

任意波形発生器 VB8000

Arbitrary Waveform Generator VB8000

島尾 雅夫^{*1}
SHIMAO Masao

塚本 和嘉^{*1}
TSUKAMOTO Kazuyoshi

早川 裕^{*1}
HAYAKAWA Yutaka

藤松 寛^{*1}
FUJIMATSU Hiroshi

最大メモリ長64 Mポイント，最大チャンネル数8チャンネルの任意波形発生器VB8000を開発した。最高サンプルレート100 MHz，出力分解能は14 bitである。無線通信・放送機器の研究開発生産用途向けに位相設定機能や隣接チャンネル漏洩電力比68 dBcの性能を有する。

別売の無線関連ユーティリティソフトウェアを使用することで，様々な変調方式の信号発生を簡単に行うことができる。

We have developed an arbitrary waveform generator "VB8000" with analog outputs of up to 8 channels and a large waveform memory of up to 64M points. VB8000 has a 14-bits resolution, and can support update rates of up to 100MHz. It has also a function of phase setting and a good performance of 68dBc adjacent channel leakage power ratio, for R&D and manufacturing of radio communication and broadcasting. Only with optional wireless utility software, VB8000 can simply generate modulated signals by various modulation methods.

This paper describes the advantages and a structure of VB8000.

1. はじめに

次世代の無線通信・放送には，ユーザ数の激増に対応するための周波数利用効率の向上や，動画像などの大容量のデータ伝送などが強く求められており，様々な無線通信・放送方式の研究やそれらを採用する機器の開発が行われている。

任意波形発生器は，波形データの変更により任意の無線通信・放送用のベースバンド信号が発生できるため，機器の研究開発に従来から使用されている。しかし波形メモリ長，出力分解能，出力ローパスフィルタの特性などに制約が多い。

VB8000は従来の任意波形発生器の無線通信・放送用途における制約を解決し，更に，従来の任意波形発生器にはなかったロングメモリ，多チャンネル，位相設定，直交オフセット設定など，この用途向けの特長を持っている。

図1に本器の外観を示す。

2. 特長

VB8000の主な特長を以下に挙げる。

- ・ ロング波形メモリ：最大64 Mポイント/チャンネル
- ・ 多チャンネル：最大8チャンネル
- ・ 高出力分解能：14 bit
- ・ 広い動作周波数範囲：128 kHz ~ 100 MHz



