

高性能と拡張性を備えたデジタル変調信号発生器の開発

Development of Digital Modulation Signal Generator with High Performance and High Expandability

UDC 621.3.037:621.373.5:621.376.6

木名瀬 純	Jun Kinase	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部
杉田 俊一	Shunichi Sugita	メジャメント ソリューションズ	グローバル経営統轄本部	グローバル マーケットソリューション本部
土井 剛	Tsuyoshi Doi	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部
河野 英和	Hidekazu Kono	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部
山田 康典	Yasunori Yamada	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部
秋山 典洋	Norihiro Akiyama	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部
小林 万里	Banri Kobayashi	メジャメント ソリューションズ	ワイヤレスコム事業部	開発部

1 まえがき

デジタル移動体通信は、1990年代半ばの携帯電話のデジタル化を契機に、飛躍的な伸びを示した。最近では、携帯端末を利用したインターネット接続など、通信の内容は、より高速化、多様化してきている。

そのような中、第3世代通信システムIMT-2000 (International Mobile Telecommunication 2000) が実用化されようとしている。さらに、5GHz帯を使用したMMAC (Multimedia Mobile Access Communication systems) などのワイヤレスLANも実用化に向けて検討されており、従来の移動体通信の枠を越えた高速ネットワーク端末としての急成長が期待されている。

アンリツは、デジタル変調方式の通信システムに対応したMG3670A デジタル変調信号発生器を1993年に製品化して以来、次々に登場する通信システムに対応するために周波数拡張、変調ユニットの開発、性能・機能の向上を行い、移動体通信のデジタル化に大きく貢献してきた。

しかし、通信の多様化、高速化への対応には、さらなる広帯域化や新たな変調方式の導入が必須であり、信号発生器にも、より高度な性能、機能が求められるようになってきた。

そこで、W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) システムに本格的に対応できる性能、機能を有し、さらに今後のMMAC、ETC (Electronic Toll Collection System) 等のシステムにも対応できる拡張性を備えた



図1 MG3681A デジタル変調信号発生器の外観
External view of MG3681A Digital Modulation Signal Generator

MG3681A デジタル変調信号発生器と、W-CDMA システムに対応した変調信号を発生するMU368040A CDMA 変調ユニットおよびMX368041A W-CDMA ソフトウェアを開発した。

図1にMG3681A デジタル変調信号発生器の外観を示す。

2 開発方針

2.1 基本性能

限られた周波数資源の中で、より多くの高速通信を行うためには、隣接した周波数帯を用いる他のシステムや同一システムの隣接チャンネルへの妨害を抑え、伝送効率の良い変調方式を採用することが必要である。

これからの高速デジタル移動体通信のデバイス、機器を試験するための信号発生器には、優れた隣接チャンネル漏洩電力特性と、広帯域で高精度なベクトル変調特性が要求される。

MG3681A では、これらの隣接チャネル漏洩電力特性とベクトル変調特性について、以下の目標を立てて開発を行った。

(1) 隣接チャネル漏洩電力特性

W-CDMA システムでは、隣接する PHS システムへの干渉を抑えるために、送信信号の隣接チャネル漏洩電力を極めて低く抑えなければならない。特に基地局のパワーアンプには、非常に厳しい隣接チャネル漏洩電力性能が要求されている。

このようなパワーアンプの隣接チャネル漏洩電力特性を正確に測定するためには、試験信号の隣接チャネル漏洩電力特性はさらに優れている必要がある。

MG3681A では、この要求にこたえるため、W-CDMA システムの変調において、隣接チャネル (5 MHz 離調) で -68dBc/3.84MHz (代表値)、次隣接チャネル (10MHz 離調) で -75dBc/3.84MHz (代表値) の漏洩電力特性を目標とした。

(2) 広帯域・高精度ベクトル変調

次世代の移動体通信システムでは、従来の音声やテキストデータに加え、動画などの大容量データを扱うようになる。大容量データの無線による高速伝送は、ベクトル変調の広帯域化によって実現される。

MG3681A では、W-CDMA システムやさらに高速な通信を行う MMAC システムのデバイスおよび機器の試験に対応できるように、変調信号帯域幅 30MHz を目標とした。

2.2 拡張性

既存の各種デジタル通信システムのみならず、第3世代以降の通信システムにも対応するためには、プラットフォームの拡張性が鍵を握ることになる。

今後開発が予想される次世代通信システムに対応可能な信号発生器を提供するために、以下の設計方針を立てた。

(1) 5GHz 帯システムへの対応

今後、MMAC システムなどで開発が本格化する 5GHz 帯の通信システム対応を考慮して、出力周波数の上限を容易に 6GHz へアップグレードできる RF 部の回路構成および構造とする。

(2) ソフトウェアの拡張性

デジタル変調ユニットの主要ロジック回路部分を、リコネフィギュレーションが可能な FPGA (Field Programmable Gate Array) で構成する。

これにより、メモリカードを用いたデジタル変調ユニットに実装された FPGA の回路データを含むソフトウェアのインストール作業のみで、機能追加等のアップデートが行える

