

次世代通信システムに対応したシグナルアナライザ MS269xA シリーズの開発

Development of MS269xA Signal Analyzer Series for Next-generation Systems

土井 剛 Tsuyoshi Doi, 山田康典 Yasunori Yamada, 岸 裕司 Yuji Kishi, 渡邊直博 Nobuhiro Watanabe,
花屋達郎 Tatsuro Hanaya, 小林勝之 Katsuyuki Kobayashi, 遠藤貴晴 Takaharu Endo

[要 旨] 高周波数化、広帯域化が進む次世代通信システムに対応可能なシグナルアナライザを開発した。本装置は、3 GHz 超の周波数においても高レベル確度（絶対レベル確度 ± 0.5 dB）、広帯域（標準 30 MHz、オプションで 120 MHz）の信号解析に対応し、かつ広ダイナミックレンジを実現した。また、オプションでベクトル信号発生器を搭載でき、受信試験やアンプ測定などにも 1 台で対応できる。さらに 3 つの拡張スロットを持ち、基地局製造に有用な RNC シミュレータオプションを搭載することで、W-CDMA 基地局のテストソリューションも提供できる。

[Summary] Anritsu has developed a signal analyzer for next-generation systems using higher frequencies and wider bands. It supports signal analysis with high-level accuracy (± 0.5 dB absolute accuracy) over a wide bandwidth (30 MHz standard; 120 MHz as option) at frequencies higher than 3 GHz, and has a wide dynamic range. In addition, both Rx tests and amplifier measurements are supported by a single unit with the vector signal generator option. Measurement of W-CDMA base stations is also supported by installing the RNC simulator option in one of the three extension slots.

1 まえがき

移動通信システム市場は、現在商用化されている 3G をはじめ WiMAX や 3G LTE など、さらなる広帯域化が進むとともに、より高い周波数へ使用周波数がシフトしてきている。また、周波数利用効率を高めるために高度かつ複雑な変調方式を採用している。

アンリツは、第 3 世代のデジタル移動体通信システムの送信試験に対応した MS2681A/83A/87B スペクトラムアナライザや MS8608/09A デジタル移動無線送信機テストを 2000 年から 2001 年にかけて商品化してきた。しかし、モバイル WiMAX や 3G LTE など、20 MHz 以上の解析帯域幅や高度な変調解析の高速処理が求められる通信システムが今後急速に普及することが予測され、既存の計測器では対応が困難になりつつある。

このような背景から、標準で 30 MHz、オプションで 120 MHz までの広い帯域幅を持ち、かつシグナルアナライザとしての基本性能である高レベル確度、広ダイナミックレンジを実現し、次世代の通信システムまでもカバーする MS2690/91/92A シグナルアナライザシリーズを開発した。

図 1 に MS2690A シグナルアナライザの外観を示す。

2 開発方針

次世代の通信システムまで対応可能なシグナルアナライザとして求められる機能、性能を持つことを目指し、本製品では以下の開発方針を立てた。

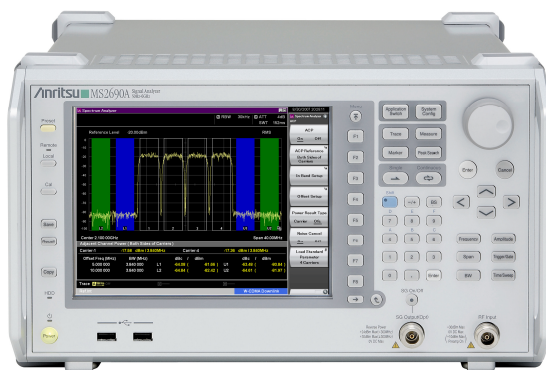


図 1 MS2690A シグナルアナライザ正面図
Front view of MS2690A Signal Analyzer

- (1) 次世代まで対応できる広い解析帯域幅と、隣接チャネル測定やスプリアス測定などで要求される広ダイナミックレンジ
 - (2) 移動通信の高周波数化に対応する 6 GHz までの高レベル確度と帯域幅の確保
 - (3) デバイス試験や送受信解析を可能とするベクトル信号発生器オプションの搭載
 - (4) 単なる汎用機でなく、専用機にも流用できる優れた拡張性
- 以下に詳細な開発方針を示す。

2.1 広帯域化／広ダイナミックレンジ

広帯域化にあたり、次世代通信システムの信号解析に対応できる 30 MHz を標準機能で実現し、さらに第 4 世代の通信システムをカバーできる 120 MHz をオプションにて実現することを目標とした。しかし、単に広帯域にするだけでは、希望信号の解析には問題が

なくとも、未知の信号を分析するというスペクトラムアナライザの用途では、表示平均雑音レベルやスプリアスなどの基本性能が問題となってしまう場合がある。特に、広ダイナミックレンジ特性を活かしたスプリアス測定時に、表示平均雑音レベルやスプリアスにより測定限界を決めてしまうことがある。これらは広帯域化と相反する関係にあり、周波数ダイアグラムの設計、IF 段のフィルタ設計、A/D コンバータの選定に特に注意を払う必要がある。

また、広ダイナミックレンジ化にあたり、低ノイズ、高 TOI のデバイスを採用するが、特にキーデバイスであるミキサ、アンプなどは、これらデバイスに要求される性能に合わせて新規に設計することとした。

2.2 6 GHz までの基本バンド拡張

6 GHz までの基本バンド拡張を実現するためには、IF 周波数 7.275 GHz、1st LO 周波数 7.275 GHz – 13.275 GHz と、従来機の約 2 倍の周波数が必要になる。従来の子デバイスの延長上の技術では対応できないため、キーとなるデバイス類は新規に設計する。

また、6 GHz までの高レベル確度保証のため、新たな内部校正手段を取り入れる。

2.3 ベクトル信号発生器(オプション)

シグナルアナライザとしての基本機能、性能はもちろんのこと、デバイス試験や送受信解析を可能とするためにベクトル信号発生器オプションの搭載を可能とする。本体基本部分と同様に次世代通信システムにも対応できるよう、6 GHz までの RF 出力周波数を可能とする。本オプション搭載と同時に受信測定機能の基本である BER カウンタ機能も実現する。

