

## デジタル変調信号発生器 VG6000

Synthesized Vector Signal Generator VG6000

中 込 勝 <sup>*1</sup>	熊 谷 光 広 <sup>*1</sup>
NAKAGOMI Masaru	KUMAGAI Mitsuhiro
伊 藤 渉 <sup>*1</sup>	島 尾 雅 夫 <sup>*1</sup>
ITO Wataru	SHIMAO Masao

次世代の携帯電話・無線LAN・デジタル放送用機器やデバイスの開発に最適な、広帯域デジタル変調信号発生器を開発した。出力周波数範囲は、従来の250 kHz～3.2 GHzに加え4.96 GHz～6.2 GHzと広帯域化し、IQ変調周波数帯域幅も120 MHz(-3 dB)と、今後の高速無線通信システムにも対応可能である。

また、オプションで最大メモリ容量64 Mワード搭載可能な任意波形発生部によりVG6000単体で様々な変調信号を発生できる。標準添付のファイル変換ユーティリティにより、発売中のOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)、CCK(Complementary Code Keying)用などの無線評価用ユーティリティが利用可能である。

We have developed a Wideband Digital Signal Generator for the development of next generation electronics such as mobile phones, wireless LAN and digital broadcasting systems. The generator covers the frequency ranges of 250 kHz to 3.2 GHz and 4.96 GHz to 6.2 GHz. The bandwidth of the IQ modulation signals is 120 MHz (-3 dB) that can support the future high-speed wireless communication systems.

This generator has also an optional arbitrary wave generator (maximum memory size is 64 M words) to generate various modulation signals by itself. With the file conversion utility, other wireless test utilities such as OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) and CCK (Complementary Code Keying) can be used.

## 1. はじめに

西暦2000年を迎えて、携帯電話(PHSを含む)は加入者数が5千万人を超え、国民の2人に1人が持つようになった。ここ5年で10倍の伸びを示している。また、インターネット接続可能な携帯電話の割合も急速に増えている。このため、第2世代の携帯電話としては、回線容量およびデータ伝送容量とも既に飽和状態にあるといえる。現在、次世代の移動体通信として携帯電話を高速化したIMT-2000(W-CDMA)が2001年のサービスインを目指して開発されている。また、マルチメディアをどこでも扱える高速データ伝送可能な移動体通信システムとして、MMAQ(マルチメディアモバイルアクセスコミュニケーション)も電波産業会を中心に活発に規格化が進められている。

今回、昨年発売したVG3000をベースに、広い変調周波数帯域幅120 MHzを継承しつつ、MMACに対応するために出力周波数帯域を拡大および任意波形発生部を搭載(オプション)したデジタル変調信号発生器VG6000を開発した。図1に外觀図を示す。



