

デジタルパワ - メ - タ WT1010/WT1030/WT1030M

Digital Power Meter WT1010/WT1030/WT1030M

岩瀬 久*1 辻 宏隆*1
IWASE Hisashi TSUJI Hiroataka

橘 勝也*1 平井 一夫*1
TACHIBANA Katsuya HIRAI Kazuo

基本精度が0.2%、電圧、電流の測定帯域がDCおよび0.5Hz ~ 300kHz(電力測定は200kHz)のデジタルパワ - メ - タWT1010/WT1030/WT1030Mを開発した。本器は、インバータドライブモータの消費電力測定をメインターゲットに高速応答、高精度、広帯域と豊富な機能の装備を実現している。WT1010は単相モデル、WT1030は三相モデル、WT1030Mはモータ評価機能を備えた三相モデルである。

本稿ではその概要について述べる。

Using latest digital sampling technology, we have developed wide bandwidth power meters which can measure DC and AC signal from 0.5Hz to 300kHz. Main features of these models are high speed response, good accuracy and versatile functions for motor testing. WT1010 is a single phase-model, WT1030 is a three phase-model and WT1030M is a three phase-model equipping motor evaluation function. This paper describes the overview.

1. はじめに

最近のモータを制御するインバータは、パワ - デバイスの大容量化、高周波化と制御技術の高度化により省エネルギー化、高性能化、高機能化が図られている。省エネルギー化、キャリア周波数の高周波化、制御技術の高度化による低速時でのモータ制御等により、電力計には高精度での電力測定、測定帯域の広帯域化、低周波の電力測定等が必要である。

今回、開発したWT1010/WT1030/WT1030M(WT1000シリーズ)はインバータドライブモータの消費電力測定に充分な測定精度、測定帯域と、様々な用途に応用できる豊富な機能を装備した電力計である。

図1にWT1000シリーズの外観図を示す。

2. 特長

WT1000シリーズの主な特長は次の通りである。

(1) 基本性能

基本精度が0.2%で電圧、電流の測定帯域がDCおよび0.5Hz ~ 300kHz(電力測定は200kHz)である。インバータドライブモータでは制御技術の高度化により、低周波でのモータの制御が可能となっており、これに対応すべく0.5Hzの有効電力の測定を可能としている。このときの表示更新周期は5秒である。

また、最大電圧レンジを従来の600Vから1000Vとし、照明機器の開発に必要な高電圧の測定を可能にした。

(2) 高速応答

最速100msecの表示更新周期で、モータの評価試験を短時間で終了させることができる。通信出力についても高速化を図り、100msecの表示更新周期ごとにアスキー形式で10データ、バイナリー形式で64データが出力可能である。

(3) モータ評価機能(WT1030M)