周波数シンセサイザに必要な固定周波数の内部信号を極力 SPA 部から得ることでコストダウンをはかるとともに、コンパクトな筐体に納めるために従来の信号発生器より大幅なユニットの小型化を行う。また、デバイス試験にも使用できるように、従来機種である MG3700A 信号発生器より優れた隣接チャネル性能を目指す。

2.4 拡張性と BS OBT(One Box Tester)ソリューション

移動機製造のような専用の計測器が存在する市場を除き、一般的に顧客はスペクトラムアナライザや信号発生器などの汎用計測器を用いて独自の測定システムを構築する。しかし、多種多様な計測器を揃え、システムを構築するのは容易な作業ではなく、またシステム自体も大型化してしまう。

そこで、本器では小型な筐体ながらも信号発生器をオプションとして備え、また、内部に拡張スロットを多く持つことで、各顧客に対応したシステムを少しでも安価かつ効率的に提供できるようにすることを目指した。

まずは今回、W-CDMA 基地局の製造用途に向け、BS OBT ソリューションを提供することとした。基地局の製造には、送受信測定に必要な信号解析機能のみならず、基地局を測定可能な状態に制御する機能が必要となる。そのため、基地局の送信試験を高速に測定できる W-CDMA BS 測定ソフトウェアを用意するとともに、基地局の制御および受信試験に求められる RNC シミュレータハードウェアをオプションで用意し、W-CDMA 基地局のテストを 1 台で効率的に行うことが可能なソリューションとして提供する。

2.5 Windows OS の採用

本器では Windows XP Professional OS を採用する。これにより、従来の組み込み OS で多大な開発コストを要した専用ハードウェアへの OS ポーティング作業、USB や Ethernet などの汎用デバイスドライバの開発、GUI 開発におけるグラフィックライブラリ、ソフトウェアオブジェクト開発を大幅に削減できる。

また、従来の組み込み OS や DSP では信号処理などのシミュレーション環境を Windows OS 上で作成していたため、特異なソフトウェアコードを埋め込む必要があったが、Windows OS の採用により、信号処理、GUI などのハードウェア制御に関するモジュール以外のすべてのソフトウェアを PC 上で完全にシミュレーションすることが可能となり、ソフトウェア開発効率を上げることができる。

さらに、MG3700A ベクトル信号発生器用波形生成ツール IQProducer を MS269xA 内部で動作させることができるため、デバイスなどの RF 試験で行われていた評価用信号作成から DUT 評価までを 1 台のシグナルアナライザで行うことが可能となり、他の Windows アプリケーションを動作させることでさまざまなソリューションを提供する可能性を持てる。

3 設計の要点

MS269xA の回路構成を図 2 に示す。

3.1 制御部およびデジタル部

3.1.1 CPU について

従来のシグナルアナライザは、表示およびハードウェア制御用の CPU と変調解析など演算処理用の DSP を用いたマルチプロセッサ構成で実現していた。今回、開発したシグナルアナライザは、処理能力の高い x86 系 CPU を採用し、表示およびハードウェア制御、変調解析処理まで一つの CPU によって実現した。

x86 系の CPU の採用により、シンプルな構造でありながら、従来機種の 10 倍の測定速度を備えた、シグナルアナライザが実現できた。

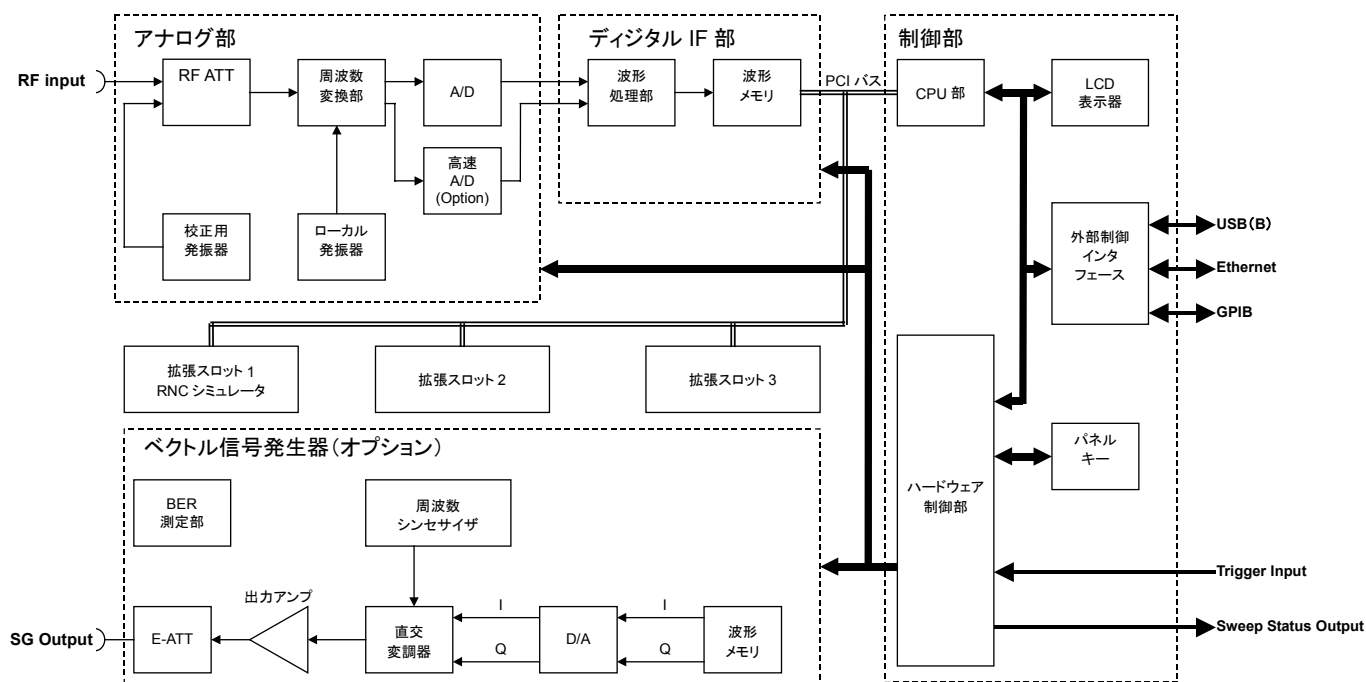


図 2 MS269xA の回路構成
Block diagram of MS269xA

3.1.2 拡張性

本シグナルアナライザは、3 つの拡張スロットを用意した。拡張スロットは、PCI バスにより CPU と接続されており、さまざまな用途での使用が可能である。

一例として、この拡張スロットにはオプションの RNC シミュレータユニットを実装することができる。このような特定の測定に必要となる専用ハードウェアを実装することで、新しい測定器として発展させることが可能である。