ようにする。

(3) 拡張スロット

W-CDMA システムの基地局試験には、外来ノイズの影響を想定した試験項目があり、それに対応するノイズ発生機能を信号発生器に内蔵することが望まれる。また、将来の次世代通信システムの研究、開発に取り組む各メーカーの研究部門においては、任意波形発生機能を内蔵する要求が強い。

これらの要求に対してハードウェアによる機能追加でこたえられるように、MG3681A ではデジタル変調ユニット用の拡張スロットを7つ用意し、完全対応を目指している。

2.3 3GPP 対応

MU368040A CDMA 変調ユニットの主目的は、IMT-2000 における通信方式の一つとして承認されている W-CDMA システムの信号生成である。

W-CDMA システムに関する規格は、通信事業者、通信機器メーカーおよび各国の標準化組織が集まって構成された 3GPP (3rd Generation Partnership Project) により策定されている。

W-CDMA システム用の試験信号を生成するためには、3GPP 規格への対応が必須となるが、現状における 3GPP への追従は、規格が策定中のため、どのような変更にも柔軟に対応できなければならない。

そのためチップレート、フィルタ係数を任意に設定できるようにする。さらにコーデック、拡散方式、同期方式など信号生成に関するほとんどの機能を、ソフトウェアの書き換えで変更できるようにする。

ベースバンドデータの生成方法も DSP 方式、メモリ方式、任意波形発生方式など複数の方式を併設し、これらを適時に組み合わせて使用できるようにする。

3 回路構成

3.1 MG3681A デジタル変調信号発生器

MG3681A 本体の回路構成を図2に示す。

(1) RF 信号回路

MG3681A の出力信号は、固定周波数の IF 信号と可変周波数のローカル信号を、周波数変換部で周波数合成することで生成している。

IF 信号は、基準部で発生した 100MHz 基準信号をもとに IF 信号発生部で生成され、ベクトル変調部でベクトル変調が行われる。ここでは、振幅変調およびパルス変調も行われる。

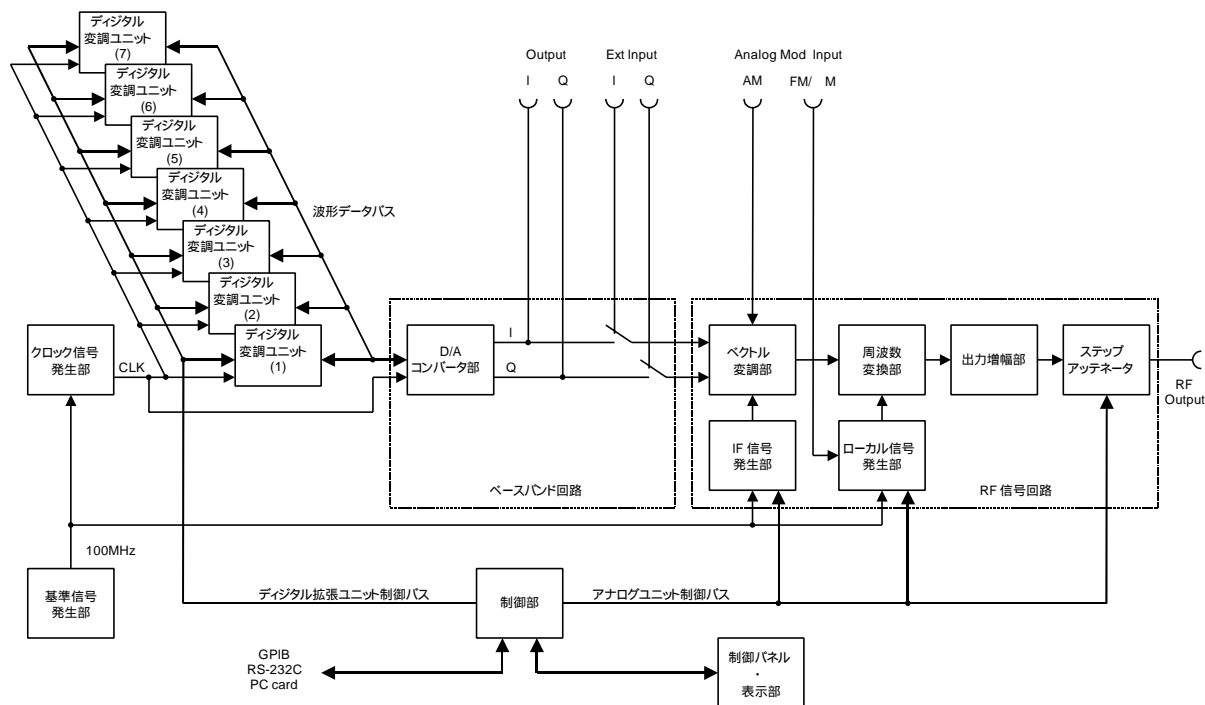


図2 MG3681A 回路構成
Block diagram of MG3681A

ローカル信号は、IF信号と同様に100MHz基準信号をもとにローカル信号発生部で生成される。ローカル信号発生部では、出力周波数の設定値に応じた周波数の信号を、周波数分解能10mHzのPLLシンセサイザ回路で発生する。ここでは、周波数変調および位相変調も行われる。