図1 VB8000外観

*1 テスト&メジャメント事業部 COM技術1部

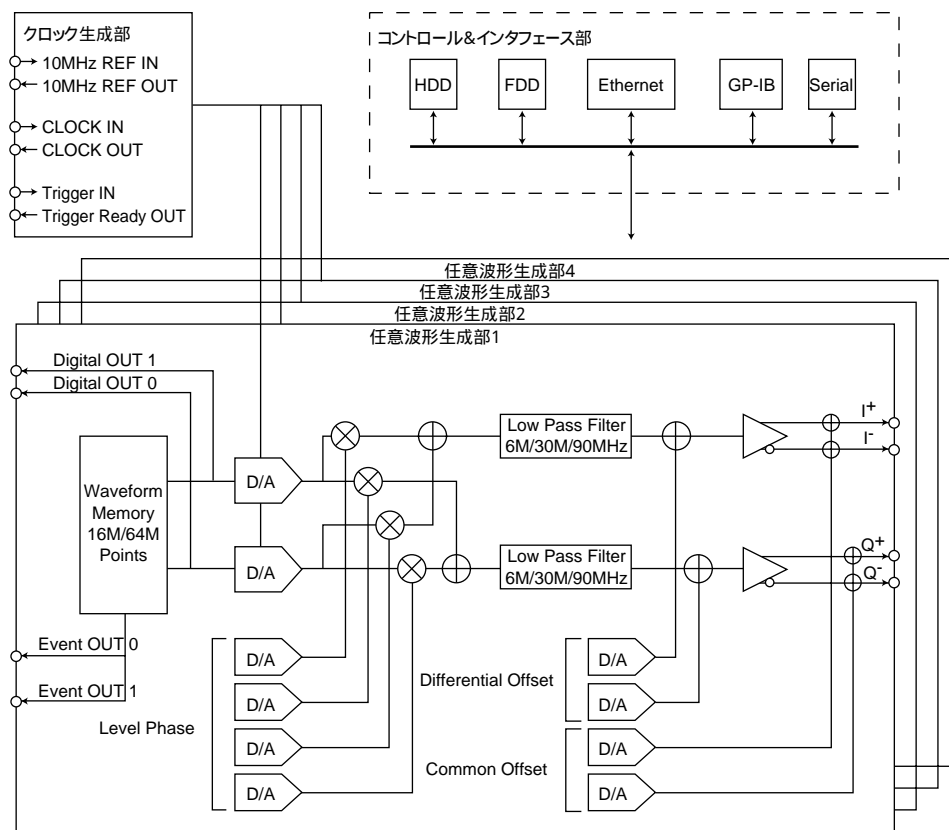


図2 VB8000ブロック図

- ・ 広い出力電圧範囲： - 1.5 V ~ 2.5 V , 3 Vpp(50 負荷)
- ・ 通信用途向け機能：位相設定，直交オフセット設定
- ・ 大容量記憶メディア：10 GB HDD
- ・ 高速インタフェース：イーサネット(10BASE-T)

3. 構成

図2にVB8000ブロック図を示す。

VB8000本体は、任意波形生成部、クロック生成部、コントロール&インタフェース部から構成されており、任意波形生成部は1から4個まで選択できる。任意波形生成部を1個搭載するモデルが2チャンネルモデル、4個搭載するモデルが8チャンネルモデルとなる。また、4チャンネルモデルまでを差動出力、6チャンネル以上をシングルエンド出力とした。

3.1 任意波形生成部

任意波形生成部は、無線通信・放送用途で一般的なIQのセットで構成されている。また、複数の任意波形生成部を使用する場合、クロック周波数以外の設定は、各任意波形生成部毎に独立に行えるため、各任意波形生成部毎に波形周期や出力レベルなどを設定できる。

3.2 波形メモリ部

波形メモリ長は、16 Mポイント或いは64 Mポイントから選択できる。1ポイント当たり32 bitで構成されており、28 bitがIQのデジタル出力とD/Aコンバータに、2 bitがEVENT出力に使用されている(2 bitは未使用)。ロードできる波形データのポイント数には制限がなく、1ポイントから波形メモリ長までの任意のポイント数の波形データを連続に出力することができる。また、合計容量が波形メモリ容量までの、256種類までの波形データを同時にロード可能な構成にしたため、波形データの再ロードなしに波形データの切り替えを行うことができる。この機能は、多数の検査項目を短時間で行う生産ラインにおいて特に有効である。

3.3 デジタル出力部

波形メモリから出力される波形データを、D/Aコンバータのクロックと共に出力する。出力フォーマットは、デジタルシグナルプロセッサやD/Aコンバータでよく使用される、2の補数/オフセットバイナリの切り替えとした。また、専用ケーブルを別売で用意している。

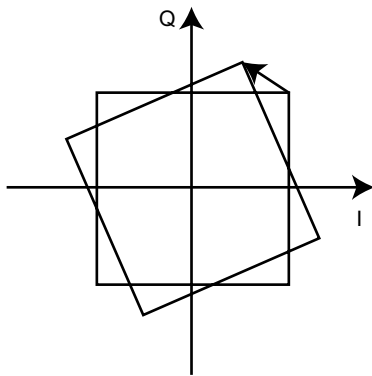


図3 位相設定

3.4 D/A変換部

14 bit, 100 MHzの高性能D/Aコンバータを採用し、低ノイズ、低歪みを実現している。

3.5 レベル/位相設定部

図3に位相設定を示す。VB8000の位相設定は、直交変調後の変調波の位相設定を指し、VB8000のIQ出力をIQ平面上で回転する。複数の任意波形生成部を使用する際に、各々に位相設定を行うことで、アンテナ間位相差の模擬などが行える。2行2列構成のアナログ行列演算器を使用し、波形データの変更なしに位相設定、直交オフセット設定などを行うことができる。

