型LCDと操作性

操作性、持ち運び、設置等を考慮したデザインを採用した。5.9インチのドットマトリクスLCDにより、表示部を重視している。LCDは半透過型であるため、明るい所ではバック照明なしで十分視認性を確保し、低消費電力化を図っている。設置時の配線や引き回しを考慮し、入出力端子は一

辺に集中させた。

操作性を考慮し、キーは必要最小限に止め、他の設定は対話式表示とファンクションキー、方向キー、ENTERキー、ESCキーで行う。またTOP MENUキーは、どの画面でも初期画面に戻るキーで、測定モード切換えや誤操作時の回避に大いに役立つと思われる。

(5) Whキーによる設定選択

測定を開始するには、機器の設定が必ず必要となる。そこで、特に使用頻度が多いと思われる電力量測定については、予め設定しておいた4つの設定条件と前回終了時の設定条件から、直接設定条件が選択できるWhキーを設けた。設置時の高効率化と、測定器に不慣れな人でも設定条件を選択するだけで、測定が開始できることを考慮した。

(6) 省電力化、多種電源に対応

電源は付属のACアダプタ、アルカリ乾電池に加え、ニッケル水素バッテリ(以下NiMHバッテリ)の使用を可能とし、充電機能を本体に持つことで、あらゆる現場での使用に対応できる。

DSP内蔵のシングルチップマイコンを採用することで、周辺回路を簡素化し、未使用モジュールの停止や省電力モードにより、低消費電力化を図った。NiMHバッテリで約9時間以上、アルカリ乾電池で約5時間以上の使用時間を実現した。(時間は実測値。測定条件は、常温、LCDバック照明OFF、FDD接続なし)

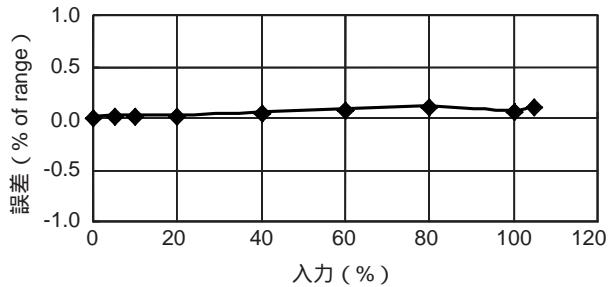


図3 電流入力の直線性

3. 構成

本器の基本構成を図2に示す。入力部、CPU部、メモリ部、各ドライバ部、表示/操作部、電源部(NiMHバッテリ充電)で構成される。

3.1 入力部

電圧入力部は他の回路と絶縁されている。入力分圧抵抗で分圧された信号は、レンジアンプで正規化され、絶縁アンプ回路に入力される。絶縁アンプはアナログフォトカプラとOP Ampから成る。

電流クランプセンサは電圧に変換した信号を出力する。その電圧信号は電流入力部のレンジアンプにて正規化され、A/D変換器前段のマルチブレクサに入力される。電流クランプセンサを含んだ直線性を図3に示す。また、有効電力の直線性を図4に示す。

3.2 A/D変換部

A/D変換器は電圧入力用と電流入力用の2個を持ち、サンプリングの同時性を確保しつつ、多入力に対してはマルチブレクサにて切り替えて使用し、10 kHz/CHのサンプリングを実現している。また、選択された信号はゼロクロス検出回路に供給され、入力信号の周波数測定を行う。

高調波測定時のサンプリングはPLL同期であり、ゼロクロス検出回路後段のPLL回路にて同期信号が生成され、A/D変換器の変換開始入力とCPUに供給される。

3.3 DSP, CPU部

正確な電力量測定においては、電力値の連続測定が必要である。そこで、連続したデータを取得しつつ各種電力演算を行っている。瞬時値測定、電力量測定、デマンド測定モードにおける、入力周波数50 Hz時のサンプリングのタイミング図を図5に示す。

CPUからの変換開始信号により、シリアル通信用クロックが生成され、A/D変換器とCPUに供給される。また同時に入力切換え信号が生成される。

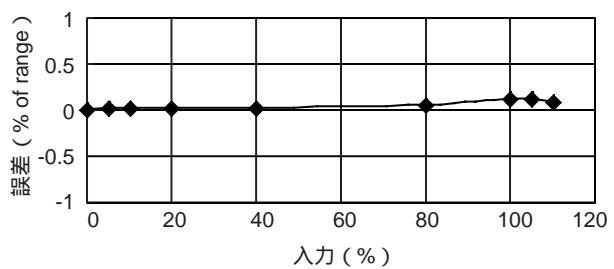


図4 有効電力の直線性

A/D変換された電圧、電流それぞれのデジタルデータは、選択された周波数測定素子のゼロクロスを基点に、A/D変換器よりSCI(CPU内部のシリアルコミュニケーションインターフェース)のFIFOバッファに最大40 kHzの周期で転送される。転送されたFIFOバッファのデータは、DMAを介してCPUの内部メモリに転送される。

CPUは、内部メモリに転送されたデータから1ブロック(1024バイト)ごとに各相線の電圧、電流実効値と有効電力値、無効電力値(無効電力計法を使用する場合)の積分演算をDSPにて行う。ゼロクロス基点より100 msec経過後の次のゼロクロスまでを積分周期としており、この間は同処理を繰り返す。積分期間の最後のゼロクロスの時点で残りの積分演算を行い、全積分区間の各実効値と各電力値から、各瞬時値を算出する。電力量測定、デマンド測定モードの時は、積分期間の時間を計測し、各電力値より各電力量を演算する。