周波数変換部で周波数合成された信号は、スプリアス信号成分をバンドパスフィルタで除去した後、出力増幅部およびステップアッテネータを経由して出力される。

(2) ベースバンド回路

変調ユニットでは、各通信システムに対応したベースバンド波形データを生成する。

ベースバンド波形データは、波形データバスでD/Aコンバータに供給され、アナログのベースバンド信号に変換される。アナログのベースバンド信号はスムージングフィルタを通過し、その中に含まれるクロック成分やノイズ成分が除去される。

3.2 MU368040A CDMA 変調ユニット

MU368040A CDMA 変調ユニットの回路構成を図3に示す。

MU368040A は、下記の3種類の信号処理ルートで発生した信号をコード多重し、FIR (Finite Impulse Response) フィルタリング処理後、MG3681A 本体の波形データバスに出

力する。

(1) DSP リアルタイムコーディングルート

DSPでリアルタイムコーディングされた物理レイヤのデータを、任意の物理チャンネルに配置し、拡散処理および電力制御を行う。

(2) シンボルデータメモリルート

2つのダウンロードシンボルデータメモリに格納された物理レイヤのデータを、任意の物理チャンネルに配置し、拡散処理および電力制御を行う。

(3) 波形データメモリルート

ダウンロード波形データメモリに格納された波形データに対して電力制御を行う。

4 設計の要点

4.1 MG3681A デジタル変調信号発生器

4.1.1 デジタルプラットフォーム

(1) 波形データバス

ベースバンド信号の広帯域化を実現するためには、高速な波形データバスが必須である。また、複数のデジタル変調ユニットを使用してベースバンド信号を発生するような複雑なアプリケーションへの対応は、デジタル変調ユニット相

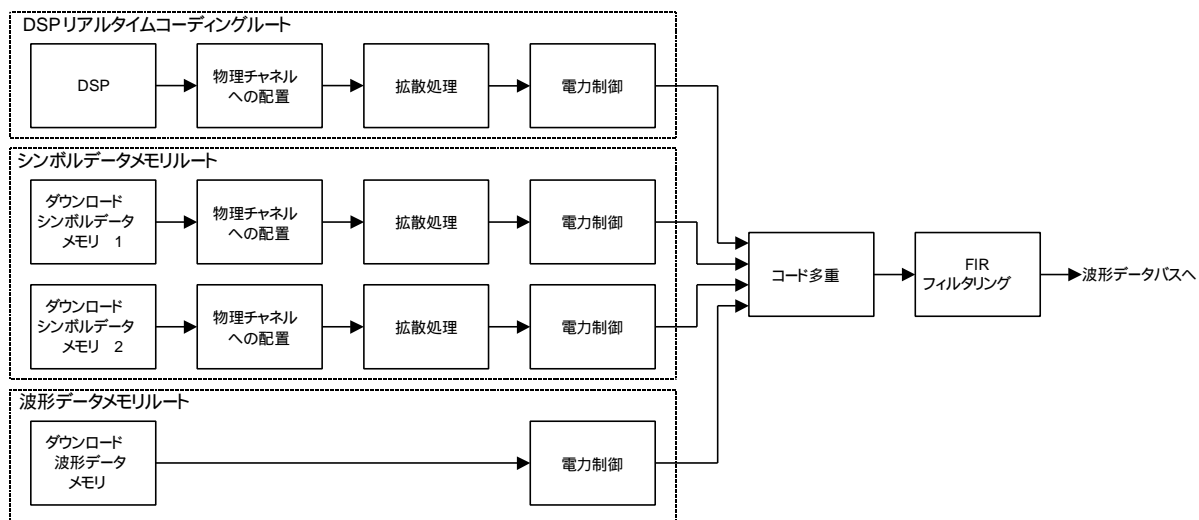


図3 MU368040A 回路構成
Block diagram of MU368040A

互の各種データ伝送も必要となる。

MG3681A では、波形データバス数を増やして伝送容量を従来機の3倍に拡張することで、広帯域かつ複雑なベースバンド信号の発生を可能にした。

(2) メモリカードインタフェース

MG3681A の外部から高速でアクセスできる汎用インタフェースとして、メモリカードインタフェースを採用した。

これにより、ソフトウェアのバージョンアップ、変調データのダウンロード、画面情報のハードコピーなどの大容量の情報を、メモリカードを媒体として高速に転送できるようにした。

メモリカードインタフェース回路には、アクセスタイミングや電源電圧の異なるメモリカードに対応できるように、プログラマブルタイミング調整回路および電源電圧3.3V/5V 切り換え回路を備えた。

4.1.2 アナログプラットフォーム

(1) 隣接チャンネル漏洩電力

W-CDMA システムにおける隣接チャンネル (5MHz 離調) での漏洩電力成分は、主に回路の相互変調ひずみで発生する。また、次隣接チャンネル (10MHz 離調) での漏洩電力成分は、主に回路の残留ノイズで決定される。

この相互変調ひずみと残留ノイズの影響が最小となるように、使用デバイスの選定、レベルダイヤグラムの最適化を図った。

まず、ベースバンド信号発生部では、波形データのアナログ信号変換回路に高速14ビットD/Aコンバータを採用し、残留ノイズの原因となる量子化雑音の発生を抑えた。さらに変調帯域に対応して遮断周波数を設定したスムージングフィルタを通過させ、帯域外のスプリアス成分およびノイズ成分の除去を図った。