図1 VG6000外觀図

\*1 テスト&amp;メジャメント事業部 通信ネットワークテスト開発部

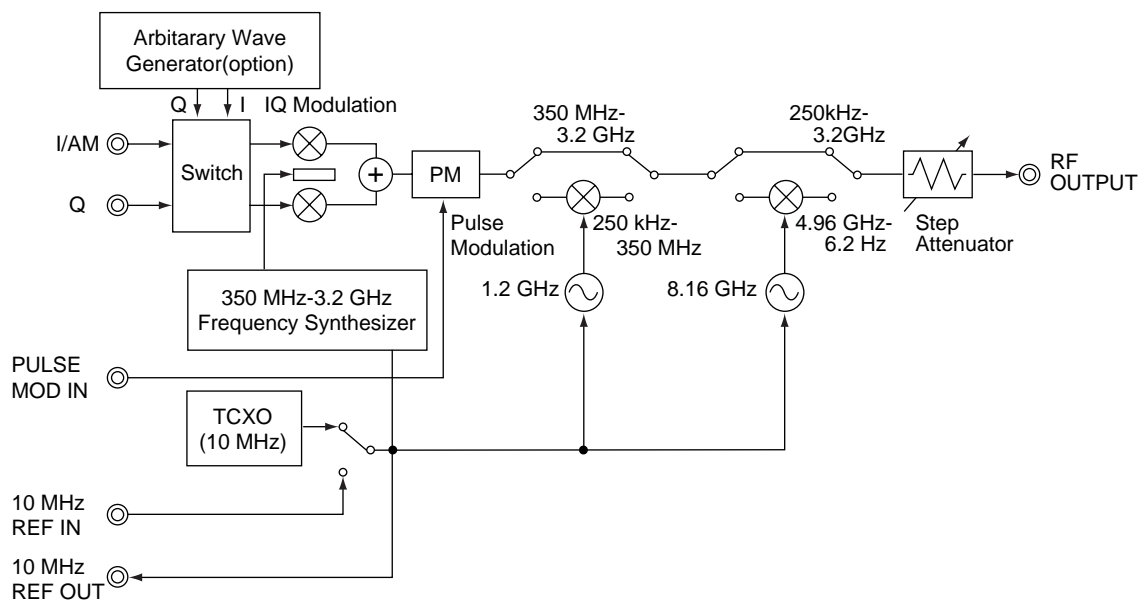


図2 RF部ブロック図

## 2. 特 長

本システムの特長を以下に示す。

### (1) 広い出力周波数帯域

250 kHz ~ 3.2 GHz, 4.96 GHz ~ 6.2 GHz  
 IMT-2000の2 GHz帯, 無線LANの2.4 GHzはもとより, MMACの5.2 GHz帯をカバーする。

### (2) 広い変調周波数帯域幅

120 MHz ( - 3 dB )  
 高速伝送システムの変調信号が発生可能。

### (3) 任意波形発生部(オプション)

クロック 1 Hz ~ 100 MHz  
 D/A分解能 14 bit  
 メモリ 最大64 Mワード  
 様々な変調方式へ柔軟に対応できる。

### (1) 周波数シンセサイザ部( Frequency Synthesizer )

高速周波数切り替えの位相同期ループ( PLL )シンセサイザ( 10 ms typ. )を搭載し<sup>(1)</sup>, 350 MHz ~ 3.2 GHz を発生する。SSB位相ノイズ( 代表値 : 100 kHzオフセット )は以下ようになる。

350 MHz ~ 650 MHz	- 130 dBc/Hz
650 MHz ~ 1.3 GHz	- 124 dBc/Hz
1.3 GHz ~ 2.6 GHz	- 118 dBc/Hz
2.6 GHz ~ 3.2 GHz	- 115 dBc/Hz

### (2) IQ変調部( IQ Modulation )

外部, 内部( 任意波形発生部搭載時に使用 )系統のIQ変調入力を備える。I, Qの振幅位相補正回路により350 MHz ~ 3.2 GHzの広帯域でDCベクトルエラー1%以下, 変調周波数帯域幅120 MHzを実現している。

## 3. VG6000の構成

図2にVG6000のRF部ブロック図を示す。

周波数シンセサイザの出力はIQ変調部で変調され, パルス変調回路, ステップアッテネータを通して出力される。250 kHz ~ 350 MHzの信号は1.2 GHzで1.20025 GHz ~ 1.55 GHzからダウンコンバート, 4.96 GHz ~ 6.2 GHzの信号は8.16 GHzで1.96 GHz ~ 3.2 GHzからアップコンバートして発生される。外部と同期を取るための10 MHz入力ポートと出力ポートを装備する。