また、三相不平衡率演算、電圧、電流レンジのオーバーフロー、アンダーフローチェック、VT(変圧器)比、CT(変流器)比の設定値によるスケーリング演算も同時に進行。

以上の一連の演算は、A/D変換器のデータ転送を停止せずに繰り返し行われる。

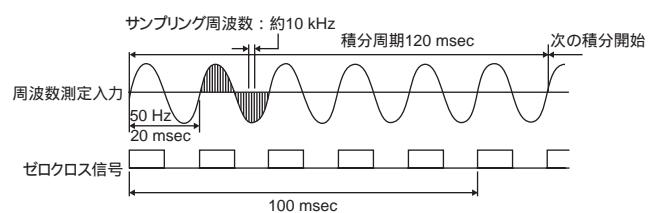


図5 サンプリングのタイミング図

表1 誤配線確認条件

項目	判定条件
電圧の有無	入力がレンジの10%以下
電流の有無	入力がレンジの1%以下
電圧の相順	<ul style="list-style-type: none"> 電圧入力がレンジの10%以下 三相3線式の場合 V3がV1に対して進み60°±約20°の範囲外 三相4線の場合 V2がV1に対して遅れ120°±約20°の範囲外 V3がV1に対して進み120°±約20°の範囲外
クランプの逆接続確認	<ul style="list-style-type: none"> 有効電力が定格の0.17%以下 各相の電力が負の時 (三相3線の場合は、全体の電力が負の場合)
周波数測定	<ul style="list-style-type: none"> 周波数測定が正常に行われているかを素子の適正ふらつきにて確認 入力周波数が40 Hz以下または1.2 kHz以上

4. 機能

4.1 誤配線確認機能

測定現場での誤配線を防止するため、確認機能を設けた。配線後、確認機能を実行すると表1の条件で判定を行う。また、結線図を図6のようにグラフィック表示するため、取扱説明書がなくてもその場で確認することができる。

4.2 データ保存機能

電力量測定の場合、1ヶ月間から1年間のデータを測定することが多い。その場合設置後、現場に放置することになり、データ保存の信頼性が重要となる。一方、現場環境は塵やごみが多く、FD(フロッピーディスク)は信頼性が低いという問題があった。そこでデータ保存の信頼性を向上させるため、1 MBの内部メモリを搭載した。

一方、通信等を使用しないで簡単にPC等へデータを取り込みたいという要求が大きいことから、外部にFDDユニットを接続できる機能も搭載した。また、内部メモリとFDDユニットを使用することにより、データの2重化も可能となる。

RS-232通信部にプリンタを接続することにより、直接プリントアウトする機能も搭載した。DA出力はオプションで搭載可能であり、現場に合わせた測定システムが構築できる。

4.3 停電処理機能

瞬時値測定、高調波測定時のロギング中と電力量測定、デマンド測定時の積算中に停電が発生した場合、発生時刻が保存され、復帰時には復帰時刻が保存される。また、積算中は停電時の積算値を保持し、復帰後は保持された積算値から積算を開始する。

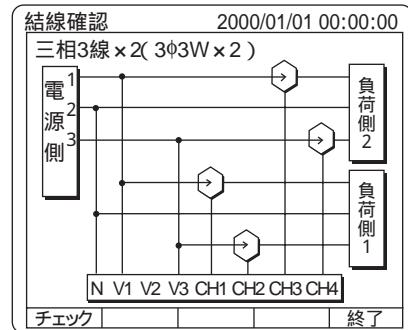


図6 結線図画面

4.4 イベント入力機能

イベント入力とは、H/Lのロジック信号をデータとして保存する機能である。たとえば、負荷に接続されている機器の動作状態を示すON/OFF信号を入力することにより、電力総量のデータと機器の動作状態を示す情報が同時に取得できる。負荷の平準化や機器の消費電力の把握に使用できる。

4.5 三相電圧不平衡率測定機能

三相電圧が不平衡状態になると、機器に損傷を与える場合がある。特に三相誘導電動機では、温度上昇、効率低下、振動、騒音の増加等により事故の原因になることがある。当社では三相交流電圧不平衡率計(270 01)を以前から販売しているが、その機能の一部を本器に搭載した。従来、不平衡率は各電圧値を測定して、計算式や作図法により求めていたが、瞬時値測定モードにて直接測定ができる。

5. おわりに

本器は、現場型クランプ入力式、4測定モード、2系統負荷測定、データ保存機能等、豊富な機能を持つつ、簡易性や親しみやすさを重視して設計された。これらの機能を生かし、今後更に増えると予想される、現場における電力総量測定への応用が期待される。

尚、本器の開発においては、デジタル電力計で実績のある横河電機T&M事業部に多大な協力をしていただいた。この書面を借りてお礼申し上げる。

参考文献

- (1)数見昌弘, 他 “デジタルパワーメーターWT110/WT130”, 横河技報, vol. 40, no. 2, 1996, p. 75-78
- (2)数見昌弘, 他 “パワー・アナライザPZ4000”, 横河技報, vol. 44, no. 1, 2000, p. 25-28