直交変調器ではハイレベルミキサを採用し、十分なレベルのIFキャリア信号でドライブすることにより、低ひずみ化を図った。

IFおよびRFルートでは、相互変調ひずみの発生要因である非直線デバイスの影響を少なくすることが効果的である。そのため、W-CDMA システムの周波数バンドでは、シングルコンバージョン方式を採用して回路の簡素化を図るとともに、信号が通過する非直線デバイスの数を最小限に抑えた。

これにより、以下の隣接チャンネル漏洩電力特性を実現した。

- ・ - 68dBc (± 5MHz 離調, 3.84MHz 帯域幅, 代表値)
- ・ - 75dBc (± 10MHz 離調, 3.84MHz 帯域幅, 代表値)

図4に隣接チャンネル漏洩電力特性を示す。

(2) 広帯域・高精度ベクトル変調

MG3681A では、前述のとおり隣接チャンネル漏洩電力特性を重視して、IFからRFへの周波数変換数を最小限に減らしている。その結果、IFとローカルの周波数比が小さくなり、出力信号に近接するスプリアス信号が発生しやすくなるため、RF回路では出力周波数に対応したフィルタ群を切り換

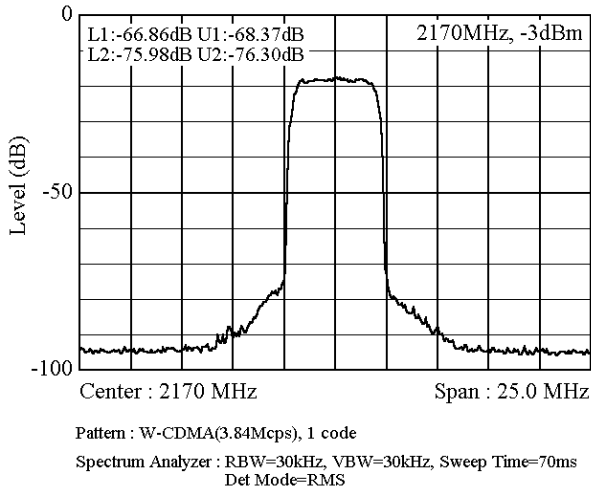


図4 隣接チャネル漏洩電力特性
Adjacent channel power characteristics

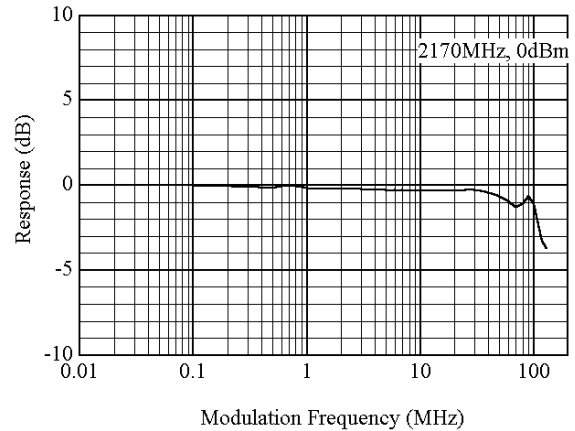


図6 ベクトル変調周波数特性
Vector modulation frequency response

えて、スプリアス信号を除去している。

このフィルタ群には、近接したスプリアス信号を除去できる帯域外減衰特性と、ベクトル変調の周波数特性およびベクトル変調精度を悪化させない通過帯域内振幅、群遅延特性が要求される。

これらの要求を満足させるものとして、比較的小面積で多段構成が可能なインタディジタル形バンドパスフィルタを採用した。図5にインタディジタル形バンドパスフィルタの外観を示す。

これにより、以下のベクトル周波数特性およびベクトル変調精度を実現した。

- ・ベクトル変調周波数特性 (3dB 帯域幅): 30MHz 以上
- ・3.84 Msps QPSK 変調時の変調精度: 2.5 % (rms) 以下

図6にベクトル周波数特性を示す。

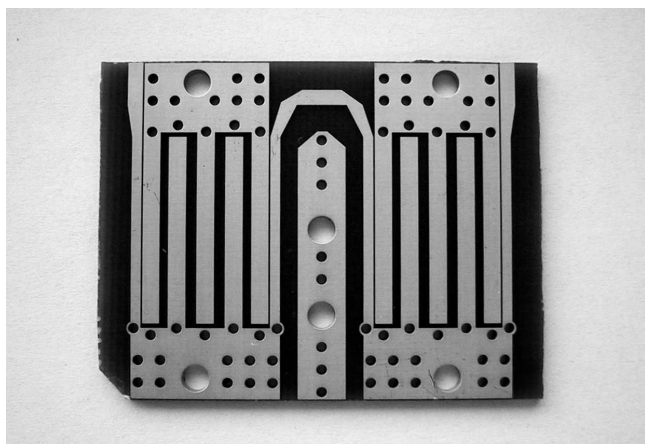


図5 インタディジタル形バンドパスフィルタの外観
External view of Inter Digital Band Pass Filter

(3) レベル精度

250kHz から3GHz までの広帯域にわたり、正確なレベルで信号を出力するために、高安定な ALC 回路と高信頼性のステップアッテネータを採用した。

ALC 回路の温度安定性は、検波器の温度特性でほぼ決定される。特に低温時での検波電圧のドリフトの影響が大きいの一般的なである。MG3681A では、低温時に検波ダイオードをヒータ回路で加熱することで、検波器の温度特性を改善した。