3.1.3 ハード制御

本器の内部ハードウェアモジュールは、専用のハードウェア制御用ボードにより集中管理を行っている。これにより、各部の制御と動作タイミングの管理を効率よく容易に実現している。具体的には、各モジュールへトリガ信号を配信し、正確にタイミング制御が行える仕組みを持っている。また、これらの接続は再プログラム可能な FPGA で構成しており、将来の機能拡張において、新たに必要となるタイミング制御に対しても柔軟な対応ができる。

3.2 アナログ部

アナログ部は、RF 入力からデジタル化された IF 信号を出力するまでのブロックである。このブロックは、次の 3 点を設計目標に掲げた。

- ・ 信号経路の広帯域化
- ・ 広ダイナミックレンジ

- ・ 高レベル確度

まず、信号経路の広帯域化であるが、標準で 30 MHz、オプションで 120 MHz の解析帯域幅を実現するため、2nd IF までは 120 MHz の帯域幅を持ち、ここでオプションの 120 MHz 帯域幅を持つルートと、標準の 30 MHz 解析幅を持つルートに分けた。アナログ部のブロックを図 3 に示す。

標準の 30 MHz 帯域幅のルートでは、この後に SAW フィルタで帯域制限し、3rd IF である 75 MHz にダウンコンバートされ、100 Msps, 16 bit の A/D コンバータでデジタルデータに変換される。

また、オプションの 120 MHz 帯域幅のルートは、標準ルートとは別の、400 Msps, 12 bit の A/D コンバータでデジタルデータに変換される。そのため、2nd IF にて信号を分岐し広帯域専用のルートを設定した。

広ダイナミックレンジ化は、高 TOI, 低 NF のデバイスの採用、レベルダイアの詳細なシミュレーションにより実現しているが、とりわけミキサなどのキーデバイスの高性能化を図った。

高レベル確度であるが、目標とするレベル確度を実現するためには、従来の校正用信号源だけでは RF 周波数特性の変動分までは補正できない。また、広帯域化に伴う帯域内周波数特性の偏差を少なくするためにも、これを補正する手段が必要になる。そこで、RF 周波数特性の補正用と帯域内周波数特性の補正用に 2 つの信号源を搭載した。

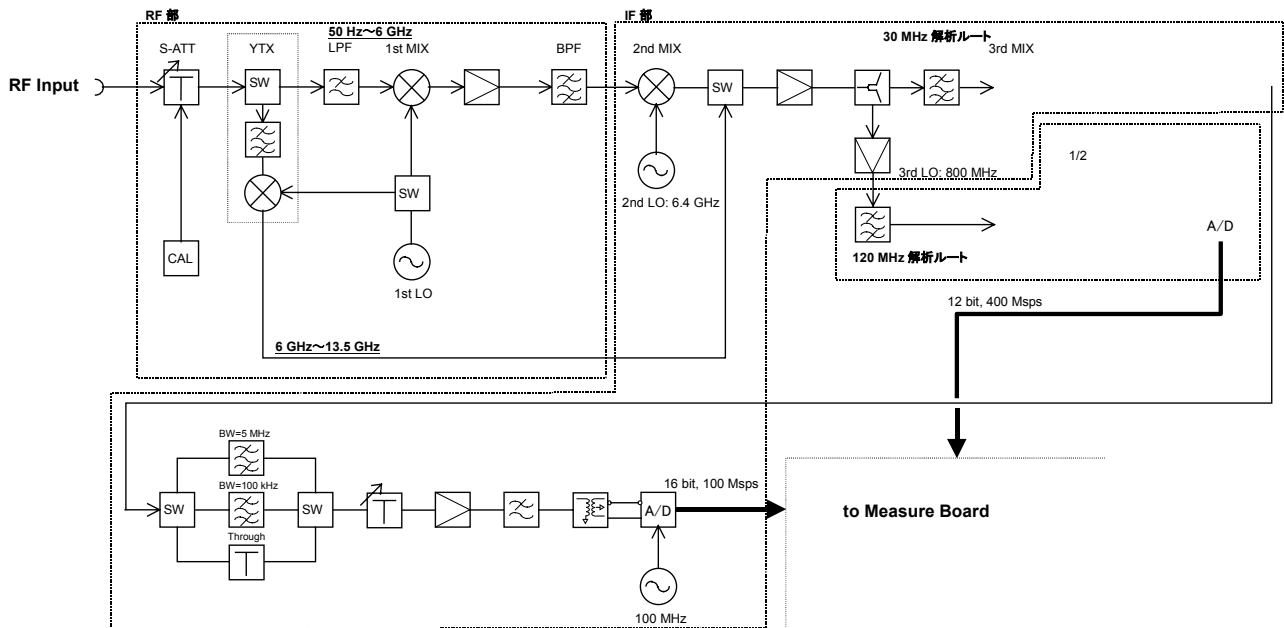


図3 アナログ部の構成

Block diagram of analog section

3.2.1 RF 部

RF 部では、基本バンドの 6 GHz 拡張のため、新規にミキサを開発した。DC ポートの入力周波数範囲を 6 GHz まで伸ばすだけでなく、高 TOI 特性を実現するため、ダブルバリアのダイオードを用い、+26 dBm 以上の LO ドライブで、+30 dBm (～3 GHz) 以上の入力 TOI を実現している。