モータの評価試験においては、消費電力測定のほかに、トルク、回転速度の測定を行う。

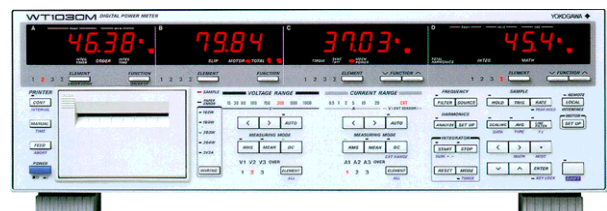


図1 WT1000シリーズの外観

*1 メジャメント事業部 第1技術部

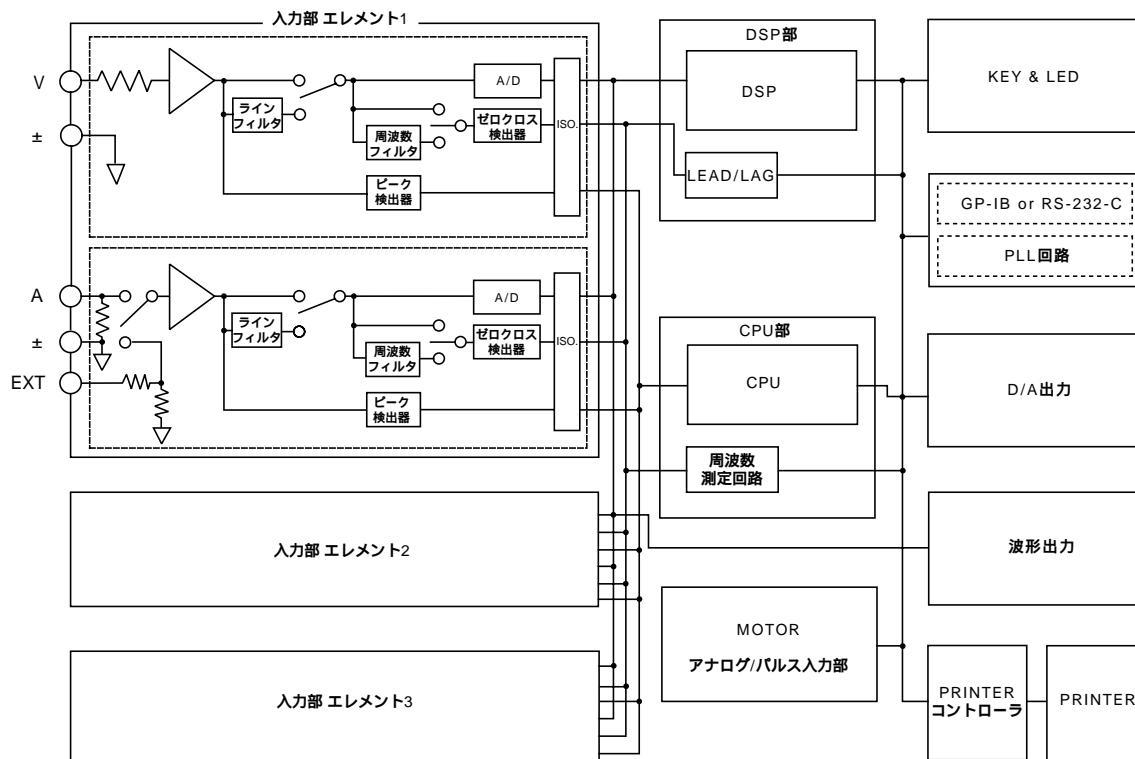


図2 WT1000シリーズのブロック図

WT1030Mは、トルクメータから出力されるトルク、回転速度に比例したアナログ信号を測定することにより、モータの出力、モータの入出力間の効率等の演算が可能なモータ評価機能を備えている。

(4) フィルタ機能

カットオフ周波数を0.5/1/2/6.5kHzから選択し、インバータドライブモータ評価時に有効な出力電圧の基本波実効値を測定できる。このフィルタは5次パワースフィルタでスイッチドキャパシタフィルタにより構成している。また、高調波解析時に不可欠な周波数測定回路のみへのフィルタ設定も可能である。

(5) 波形出力機能 (オプション)

入力電圧波形、電流波形を入力信号と絶縁して、オシロスコープにより波形を観測することができる。この波形出力は、入力信号を入力回路のA/Dコンバータでデジタル値に変換し、フォトアイソレータで絶縁後、D/Aコンバータによりアナログ値に変換し出力される。変換速度は約60kHzで、インバータドライブモータのPWM波形の基本波周期を観測するのに十分な変換速度となっている。

(6) 高調波解析機能 (オプション)

基本周波数10Hz～440Hzの高調波解析が可能で、各高調波成分、ひずみ率、含有率、位相角および基本波の各相間の位相差、有効、無効、皮相電力、力率を測定することができる。

(7) 積算機能 (オプション)

瞬時電力の連続積算により、電力変動に対して高精度で測定でき、電圧、電流、電力測定と同時に行われるため、D/A出力機能とあわせて、冷蔵庫等の評価に有効である。また、正(+)方向と負(-)方向の電力を別々に積算する極性別積算を可能としている。

(8) 電流センサ用外部入力 (オプション)

本器の最大電流レンジは20Aである。20Aを越える電流を測定するときのために、電流センサ用外部入力を設けた。外部入力のレンジは250mVから10Vで、幅広い種類の電流センサに対応できる。オートレンジ動作も可能とした。

3. 基本構成

WT1000シリーズの基本構成を図2に示す。全体は入力部、DSP部、CPU部、表示部、電源部等から構成されている。

入力部において、入力信号はデジタル値に変換される。次にDSP部において電圧、電流実効値、有効電力を求めるための補正演算、自乗演算、乗算、加算がサンプリング周期ごとに行われる。表示更新周期になると、これらのデータから、電圧、電流、有効、皮相、無効電力等の演算を行い、CPU部において表示、通信、プリンタ、D/A出力される。