ステップアッテネータは減衰量精度が優れており、通過損失が小さく、さらに波形ひずみをまったく発生しない機械式アッテネータを採用した。このステップアッテネータは、1dB ステップで最大140dB まで減衰させることができる。

また、絶対レベル精度の向上のために、周波数特性、ALC 回路のリニアリティ偏差、ステップアッテネータ減衰量の誤差をパワーメータおよび校正用受信機で測定し、補正值テーブルを作成して補正を行うようにした。

図7に出力レベルの周波数特性、図8に2GHz における出力レベル精度特性を示す。

(4) 放射雑音対策

信号発生器は、受信感度試験からパワーアンプ試験まで、用途によって非常に幅広いレベルレンジで信号を出力する。特に微小レベルにおける信号を高精度で出力するためには、高周波ユニットを含めた内部回路全体を、厳重にシールドする必要がある。

MG3681A のメインフレームは、きょう体を2重シールド構造とし、その内部に個々にシールドケースに収められたデ

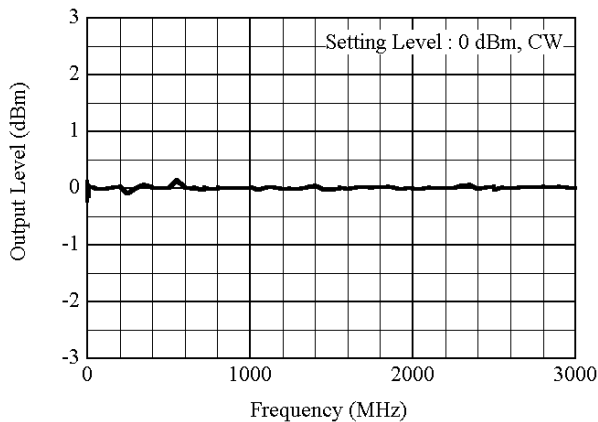


図7 出力レベル周波数特性
Output level frequency response

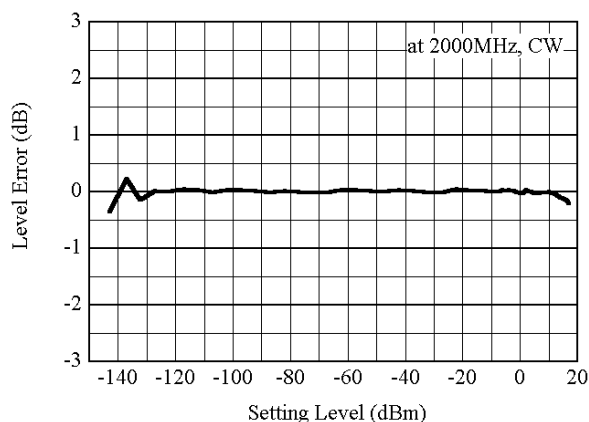


図8 出力レベル精度
Output level accuracy

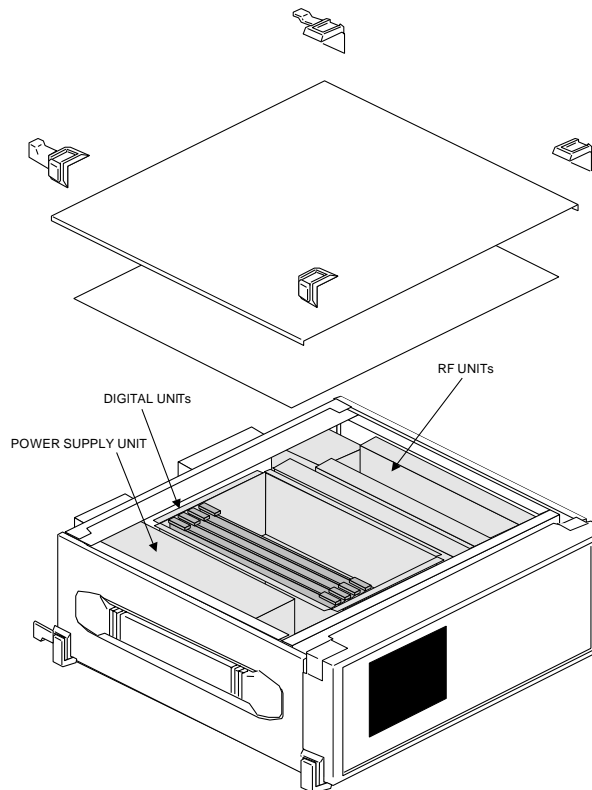


図9 MG3681A のきょう体構造
Frame structure of MG3681A

さらに、高速動作が要求されるFIR フィルタ部分は、機能変更の必要性がないことから、専用ICを採用した。

4.2.2 高速データ転送レート

W-CDMA システムでは、移動状態で384kbps、静止状態で2Mbpsまでの高速データ通信を規定している。

このため MU368040A においても、より高速の信号処理能力が必要となる。前述のリアルタイムコーディング用に最大1600MIPSの高性能DSPを採用することで、384kbpsまでのリアルタイムチャンネルコーディングを可能とした。