6 GHz 以上のバンドについても、YTF (YIG Tuned Filter) とミキサを一体化した YTX を新規開発して低変換損を実現し、従来 YTF とミキサの間にしていた PAD を不要とした。

また、高レベル確度実現のため、基準となる信号レベルを発生させる信号源に、トラッキングジェネレータ方式を採用し、従来 1 ポイントで補正していた基準レベルを、6 GHz までの全周波数に対し補正できるようにした。このため、6 GHz までの周波数範囲において、温度による周波数特性の変動分まで含めて補正可能とした。

帯域内周波数特性補正用の信号源は、DDS (Direct Digital Synthesizer) を用い、チャープ信号 (chirp signal ; 時間とともに周波数が変化する信号) を出力している。

3.2.2 IF 部

1st IF をダウンコンバートして 2nd IF を生成する 2nd ミキサ部にも、高 TOI、低変換損失のミキサを新規に開発した。

2nd ミキサの構造上、プリント板のパターンの表裏でバラン (Balun ; 平衡－不平衡変換器) を構成しており、多層プリント板でこの構造を実現するため、MG3700A で採用したプリント板のキャビティ構造 (Cavity structure ; 空洞構造) を用いた。

30 MHz もの広帯域解析幅と高ダイナミックレンジ、とりわけ低ノイズフロア実現のため、A/D コンバータには 100 Msps、16 bit 品を採用した。

掃引型スペクトラムアナライザでは、分解能帯域幅に応じて、A/D コンバータの前に、帯域を制限するフィルタ (プリフィルタ) が挿入される。このフィルタによりダイナミックレンジを拡大できるが、一方でフィルタの切り替えによるレベル偏差がレベル確度を悪化させる。そのため、MS269xA では、必要なプリフィルタの要件を、RBW ごとにシミュレーションを行い、100 kHz、5 MHz の 2 つのフィルタとフィルタを通過しないスルーの 3 つの状態でカバーしている。

3.3 デジタル IF 部および信号処理部

MS269xA では、スペクトラムアナライザの基本性能である、直線性、分解能帯域幅切換誤差、分解能帯域幅選択度の改善と、校正の簡略化のため、従来のスペクトラムアナライザの IF 部をデジタル回路のみで実現した。これにより、校正時間の短縮と、振幅測定確度の大幅な改善が可能となった。同時に、直線位相のビデオ帯域幅フィルタや、従来 DSP で処理していた RMS 検波器もデジタル回路にすることにより、掃引速度の高速化を実現した。

また、本デジタル IF 部には、アナログ部で生じる周波数特性の劣化を補償する補正フィルタや、浮動小数点乗算器を実装し、標準で搭載される 1 G バイトの大容量波形メモリと組み合わせることで、広帯域、高確度、長時間のディジタル機能を実現した。

ディジタル IF 部のブロック図を図 4 に示す。アナログ部で 16 bit、100 Msps のディジタル値に変換された IF 信号を入力し、Correction

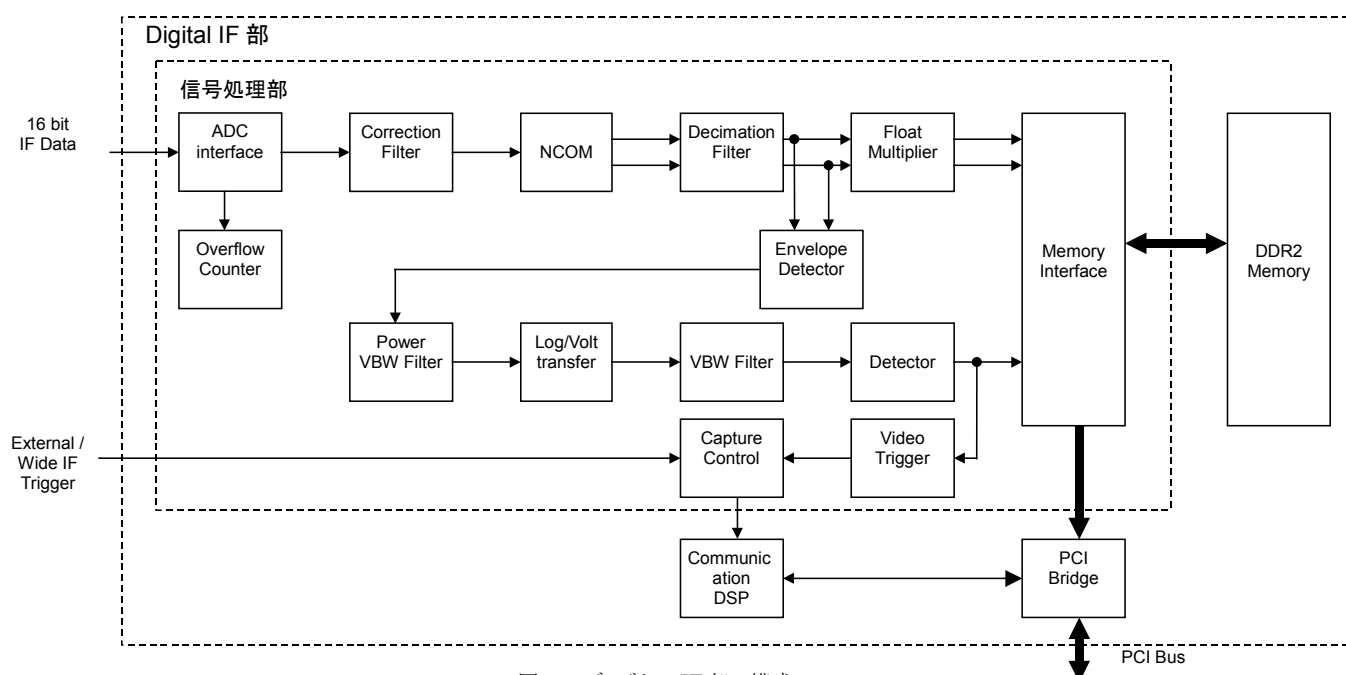


図 4 デジタル IF 部の構成
Block diagram of digital IF

Filter 部で、RF 部で生じる周波数特性の劣化を補正する。NCOM 部で I/Q データに変換した後、FIR、CIC、FIR の 3 段のフィルタで構成された Decimation Filter 部で、サンプリングレートの変換と、スペクトラムの形成を行う。この Decimation Filter 部は、スペクトラムアナライザとして動作する場合は、20 MHz から 30 Hz の分解能帯域幅のガウスフィルタを実現し、また、シグナルアナライザとして動作する場合は 31.25 MHz から 1 kHz の解析帯域幅を実現している。この I/Q データは、浮動小数点形式に変換後、振幅補正値を乗算し、波形メモリに出力される。