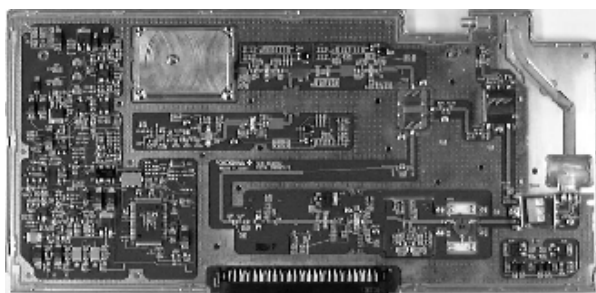


図3 周波数拡張ボード

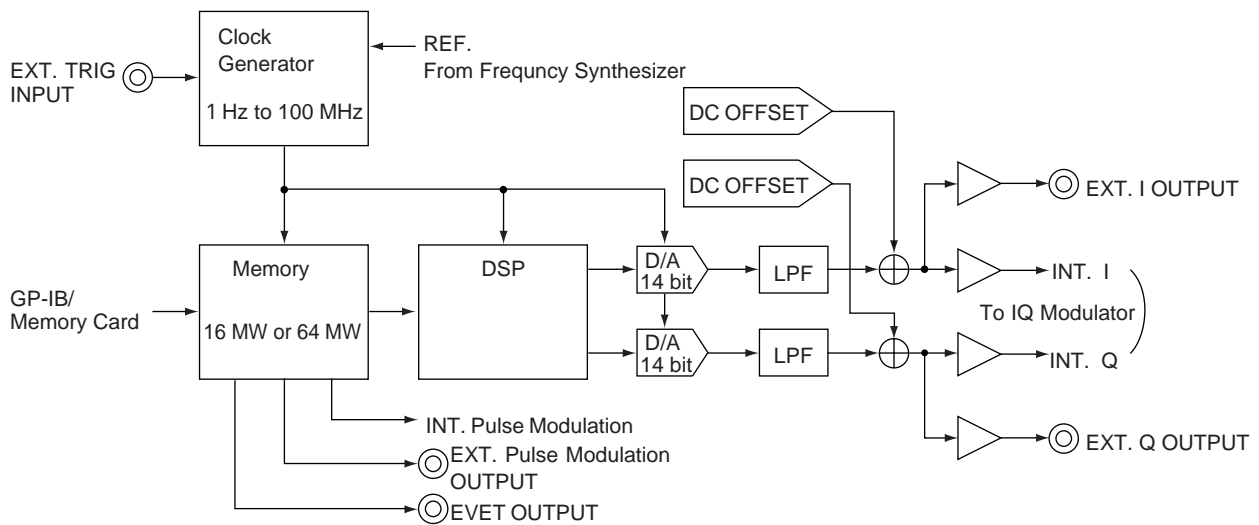


図 4 任意波形発生部ブロック図

(3) パルス変調部 (Pulse Modulation)

外部パルス変調入力あるいは任意波形発生部のパルス変調出力により信号にパルス変調を与えることができる。立上がり、立下りのスロープの調整機能を持っている。

(4) 周波数変換部 (4.96 GHz ~ 6.2 GHz)

図 3 に周波数拡張ボード (FEX) を示す。8.16 GHz の誘電体発振器 (DRO) を内蔵し、変調された信号 (1.96 GHz ~ 3.2 GHz) を 4.96 GHz ~ 6.2 GHz にアップコンバートする。広帯域 IQ 変調を実現するため、250 kHz ~ 3.2 GHz, 4.96 GHz ~ 6.2 GHz の全帯域で平坦な振幅特性が得られるよう設計されている。周波数変換された信号の SSB 位相ノイズは DRO で決定され、-110 dBc/Hz (代表値: 100 kHz オフセット) となる。

(5) アッテネータ部 (Step Attenuator)

5 dB ステップ 115 dB の減衰量を持ち、最小レベル -115 dBm の出力を可能とする。RF ON/OFF 機能、リバースパワープロテクション機能を内蔵する。

図 4 に任意波形発生部のブロック図を示す。クロック発生部で波形メモリ部、信号処理部 (DSP)、D/A コンバータを駆動し 2 チャンネル (I, Q) の波形を発生させる。I, Q 信号はそれぞれスレーピングフィルタ部 (LPF) を通過後、DC オフセットを与えられてからバッファされ出力される。出力には内部と外部の 2 システムあり、内部出力は RF 部の変調器に接続されてる。

(1) クロック発生部 (Clock Generator)

RF 部の周波数シンセサイザと同期して 1 Hz ~ 100 MHz のクロックを分解能 1 Hz で発生する。外部トリガでクロックをスタートする機能を持つ。

(2) 波形メモリ部 (Memory)

メモリ容量は 16 Mワードあるいは 64 Mワードから選択できる。GP-IB あるいはメモリカードから波形データをロードする。波形データは、データの最初にのみ使用するヘッダとボディの 2 種類に定義できる。

(3) 信号処理回路 (DSP)

波形メモリのデータを次の 2 種類のシーケンスで出力できる。最初にヘッダを 1 回出力後ボディを繰り返し出力する。ボディだけを繰り返し出力する。また、振幅、位相の設定を行い、I, Q それぞれを 100 MHz, 14 bit の D/A コンバータへ出力する。

(4) スレーピングフィルタ部 (LPF)

スルーとローパスフィルタのパスを切り替えることができる。D/A 変換の折り返し雑音除去が最適になるよう手動で設定する。選択できるカットオフ周波数 (-3 dB: 公称値) は、Through (90 MHz), 30 MHz, 6 MHz, 500 kHz, 50 kHz である。

(5) DC オフセット部 (DC OFFSET)

I, Q 信号それぞれに DC オフセットを -100 mV ~ +100 mV 範囲で設定できる。

(6) イベント出力 (EVENT OUTPUT)