5 機能

5.1 MG3681A デジタル変調信号発生器

5.1.1 機能

(1) 0.01dB 分解能

MG3681A のRF出力レベルは0.01dB分解能で設定可能である。デバイス試験などでの微小レベル調整時や、パワーメータでレベルを校正して使用する場合などに有効である。

(2) ファンクションコネクタ

MG3681A の正面パネルに配置した5つのデジタル変調補助信号入力コネクタは、デジタル変調ユニットの設定に

デジタル回路、アナログ回路およびRF回路ユニットを実装した。図9にMG3681Aのきょう体構造を示す。

4.2 MU368040A CDMA 変調ユニット

4.2.1 システム対応容易なファームウェア構造

拡散処理前までの比較的低いレートの信号処理部分は、以下の2つの方式を用意し、用途により使い分けることとした。

(1) 内蔵DSPによるリアルタイムコーディング方式

(2) 外部生成データパターンを周期的に出力するダウンロード方式

高速拡散からFIRフィルタリングまでの信号処理部は、柔軟なシステム対応を可能とするために、100万ゲート相当の高集積FPGAを採用した。

これらのDSPプログラム、ダウンロード用データおよびFPGAコンフィギュレーションデータは、メモ리카ードを用いて書き換えられるようにした。

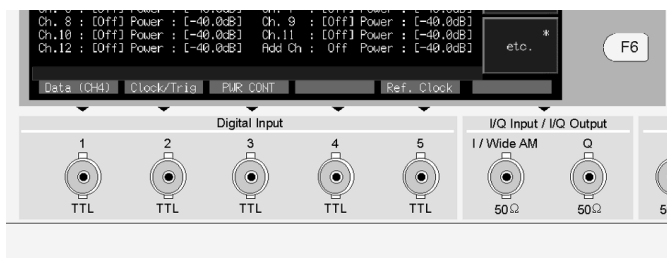


図10 ファンクションコネクタの表示例
Function connectors display

応じて、それぞれの通信システムに適した機能用として割り当てられる。コネクタに隣接した表示器画面上に、現在割り当てられているコネクタの機能名称を表示することで、外部信号源との接続ミスを防ぐことができるようにした。図10に割当表示例を示す。

(3) アナログ変調

ディジタル移動体通信システムで必要となるベクトル変調およびパルス変調に加えて、振幅、周波数および位相のアナログ変調機能を搭載した。オプションのAFシンセサイザを内蔵することで、正弦波や矩形波などのAF信号でアナログ変調を行うことができる。

また、ベクトル変調とアナログ変調機能の併用により、振幅変調を用いた外部レベル制御や振幅変動および周波数変動のシミュレーションなどにも利用できる。

(4) 基本パラメータメモリ機能

基本パラメータメモリは512組の出力周波数およびRF出力レベルが記憶可能である。基本パラメータメモリの内容は、掃引機能によって連続的にリコールできるほか、外部トリガ信号による高速リコールも可能である。

(5) 全パラメータメモリ機能

全パラメータメモリは、出力周波数、RF出力レベルに加え、ディジタル変調ユニットの設定も含めた全パラメータが記憶可能である。全パラメータメモリは実装したディジタル変調ユニット数にかかわらず、合計で100組の記憶が可能であり、各メモリごとに8文字までの任意のタイトルを付与できる。

(6) ソフトウェアアップデート機能

MG3681Aの本体ソフトウェアおよびディジタル変調ユニットのFPGA回路データを含むソフトウェアは、メモリカードを用いてアップデートできる。これにより、機能追加に伴うバージョンアップなどを、ユーザでも行えるようにした。

5.1.2 操作性

(1) カラー液晶画面

MG3681Aは640ドット×480ドットのカラー液晶表示器を採用して表現能力を向上させ、複雑なパラメータ設定もわかりやすく表示するようにした。

(2) パネルキー配置・役割

正面パネルのキーの役割を整理して配置することで、操作性の向上を図った。MG3681Aでは、[機能選択][カーソル移動][入力][選択・編集][確定],という一連の操作の流れにおいて、指先の動きを最小になるようにキーを配置した。

(3) 操作ガイド表示

MG3681Aのパネル操作によるパラメータ設定には、項目選択、数値入力、データ列入力・編集、文字列入力・編集などの設定方法がある。それぞれのパラメータ設定時に開く設定ウィンドウ内に、使用できるキーの種類をガイド表示することで、戸惑うことなく操作できるようにした。図11にガイド表示の例を示す。

5.2 MX368041A W-CDMA ソフトウェア

MX368041A W-CDMA ソフトウェアはMU368040A CDMA変調ユニットに搭載して、W-CDMAシステム用のアンプや変調器などのデバイス試験から、基地局および移動機の開発、生産時おける受信系試験までのさまざまな要求に対応するための機能を備えている。