スペクトラムアナライザとして動作する場合は、前記の I/Q データを Envelope Detector 部でパワーの包絡線に変換し、設定に応じて Log 変換、Volt 変換、ビデオ帯域幅フィルタなどの処理を行い、検波結果を波形メモリに出力する。すべての処理をハードウェアで実現しているため、CPU に負荷をかけることなく、安定して高速に掃引を行うことができる。

波形メモリに保存された波形データは、64 bit、66 MHz の広帯域な PCI バスにより、高速に CPU に転送することができる。

3.4 ベクトル信号発生器部(オプション)

大幅な小型化とコストダウン、優れた隣接チャネル漏洩電力を実現するため、従来の信号発生器では内部固定周波数で直交変調を行い、その後で周波数変換を行い出力信号を生成していたが、今回は最終出力周波数で直交変調をかけるダイレクト直交変調方式を採用した。これにより、隣接チャネル漏洩電力の悪化や非高調

波スプリアスの発生を引き起こす、複雑な周波数アップコンバータが不要となり、小型化と隣接チャネル漏洩電力の改善を実現した。同時に、最終出力周波数より高い周波数の局部発振器が不要となり、発振器の信号を 1/1～1/32 に分周するだけで出力周波数が生成可能となり、SSB 位相雑音の改善も実現できる。また、MG3700A ベクトル信号発生器と同様に 256 M サンプル(1 G バイト)という業界最大クラスの任意波形メモリを搭載することで、W-CDMA などの受信感度試験で使用されるペイロードデータが PN9 で構成される長周期の波形パターンも出力可能となった。

以上により、W-CDMA のダウンリンク信号(Test Model 1 64DPCH)において、5 MHz offset: ≤ -68 dBc typ./3.84 MHz, 10 MHz offset: ≤ -70 dBc typ./3.84 MHz の隣接チャネル漏洩電力を達成するとともに、アナログ RF ユニットとベースバンドユニットを合わせて 234 mm×160 mm×28 mm のサイズを実現した。

3.5 ソフトウェア

3.5.1 概要

MS269xA では従来の掃引型スペクトラムアナライザ機能に加え、ディジタイザおよび FFT を使用したベクトルシグナルアナライザ機能、各種通信テスト規格に特化した測定ソフトウェア、ベクトル信号発生器、RNC シミュレータといったさまざまな機能をハードディスク容量が許す限りインストール可能とし、ユーザの求めるさまざまなアプリケーションを実装することを可能とした。また、同時に最大 12 個までのアプリケーションをメモリ上に常駐ソフトウェアとして稼働させ

ることが可能なため、従来器では数秒かかっていたアプリケーションの切り替えを約 100 ms で可能としている。また、MS269xA に実装するアプリケーションは専用機になることも可能とするため、実装しているハードウェアの機能を独立したオブジェクトとして実装し、ソフトウェアの流用性を高くする必要がある。このため、ソフトウェア構造は図 5 に示すような階層構造とし、Platform Layer 以下にシグナルアナライザのハードウェア機能およびソフトウェアライブラリを集約し、上位の Application Layer に機能を実装していくことで柔軟な顧客要求に対応できるような構造とした。また、各アプリケーションは、Windows 上の 1 プロセスとしての独立性を高めることで、個別の開発とシミュレーションを可能とした。さらに、使用言語としては、高速性を求める Service Layer や Measure 部には C++ 言語を、Windows の持つリソースを最大限に活用したい GUI などのモジュールには C# 言語を、それぞれ採用した。

3.5.2 ソフトウェア構造

以下にソフトウェア構造の各 Layer を説明する。

(1) Driver Layer

Windows 2000 以降は、一般的な GUI を持つアプリケーションから直接ハードウェアアクセスできない構造を持ち、これにより不用意なハードウェア制御による OS のデッドロック防止を実現している。このため、MS269xA でも、ハードウェアアクセスを一元的に管理するため、RF 部、デジタル IF 部、Vector SG 部用のデバイスドライバを実装した。また、デジタル IF 用デバイスドライバでは、デジタイザとして大容量のデータを扱うため、DMA 転送が必須であるが、Windows では仮想メモリ空間を採用しているため、ページ化された物理メモリごとに DMA 転送を行う必要がある。これらのページ化されたメモリへの DMA 処理をデバイスドライバで実現するため、Scatter Gather DMA 機能を実装するデバイスドライバを開発した。

(2) Service Layer

シグナルアナライザの基本機能を実現するためには、RF 部、デジタル IF 部のハードウェアを組み合わせる必要がある。これらの基本機能は掃引型スペクトラムアナライザ機能、ベクトルシグナルアナライザ機能、測定ソフトウェアで共通機能となる。このため、これらの一連の制御部分をモジュール化し、ソフトウェアインターフェイスをスペクトラムアナライザおよびデジタイザの基本機能と等価なインターフェイスを定義することで、シグナルアナライザのアナ

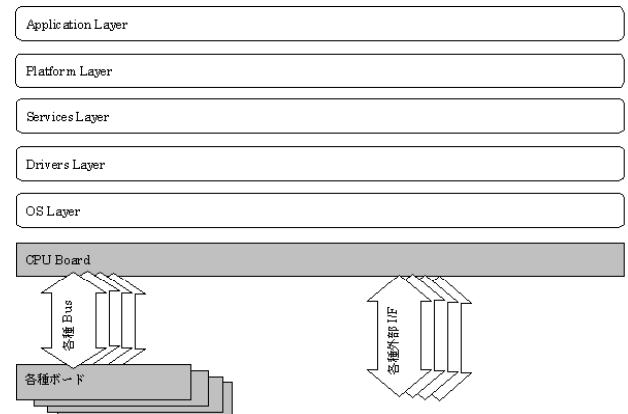


図 5 ソフトウェア構造図
Block diagram of software

ログ部、デジタル IF 部のハードウェアを理解する必要なく、信号処理開発者および GUI 開発担当者が開発を行うことが可能とした。

(3) Platform Layer

MS269xA ではアナログ部、デジタル IF 部を使用するアプリケーションが複数存在し、動作するアプリケーションによっては同時に実行できる/できないといった組み合わせによる制約が発生する。このため、各アプリケーションごとにこれらの組み合わせを考慮した設計をする必要がないよう、ハードウェアのリソース管理を一元に行う。また、各アプリケーションに対して共通のソフトウェアモジュールを提供するモジュール群として実装した。