3.6 ローパスフィルター部

D/Aコンバータの折り返しを除去するローパスフィルターで、カットオフ周波数を6 MHz, 30 MHz, 90 MHz (Through)から選択可能とした。フィルタ特性は、急峻な減衰特性と平坦な群遅延特性の要求から、9次のパワースト特性を採用する。6 MHzフィルタは、広帯域符号分割多元接続 (W-CDMA: Wide band-Code Division Mul-

multiple Access), 地上デジタルTVなどでの使用を想定し、30 MHzフィルタは、無線LAN (Local Area Network), 衛星デジタルTVなどでの使用を想定した。

3.7 出力アンプ部

同相オフセット電圧が設定可能な、差動出力構成になっている。そのため、A/Dコンバータ、直交変調器などの単電源差動入力形の被試験デバイスに直接入力することが可能である。また、DC電圧レベル、DCオフセット電圧の自動校正を可能とした。

3.8 クロック生成部

周波数範囲128 kHz ~ 100 MHz, 分解能1 Hzの高性能シンセサイザで、各任意波形生成部に共通のクロック信号を供給する。また、様々な同期方法を可能にする10 MHz基準入出力、クロック入出力、スタートトリガ入力などを有する。

3.9 コントロール&インタフェース部

波形データの生成は、パーソナルコンピュータを用いて行う。パーソナルコンピュータ上で作成した波形データを、イーサネットインタフェースを用いて本体のHDDに転送し使用する。大容量の波形メモリを有効に使用できるように、高速インタフェース、大容量記憶装置などで、波形データの転送、保存を容易にしている。

3.10 ファイルコンバージョンソフトウェア

本体に標準添付されるファイルコンバージョンソフトウェアは、ASCII (CSV) 形式の波形データのVB8000形式への変換、波形データの表示、EVENTの波形データへの付加、イーサネット経由の波形データ転送、GP-IB経由の本体制御などの機能を持つ。

3.11 無線関連ユーティリティソフトウェア

現在開発中あるいは運用中のシステムに対応した表1のようなものを用意しており、今後更に充実させていく。

表1 無線関連ユーティリティソフトウェア

無線関連ユーティリティ	対応する変調方式	機能と概要
デジタル通信用IQ信号作成	BPSK, QPSK, 8PSK, OQPSK, /4QPSK 16QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM	シングルキャリア用変調信号
デジタル変調信号解析	BPSK, QPSK, /4QPSK	変調精度解析
OFDM波形作成	IEEE802.11a準拠のOFDM	変調信号作成
OFDM波形解析	IEEE802.11a準拠のOFDM	BER/変調精度測定
CCK波形作成	IEEE802.11b準拠のCCK	変調信号作成 マルチパス
CCK波形解析	IEEE802.11b準拠のCCK	BER/FER解析
W-CDMAチャネル多重データ (3GPP対応)	IMT-2000/3GPP方式	最大128チャネル多重波形作成
モバイル放送用信号作成	CDM方式	モバイルデジタル衛星放送
Bluetooth/GFSK波形作成解析	GFSK	周波数ドリフト設定