デバイス関連、基地局および移動機の開発において要求される重要な機能を以下に述べる。

(1) CCDF (Complementary Cumulative Distribution

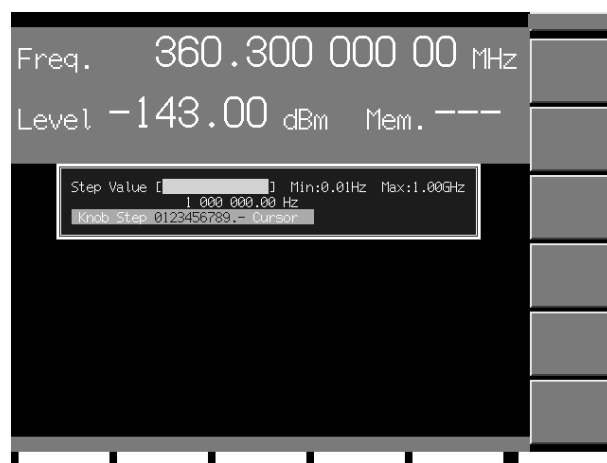


図11 設定ウィンドウのガイダンス表示例
Guidance display in setup window

Function) 特性

W-CDMA システムにおける信号のCCDF特性は、多重数などの条件により大きく変化する。アンプのひずみ特性試験を行う場合、信号発生器のCCDF特性の相違が試験結果に大きな影響を及ぼすことになる。そのため、信号発生器の出力信号におけるCCDF特性を、目的の特性に合わせることが必要となる場合がある。

MX368041Aでは、ダウンロード方式の採用により、外部で作成した基地局用TEST MODEL(3GPP規格TS25.141)などの多重波データへの対応を図った。

(2) 試験用信号フォーマットへの対応

基地局や移動機の受信感度試験などにおける希望波として信号発生器を使用する場合、試験信号を3GPPで規定されている試験用信号フォーマットに完全に対応させる必要がある。また、システム開発段階では、3GPP規格の旧版やユーザ固有の試験信号の発生が必要となる場合もある。

このようなさまざまな要求に対応するため、リアルタイムコーディング用DSPプログラムやダウンロードデータの書き換えによる迅速な対応を可能とした。

(3) 外部インタフェース機能

基地局や移動機の研究開発時に必要となる以下のようなデジタル信号出力を用意した。

- ・信号処理途中のデータ出力：拡散処理前のデータ、拡散処理後のデータ、拡散コード

- ・データ出力に同期したクロック出力：チップクロック、データクロック、シンボルクロック、スロットパルス、フレームパルス

また、基地局との同期接続を容易に行うために、遅延調整機能を持つフレームタイミング同期用信号入力や、ベースバンド信号レートの同期用クロック入力、送信パワー制御用の外部入力などを用意した。

6 規格

表1にMG3681A デジタル変調信号発生器、MU368040A CDMA 変調ユニットおよびMX368041A W-CDMA ソフトウェアの主要規格を示す。

7 むすび

第3世代以降の通信システム対応を主眼として、拡張性に優れた広帯域・高純度のデジタル変調信号発生器、W-

CDMA システムをメインターゲットとした広帯域・高速データレート対応の変調ユニットおよび制御ソフトウェアを開発した。

今後の通信システムの多様な変化にも十分に耐えられる、柔軟なシステムアーキテクチャで構成したMG3681Aは、あらゆる通信関連エンジニアの要求にこたえられるプラットフォームと言える。

MG3681Aは、対応通信システムとしてW-CDMA システムの開発を先行したため、すでに多くのW-CDMA システム関連の移動機、基地局、デバイス開発に使用していただいている。W-CDMA システムに関しては、3GPP規格への継続した対応を積極的に進めるとともに、MG3681Aを使用していただいている開発者から要求をいただき、機能追加、拡張と言った形でそれらを実現していきたい。

また、今後本格的に始動するであろう次世代通信システム、ETC、MMAC、Bluetoothなどにも、このプラットフォームの柔軟性をいかして対応していく方針である。

最近の通信システムに関する開発速度にはめざしいものがあり、規格策定、デバイス開発、移動機開発および基地局開発がすべて同時進行で行われている。

したがって、それらの開発に必須となる試験用信号源もまた同時に開発、もしくは先行していなければならない。今後は、より多くのユーザと連携をとりながら、モバイルインターネット時代に適応した測定ソリューションの提供を行っていく方針である。

今回開発したMG3681A デジタル変調信号発生器が、W-CDMA システムの実用化、次世代通信システムの研究、開発の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 戸田, 小見山, 佐伯, 本間: "MG3670A デジタル変調信号発生器の開発", アンリツテクニカル, 66号, pp.49-55 (1993.9)
- 2) 本山, 柳川, 木名瀬, 土屋, 秋山: "新発想シンセサイザを採用した高性能信号発生器", アンリツテクニカル, 74号, pp.25-33 (1997.10)
- 3) 小見山, 山田, 板原, 金澤, 渡邊: "CDMAに対応したMG3671B デジタル変調信号発生器", アンリツテクニカル, 74号, pp.80-88 (1997.10)
- 4) 杉田, 土屋, 秋山, 金澤, 渡邊: "W-CDMAに対応したデジタル信号発生器", アンリツテクニカル, 76号, pp.79-88 (1998.10)