I, Q のデータポイント毎に High レベル, Low レベルを設定し、パルスを発生させる。クロックで直接

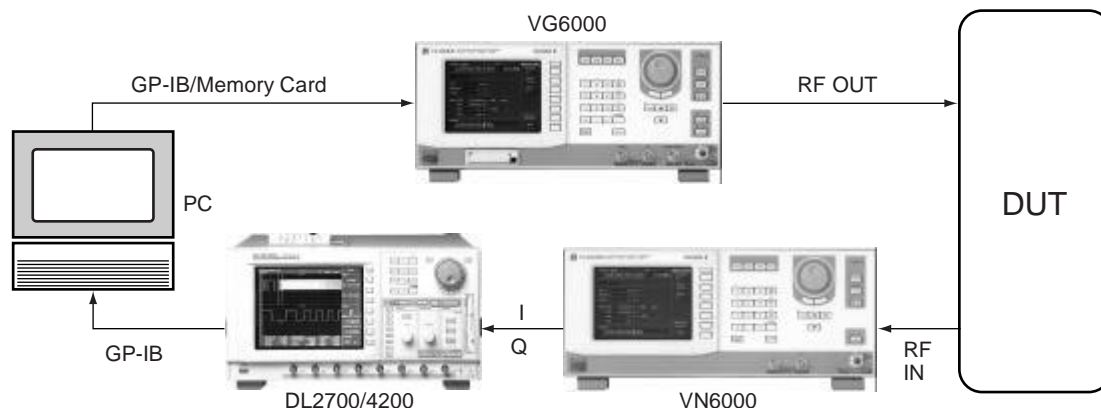


図5 アプリケーション例

データを出力するので、最小パルス幅はクロックの周期となる。

(7) パルス変調出力(Pulse Modulation OUTPUT)  
機能はEVENT OUTPUTと同等であるが、同じ出力がRF部のパルス変調に接続されている。

(8) ファイル変換ユーティリティ  
任意波形発生機能オプションに標準添付されるユーティリティで、ASC、CSV形式のIQ信号波形ファイルをVG6000用バイナリファイルに変換する。また、イベント出力やパルス変調出力用のデータをバイナリファイルに付加する。発生したファイルをGP-IBで転送する場合は、本ユーティリティを利用する。VG6000のRF部、任意波形発生部の制御もできる。

4. アプリケーション

図5に無線評価システムとして他の測定器と組み合わせたアプリケーション例を示す。コンピュータで任意波形発生部用のデータを作成し、VG6000へGP-IBあるいはPCカードで転送する。VG6000は得られた波形データで変調信号を発生しDUTに出力する。DUTから得られた信号は復調器でIQ信号に復調され、デジタルオシロス

コープで取り込まれ、コンピュータで変調精度やビットエラーレートなどが解析される。

波形作成用ユーティリティと波形解析用ユーティリティの一覧を表1に示す。現在開発中あるいは運用中のシステムに対応しており、通信機やIQ復調器、増幅器などの開発から伝送路の影響などシステム全体の評価に利用できる。また、デジタルIQ信号作成ユーティリティは様々な変調方式に対応しているため、VG6000との組み合わせは新システム立ち上げに強力なツールとなる。

5. おわりに

デジタル変調信号発生器VG6000の特長、構成、およびアプリケーションを紹介した。

任意波形発生部の搭載で次世代の通信システムだけでなく、これから策定される規格に柔軟に対応できる。今後は信号発生、解析ユーティリティの充実を図り、早期の新規通信システム立ち上げに貢献したい。

参考文献

(1) 阿川久夫, 他, “LSIテストシステム用UHFソース&メジャーモジュール”, 横河技報, vol. 39, no. 3.4, 1995, p. 19-24

表1 ユーティリティソフトウェア

無線関連ユーティリティソフトウェア	対応する変調方式	機能と概要
デジタル通信用IQ信号作成ユーティリティ	BPSK,QPSK,OQPSK, /4QPSK 16QAM,64QAM,128QAM,256QAM	シングルキャリア用変調信号
デジタルIQ信号解析ユーティリティ	BPSK,QPSK, /4QPSK	変調精度解析
OFDM波形作成 ユーティリティ	IEEE802.11a準拠のOFDM	変調信号作成
OFDM波形解析 ユーティリティ	IEEE802.11a準拠のOFDM	BER/変調精度解析
CCK波形作成 ユーティリティ	IEEE802.11b準拠のCCK	変調信号作成疑似マルチパス
CCK波形解析 ユーティリティ	IEEE802.11b準拠のCCK	BER/FER解析
W-CDMAチャンネル多重データ ユーティリティ (3GPP対応)	IMT-2000/3GPP対応	最大128チャンネル多重波形作成
Bluetooth/GFSK波形作成・解析 ユーティリティ	GFSK	周波数ドリフト設定