(4) Application Layer

スペクトラムアナライザ機能、シグナルアナライザ機能、WCDMA 測定機能などの各種測定は、Windows アプリケーションとして実装され、下記 3 モジュールを並列動作させることでアプリケーションを実現している。

(a) Document 部

設定項目などの依存関係を一元に管理するソフトウェア部。GUI からの入力を制御し、他の Measure 部、View 部に関しての制御管理を行う

(b) View 部

GUI のグラフィカル部分であり、波形描画や設定項目の描画処理を行う。従来はこれらのソフトウェア群を用意するための開発工数は大きかったが、Window OS の持つ多様な GUI コントロールを流用することで、さまざまな GUI コントロールを実現可能となった。

(c) Measure 部

ハードウェア制御を行う Service Layer の呼び出しや、デジタル化データの信号処理を行うソフトウェアモジュールとして実装した。本モジュールは信号処理用の高速演算処理が必要なため、Intel 社の IPP ライブラリ (Integrated Performance Primitive) を使用することで、x86 系の CPU の演算処理能力を最大限に引き出せるようにした。

4 機能

4.1 MS269xA シグナルアナライザ本体

MS269xA では、スプリアスなどの広帯域測定や広ダイナミックレンジを最大限に提供する従来の掃引型スペクトラムアナライザ機能と、デジタル変調信号の RF 測定を正確かつ高速に実現できるベクトルシグナルアナライザの2つを主機能として実装している。この2つの主機能をユーザに提供することで、従来の掃引型スペクトラムアナライザのみでは不足していた、変調信号の高速解析を行うことが可能となり、デジタル変調信号の測定に対して柔軟なソリューションを提供している。

4.1.1 スペクトラムアナライザ機能

掃引型スペクトラムアナライザの従来通りの基本機能に加え、占有帯幅測定機能、送信電力測定機能、隣接チャネル漏洩電力測定機能を実装し、さまざまな通信規格に適用したテンプレート設定を用意することでユーザが複雑な設定をせず、規格にあった測定を行えるようにした。また、TD-SCDMA、WiMax などのバースト信号のスペクトラム解析用の Gate Sweep 機能や基地局のマルチキャリア送信試験用に Multi Carrier ACP 測定機能を実装した。

図 6 にスペクトラムアナライザの測定画面を示す。

4.1.2 ベクトルシグナルアナライザ機能

従来の掃引型のスペクトラムアナライザでは、広帯域の変調信号に対して時間的に不連続な信号の解析しかできない。このため、変調信号の測定では測定値を安定させるために、十分な掃引時間を取るか、多大な平均処理を行う必要があった。これに対して、ベクトルシグナルアナライザでは、標準で 31.25 MHz の広帯域を最大 128 M sample 長の連続したサンプリングデータをキャプチャ可能とし、これらのサンプリングデータに FFT 処理を行うことで、広帯域のスペクトラム解析を高速に行うことを実現した。これにより、WCDMA 信号の ACLR 測定速度を掃引型スペクトラムアナライザで行うのに比べ 50 倍の測定速度を実現可能となった。また、1 度キャプチャしたサンプリングデータを何度でもさまざまな視点で解析を行えるよう、

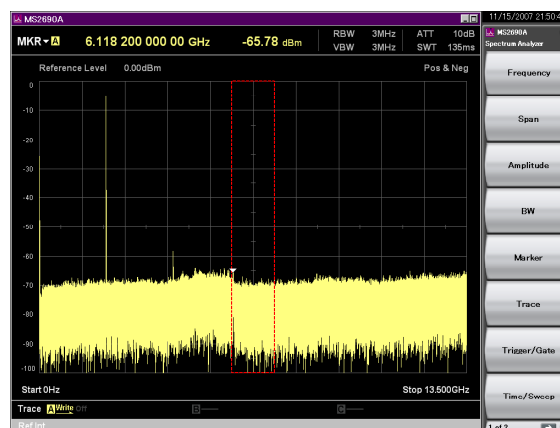


図 6 スペクトラムアナライザ機能の表示例
Example of spectrum analyzer display

スペクトラム測定機能に加え、時間対パワー測定機能、時間対周波数変動測定機能、相補累積分布測定機能を実装した。さらに特徴的な機能として、1 度取り込んだサンプリングデータを内蔵ハードディスクに記録する機能を実装し、広帯域かつ高精度のデジタル化として使用可能とした。これにより、120 MHz 広帯域オプションとの併用で、次世代の通信システムへ研究開発ユーザにも対応可能とした。図 7 にシグナルアナライザ機能の測定画面例を示す。

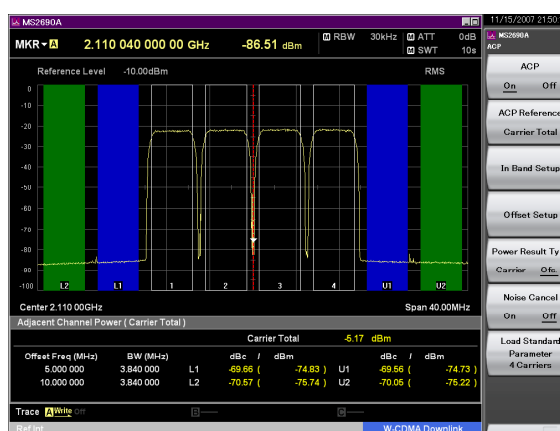


図 7 シグナルアナライザ機能の表示例(スペクトラム表示)
Example of signal analyzer display (spectrum)