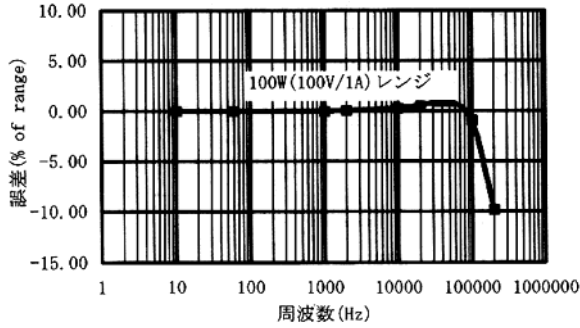


図3 電力(力率=1)周波数特性

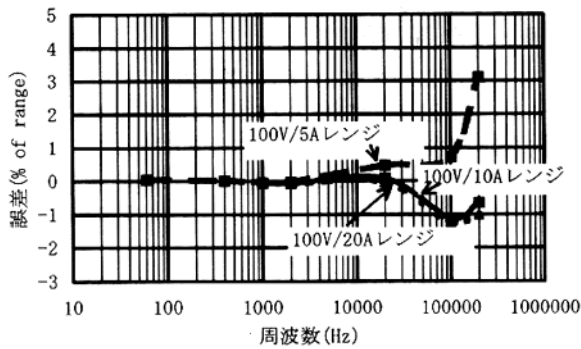


図4 電力(力率=0)周波数特性

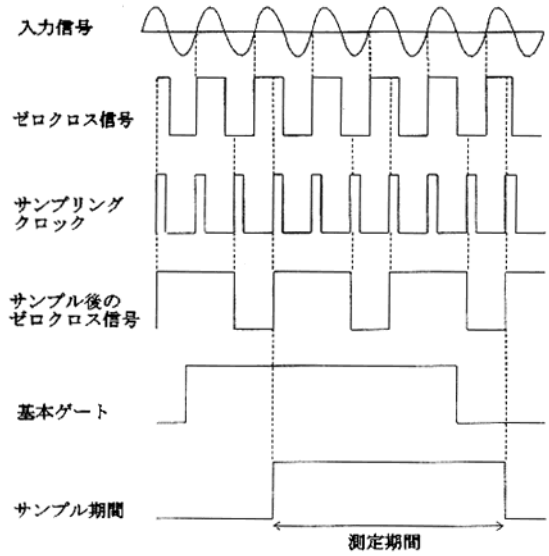


図5 測定原理

3.1 入力部

入力部は電圧入力回路，電流入力回路から構成され，それぞれ絶縁されている。電圧入力回路は抵抗分圧方式，電流入力回路は分流器方式となっており，それぞれの入力は演算増幅器により正規化されて16ビットA/Dコンバータによりデジタル値となる。このデジタル値はフォトアイソレータにより絶縁されてDSP部に送られる。A/Dコンバータは約60kHzの変換速度である。

電圧入力回路の入力抵抗は2.4MΩで，100kΩの抵抗24個より構成している。これは，安価な抵抗を使用できるように，1個あたりの抵抗に加わる電圧を低くするためである。電流入力回路の分流器は5mΩで，10mΩの抵抗体2個を並列接続し，それぞれの抵抗体への電流の流れが逆方向になる構造になっている。これは，大電流/高周波電流によって発生する磁界の影響を軽減させ，周波数/位相特性を良好なものにするためである。図3と図4に電力の周波数特性を示す。

3.2 DSP部

入力部によりデジタル値に変換されたデータは，DSP部において，入力回路の補正演算，有効電力，電圧及び電流実効値演算とそれらから皮相電力，無効電力，力率等の演算が行われる。以下にその演算式を示す。

$$\text{有効電力} = \frac{1}{N} \sum_{K=1}^N v(k) \cdot i(k) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{電圧実効値} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{K=1}^N v(k)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{電流実効値} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{K=1}^N i(k)^2} \dots\dots\dots (3)$$

v(k) k番目のサンプリングによる電圧瞬時値
 i(k) k番目のサンプリングによる電流瞬時値
 N: 入力信号の周期の整数倍の期間のサンプリング回数

有効電力，実効値の演算は，入力信号の周期の整数倍の期間のサンプリングデータにより行われる。この期間は，入力信号のゼロクロス信号から決められるが，入力周波数がサンプリング周波数の1/2以上になると，入力信号の周期とサンプリング後に復元される波形の周期が一致しなくなり，測定値に誤差が生じる。そこで，入力信号のゼロクロス信号をA/Dコンバータのサンプリングクロックで同期をとり，復元される波形のゼロクロス信号を作り出し，このゼロクロス信号の周期から演算をする期間を決めている。図5に測定原理を示す。