表1 主要規格
Abbreviated specification of MG3681A

MG3681A 本体

周波数	範囲	0.25 ~ 3000MHz			
	分解能	0.01Hz			
	基準発振器	エージングレート： $\pm 1 \times 10^{-6}$ /year (オプションで $\pm 5 \times 10^{-10}$ まで可能)			
	切換時間	20ms			
出力レベル	範囲	- 143 ~ + 13dBm			
	分解能	0.01dB			
	確度	レベル	1GHz	> 1GHz	
		+ 13dBm , - 127dBm	± 1 dB	± 2 dB	
< - 127dBm		± 2 dB	± 3 dB		
信号純度	スプリアス	高調波：< - 30dBc 非高調波：			
		搬送周波数	15kHz ~ 300MHz オフセット	> 300MHz オフセット	固定周波数 スプリアス
		2500MHz	< - 60dBc	< - 30dBc	< - 50dBc (660MHz, 1320MHz)
		> 2500MHz	< - 30dBc		-
	SSB 位相雑音	< - 118dBc/Hz(10MHz , 1010MHz, 20kHz オフセット) < - 112dBc/Hz(> 1010MHz, 20kHz オフセット)			
振幅変調	範囲	0 ~ 100 %			
	周波数特性	DC/20Hz ~ 10kHz(10MHz)			
	変調信号源	内部(オプション)および外部			
周波数変調	範囲	0 ~ 1000kHz(10MHz , 1010MHz) 0 ~ 2000kHz(> 1010MHz)			
	周波数特性	DC/20Hz ~ 20kHz			
	変調信号源	内部(オプション)および外部			
位相変調	範囲	0 ~ 6.28rad(10MHz , 1010MHz) 0 ~ 12.56rad(> 1010MHz)			
	周波数特性	DC/20Hz ~ 20kHz			
	変調信号源	内部(オプション)および外部			
広帯域振幅変調	周波数特性	DC ~ 15MHz(± 2 dB 帯域幅) DC ~ 30MHz(± 3 dB 帯域幅)			
	変調信号源	内部(デジタル変調ユニット)または外部(1√(p-p))= 100 %)			
パルス変調	オン/オフ比	> 60dB			
	パルス繰返周波数	DC ~ 1MHz			
	変調信号源	内部(デジタル変調ユニット)または外部(TTL)			
ベクトル変調	周波数特性	DC ~ 15MHz(± 2 dB 帯域幅) DC ~ 30MHz(± 3 dB 帯域幅)			
	変調精度	2.5 % (rms) (3.84Msps QKSP 変調で)			
	変調信号源	内部(デジタル変調ユニット)または外部($\sqrt{I^2 + Q^2} = 0.5V$ (rms))			
その他	メモリ機能	基本パラメータ(周波数, レベル): 512組 全パラメータ: 最大100組			
	掃引機能	掃引パラメータ: 基本パラメータメモリのアドレス 掃引パターン: スタートアドレス ストップアドレス			
	外部インタフェース	GPIO, メモリカード, トリガ			
一般仕様	動作温度範囲	0 ~ 50			
	電源	AC100 ~ 120/200 ~ 240V , 47.5 ~ 63Hz , 300VA			
	寸法・質量	426(W)× 177(H)× 451(D)mm , 25kg(拡張ユニット除く)			

MU368040A CDMA 変調ユニット

対応ソフトウェア	MX368041A W-CDMA ソフトウェア
使用スロット数	2スロット

MX368041A W-CDMA ソフトウェア

対応システム	W-CDMA(FDD)	
拡散方式	直接拡散	
変調方式	アップリンク：BPSK(データ), HPSK(拡散) ダウンリンク：QPSK(データ), QPSK(拡散)	
多重チャネル数	Phase 1：1～512 Phase 2：1～1024 Phase 3：1～2048	
チップレート	Phase 1：1.6～4.125 Mcps Phase 2：3.2～8.25 Mcps Phase 3：6.4～16.5 Mcps	
ベースバンドフィルタ	ナイキストおよびルートナイキスト，ロールオフ比：0.1～1.0，分解能0.01	
ダウンロードデータ	シンボルデータチャネル数	最大2チャネル(マルチコード時は最大9チャネル)
	シンボルデータ長	4Mシンボル/1チャネル(パワーシーケンスなし) 1Mシンボル/1チャネル(パワーシーケンスあり)
	波形データ長	任意波形データ：512kワード×2チャネル(1ワード=16bit)
補助出力	入力信号	Data, Frame Clock/Trig, Power Control, Ref. Clock
	出力信号	Data Clock, Data, Symbol Clock, Ref. Clock, Frame Clock, Slot Clock, Code
I/Q信号	出力レベル	$\sqrt{I^2 + Q^2} = 0.200V$ (rms) (最大多重数：1波，フィルタモード：EVM時)
	ベクトル精度	3%(rms) (チップレート：3.84 Mcps, 最大多重数：1波，フィルタモード：EVM時)
RF信号	出力レベル範囲	-143～+5dBm(最大多重数：1～7波時)
	ベクトル精度	2%(rms) (1.9～2.3GHz, 0dBm, チップレート：3.84 Mcps, 最大多重数：1波，フィルタモード：EVM)
	隣接チャネル漏洩電力	-68dBc/3.84MHz(代表値, 5MHzオフセット) -75dBc/3.84MHz(代表値, 10MHzオフセット)