4.2 MX269030A W-CDMA BS 測定ソフトウェア

MX269030A W-CDMA BS 測定ソフトウェアおよび MS2690A/91A/92A-030 W-CDMA RNC シミュレータを同時に用いることにより、従来の単体測定器ではなく、一台で測定から DUT 制御までを行う測定ソリューションとして使用できる。

4.2.1 測定項目

MX269030A は W-CDMA 基地局の RF 送信特性を評価する信号解析を行うソフトウェアである。測定項目は送信電力、CPICH パワー、変調精度、周波数誤差、ピークコードドメインエラー、占有

帯域幅、スペクトラムエミッションマスク、隣接チャネル漏洩電力である。グラフ機能としてコンスタレーションマップ、コードドメイングラフを表示する。十分高速な受信用 A/D コンバータを搭載しているため、広帯域での波形取り込みが可能となった。このことによりすべての測定項目を一回の波形取り込みで求めることができ、大幅な測定速度の向上を達成できた。

また、基地局送信信号の送信タイミングを解析し、本器 SG を同期させて出力する SG Synchronize 機能があり、この機能を用いることにより W-CDMA 基地局の受信特性を容易に測定することが可能である。

4.2.2 RNC シミュレータ

オプション 030 W-CDMA RNC シミュレータは W-CDMA 基地局と ATM インタフェースを介して通信・制御を行える機能を持つ。さらに、3GPP 規格で規定されるテストモデル信号を出力させること、BER/BLER 測定を行うことなどの基地局との通信シナリオを標準搭載しているので、W-CDMA 基地局送受信試験時の基地局制御を容易な操作で行うことができる。図 8 に RNC シミュレータ画面の例を示す。

5 主要規格

表 1 に MS2690/91/92A シグナルアナライザの主要規格を示す。

6 むすび

今後の市場で要求される、高周波数化、広帯域化に対応できる、MS269xA シリーズを開発した。本器は、基本バンドを 6 GHz まで拡張することにより、高周波数での高レベル確度と広帯域性能を実現している。さらに、ノイズ、ひずみ特性に優れ、第 3 世代の携帯電話のみならず、第 4 世代にまで対応した製品となっている。

現在までに、Mobile WiMAX や、DSRC、次期通信システムとして期待されている 3G-LTE に対応している。今後、さらに GSM/EDGE や、TD-SCDMA などの各種デジタル移動通信システムに対応することで、顧客のニーズに応えてゆく。

参考文献

- 1) 高橋、成井、岸、西宮、和井田：
“広帯域、高ダイナミックレンジスペクトラムアナライザ MS2683A”，
アンリツテクニカル 79 号，pp.43－51(2000.10)
- 2) 野田、秋山、渡邊、岸、渡邊：
“MG3700A の開発－ユビキタスネットワーク実現に向けて”，
アンリツテクニカル 83 号，pp.10－18(2006.09)

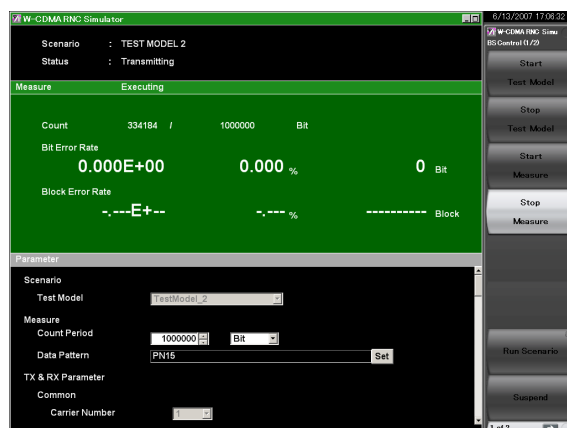


図 8 RNC シミュレータの表示例
Example of RNC simulator option display

執筆者



土井 剛
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



山田 康典
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



岸 裕司
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



渡邊 直博
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



花屋 達郎
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



小林 勝之
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
第 1 開発部



遠藤 貴晴
計測事業統轄本部
ワイヤレス計測事業部
プロダクトマーケティング部

表 1 MS2690/91/92A シグナルアナライザ主要規格
Specifications of MS2690/91/92A Signal Analyzer

● 本体機能

周波数	周波数範囲	MS2690A: 50 Hz～6.0 GHz, MS2691A: 50 Hz～13.5 GHz, MS2692A: 50 Hz～26.5 GHz	
	単側波帯雑音	+18～+28℃, 2 GHz において -116 dBc/Hz(100 kHz オフセット), -137 dBc/Hz(1 MHz オフセット)	
振幅	入力アッテネータ 切換え誤差	≤6 GHz: ±0.2 dB, >6 GHz: ±0.75 dB	
	直線性誤差	ノイズフロアの影響を除く ±0.07 dB(ミキサ入力レベル≤-20 dBm), ±0.10 dB(ミキサ入力レベル≤-10 dBm)	
	RF 周波数特性	+18～+28℃, CAL 実行後, 入力アッテネータ=10 dB において ±0.35 dB(9 kHz≤周波数≤6 GHz), ±1.50 dB(6 GHz<周波数≤13.5 GHz), ±2.50 dB(13.5 GHz<周波数≤26.5 GHz) (プリセレクトチューニング後)	
	1 dB 利得圧縮	ミキサ入力レベルにおいて ≥+3 dBm(100 MHz≤周波数<400 MHz) ≥+7 dBm(400 MHz≤周波数≤6 GHz)	≥+3 dBm(6 GHz<周波数≤13.5 GHz) ≥+0 dBm(6 GHz<周波数≤26.5 GHz)
	2 次高調波ひずみ	ミキサ入力レベル-30 dBm において ≤-60 dBc(10 MHz≤周波数≤400 MHz), ≤-75 dBc(400 MHz≤周波数≤3 GHz)	
一般仕様	外部制御	外部コントローラからの制御(電源を除く)が可能 Ethernet(10/100/1000BASE-T, RJ-45コネクタ) GPIB(IEEE488.2対応, IEEE488バスコネクタ) USB(B)(USB2.0対応, USB-Bコネクタ)	
	USB	USB対応の外部デバイスへの波形ハードコピー, 本体設定パラメータの保存が可能, USB2.0対応, USB-Aコネクタ	
	Monitor Output	VGA互換, ミニD-Sub 15 pin	
	表示器	XGAカラーLCD(解像度1024×768), 8.4インチ(対角213 mm)	
	寸法・質量	340(W)×200(H)×350(D) mm(突起物は除く), ≤13.5 kg(オプションを除く)	
	電源	AC 100～120 V, 200～240 V, 50～60 Hz, ≤260 VA(標準), ≤440 VA(最大値)	
	温度	動作温度範囲: +5～+45℃, 保管温度範囲: -20～+60℃	