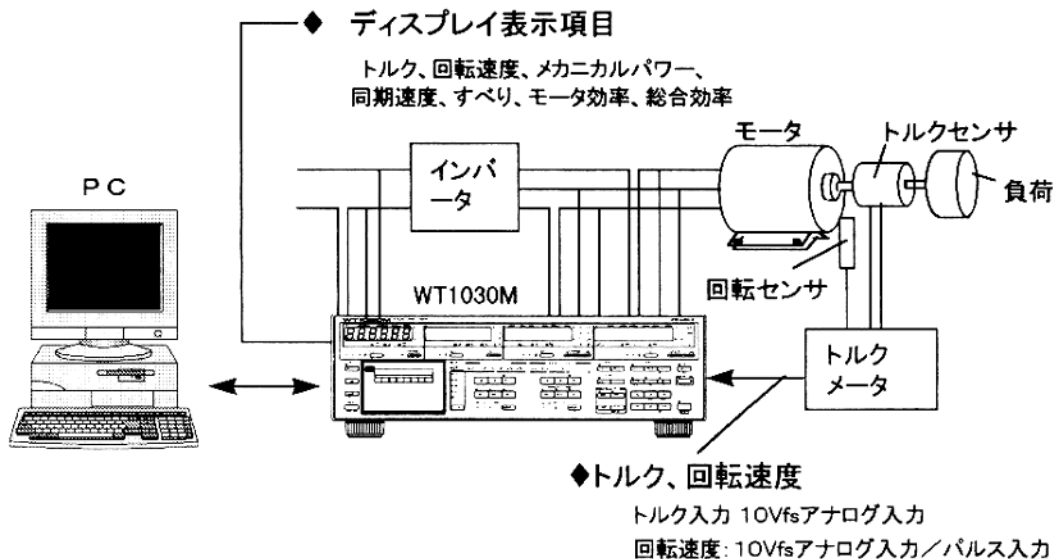


図6 モータ評価機能による結線例

4. 機能

4.1 モータ評価機能

モータの評価試験において、消費電力と、トルク、回転速度は、従来、別々に測定されておりトルク、回転速度の測定タイミングと電力の測定タイミングが一致していないため、それらを調整する必要があった。

今回のモータ評価機能ではトルクメータの応答が100msecに比べ充分速い場合、電力測定とトルク測定がほぼ同時に行われ、それらを調整する必要がない。また、トルクと回転速度からモータの出力を演算し、モータの入出力、単相入力型インバータではインバータの入出力とインバータドライブモータシステムの入出力の効率を演算することができる。そのほかに同期速度、すべりも演算でき、電力計のみから必要なデータを得ることが可能である。

このモータ評価機能を用いることによりモータ評価試験を容易に行うことができる。図6にモータ評価機能による結線例を示す。

4.2 高調波解析機能

高調波電流測定への関心の高まりから、最近のサンプリング方式の電力計には高調波解析機能が装備されている。今回のWT1000シリーズにも高調波解析機能を装備した。

WT1000シリーズの高調波解析では従来の高調波成分、含有率、ひずみ率だけでなく、通常測定では困難なエレメント間の位相角測定、基本波の皮相電力、無効電力、力率を測定できる。測定可能な基本周波数も従来40Hzから

だったものを10Hzからとし、商用電源の高調波電流測定だけでなく、そのほかの分野でも応用できるようにしている。また、D/A出力でも高調波成分、ひずみ率、含有率を出力でき、長時間での変化をレコーダで記録することができる。

5. むすび

以上、WT1000シリーズの原理、機能および特長などについて述べた。本器は基本性能の高さと豊富な機能により商用電源の消費電力測定からインバータ機器の出力測定まで幅広い分野での応用が期待できる。特にインバータドライブモータの評価試験においてはモータ評価機能(WT1030M)が評価効率の向上に役立つことを確信している。

参考文献

- (1) 川辺清司, 他: 高精度 / 広帯域デジタルパワーメータ 2531
——横河技報, Vol.38, No.2, pp.75 ~ 78 (1994)
- (2) 数見昌弘, 他: デジタルパワーメータ WT110/WT130
——横河技報, Vol.40, No.2, pp.41 ~ 44 (1996)