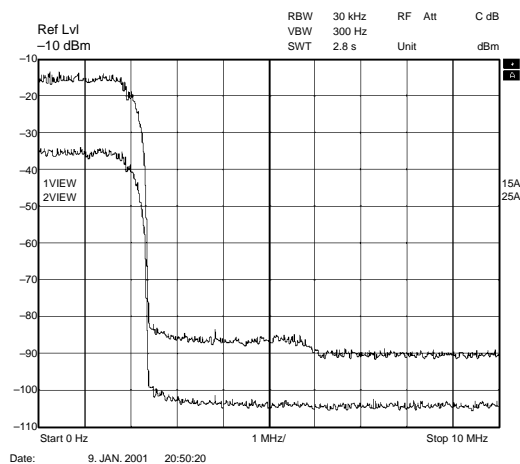


図4 VB8000ACLR性能

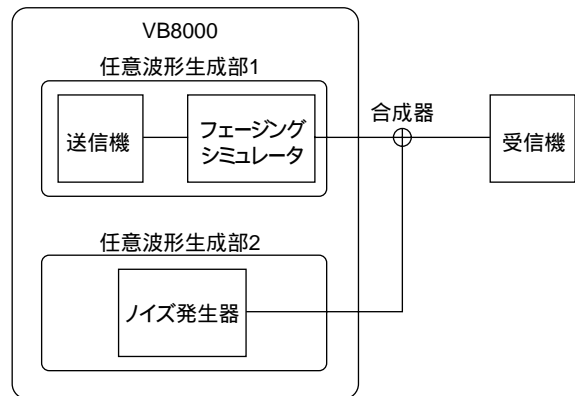


図5 受信機評価システム

4. アプリケーション

4.1 送信機評価

送信機の評価では、厳しい隣接チャネル漏洩電力比 (ACLR: Adjacent Channel Leakage power Ratio)などの要求から、特に高性能が要求される。ここでは、直交変調器の隣接チャネル漏洩電力評価を例に説明する。

W-CDMAの直交変調器においては、65 dBc程度のACLR性能が要求される。評価に使用する測定器には68 dBc以上の高性能が求められる。ACLRの劣化要因は、主に、3次高調波とノイズの合成となるため、直交変調器のACLRが最適となるベースバンド入力レベルは、直交変調器によって異なる一意に決まる入力レベルとなる。このため、測定器には、出力レベルを変更した際にも、高性能が求められる。

内部のレベル構成を最適化し、低ノイズと低歪みを両立させたVB8000では、約20 dBのダイナミックレンジで68 dBc以上のACLR性能 (W-CDMA多重なしの場合)を有するため、常に被試験デバイスのACLR性能を最大に引き出す。図4にVB8000ACLR性能として出力レベルを0.3 Vpp(下側)及び3.0 Vpp(上側)に設定した際のVB8000の出力波形を示す。

4.2 受信系評価

受信機の評価時の測定システムの一例を図5に示す。

ノイズ波形データ及び送信波形にフェージングのかけた波形データを用意することで、1台で評価システムを構築することができる。波形メモリ長が有限であるため、波形周期が有限になるという制限はあるものの、ノイズ発生器、フェージングシミュレータを使用せずに、簡易的な評価が可能になる。また、RF信号で受信機とインタフェースする場合には、VG6000などのデジタル

変調信号発生器を併用する。

最大の波形周期は、W-CDMA波形を出力する場合、64 Mポイントの波形メモリ搭載モデルで、3倍オーバーサンプリング時に、最大580フレーム程度(約5.8秒)となる。また、任意波形発生部毎に波形データ長を独立に設定できるため、ノイズ波形とフェージング波形の周期は独立に設定できる。

5. おわりに

当社では、次世代の無線通信測定器として、'97年11月に業界に先駆けてW-CDMA方式に対応した信号発生解析装置「W-CDMA評価システム」を発売した。同時期に関連製品として無線LAN用の測定器「高速デジタル変調信号発生解析システム」を発売し、ユーザに高く評価された。

'98年11月には、次世代無線通信・放送において様々な変調方式が検討されているのに合わせ、デジタルIQ信号発生器「VB2000」及びデジタル変調信号発生器「VG3000」を市場投入し、様々な変調方式に対応できる測定器をラインアップした。更に'00年1月に周波数範囲を拡張したデジタル変調信号発生器「VG6000」、'00年8月に広帯域IQ復調器「VN6000」を発売している。

多くの特長を持つVB8000は、無線通信・放送機器の研究開発、生産用途では非常に有用と考える。今後共、この分野の測定器とユーティリティソフトウェアの開発を行っていききたい。

参考文献

- (1) 松崎正明他, "デジタルIQ信号発生器 VB2000", 横河技報, vol. 44, no. 1, 2000, p. 7-10
- (2) 中込勝他, "デジタル変調信号発生器 VG6000", 横河技報, vol. 44, no. 4, 2000, p. 225-228