● スペクトラムアナライザ機能

分解能帯域幅(RBW)		設定範囲: 30 Hz～3 MHz(1-3 シーケンス), 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz 選択度: (-60 dB/-3 dB) 4.5 : 1(公称値)
ビデオ帯域幅(VBW)		設定範囲: 1 Hz～10 MHz(1-3 シーケンス), オフ VBW モード: Video Average/Power Average
振幅	表示平均雑音レベル	Detector=Sample, VBW=1 Hz(Video Average), 入力アッテネータ 0 dB, +18～+28℃において -135 dBm/Hz(100 kHz) -145 dBm/Hz(1 MHz) -155 dBm/Hz(30 MHz≤周波数<2.4 GHz) -153 dBm/Hz(2.4 GHz≤周波数<4.0 GHz) -152 dBm/Hz(4.0 GHz≤周波数≤6.0 GHz)
	絶対振幅確度	+18～+28℃, CAL 実行後, 入力アッテネータ≥10dB, ミキサ入力レベル≤0dBm, Auto Sweep Time Select=Normal, RBW≤1 MHz, Detection=Positive, CW にて, ノイズフロアの影響を除く ±0.5 dB(50 Hz≤周波数≤6 GHz) ±1.8 dB(6 GHz<周波数≤13.5 GHz) ±3.0 dB(13.5 GHz<周波数≤26.5 GHz) 絶対振幅角度は, RF 周波数特性, 直線性誤差, 入力アッテネータ切換え誤差の 2 乗平方和(RSS)誤差から算出
スプリアス 応答	2 信号 3 次ひずみ	ミキサ入力レベル=-15 dBm(1 波あたり), ≥300 kHz separation, +18～+28℃にて ≤-60 dBc(TOI=+15 dBm)(30 MHz≤周波数<400 MHz) ≤-66 dBc(TOI=+18 dBm)(400 MHz≤周波数<700 MHz) ≤-74 dBc(TOI=+22 dBm)(700 MHz≤周波数<4 GHz) ≤-66 dBc(TOI=+18 dBm)(4 GHz≤周波数≤6 GHz) ≤-45 dBc(TOI=+7.5 dBm)(6 GHz<周波数≤26.5 GHz)
	イメージレスポンス	≤-70 dBc(周波数≤13.5GHz), ≤-65 dBc(13.5 GHz<周波数≤26.5 GHz)
測定機能		ACP, チャンネルパワー, 占有帯域幅, バーストアベレージパワーの測定が可能

● ベクトルシグナルアナライザ機能

機能	トレースモード	Spectrum, Power vs. Time, Frequency vs. Time, CCDF
	解析帯域幅	帯域幅: 1 kHz~25 MHz(1・2.5・5 シーケンス), 31.25 MHz(標準)
	サンプリングレート	解析帯域幅に依存して自動設定される, 範囲: 2 kHz~50 MHz
	記録時間	解析帯域幅に依存して自動設定される, 範囲: 2~2000 s
	測定機能	ACP, チャネルパワー, 占有帯域幅, バーストアベレージパワーの測定が可能
	デジタイズ機能	取得した波形データを, 内蔵ハードディスクあるいは, Ethernet 経由にて外部 PC に出力可能

● ベクトル信号発生器オプション

周波数	周波数範囲	125 MHz~6.0 GHz, 分解能: 0.01 Hz step	
出力レベル	設定範囲	-140~+10 dBm(CW時), -140~0 dBm(Modulation時), 分解能: 0.01 dB	
	出力レベル確度	+18~+28℃, CWにおいて ±0.5 dB (-120 dBm≤レベル≤+5 dBm, 周波数≤3 GHz), ±0.8 dB (-110 dBm≤レベル≤+5 dBm, 周波数>3 GHz), ±0.7 dB (-127 dBm≤レベル<-120 dBm, 周波数≤3 GHz)	
	出力レベルリニアリティ	CW, +18~+28℃において, -5 dBm出力を基準として, ±0.2 dB typ. (-120 dBm≤レベル≤-5 dBm, 周波数≤3 GHz) ±0.3 dB typ. (-110 dBm≤レベル≤-5 dBm, 周波数>3 GHz)	
信号純度	高調波スプリアス	≤-30 dBc(出力レベル≤+5 dBm, CW, 出力周波数≥300 MHzにおいて)	
	非高調波スプリアス	出力レベル≤+5 dBm, CW, 出力周波数からオフセット 15 kHz 以上において <-68 dBc(125 MHz≤周波数≤500 MHz) <-56 dBc(1 GHz<周波数≤2 GHz) <-62 dBc(500 MHz<周波数≤1 GHz) <-50 dBc(2 GHz<周波数≤6 GHz)	
ベクトル変調	ベクトル精度	W-CDMA (DL1code), SG Level Auto CAL=On, 出力レベル≤-5 dBm, 出力周波数800~2700 MHz, +18~+28℃において ≤2%(rms)	
	キャリアリーク	≤-40 dBc(出力周波数300 MHz以上, SG Level Auto CAL=On, +18~+28℃において)	
	イメージリジェクション	≤-40 dBc(出力周波数300 MHz以上, SG Level Auto CAL=On, +18~+28℃, 10 MHz以下の正弦波を使用した場合において)	
	ACLR	+18~+28℃, SG Level Auto CAL=On, 出力レベル-5 dBm以下において, W-CDMA(TestModel 1 64DPCH)信号を用いた場合, 300 MHz≤出力周波数≤2.4 GHzにおいて 5 MHz offset: ≤-64 dBc/3.84 MHz, 10 MHz offset: ≤-67 dBc/3.84 MHz	
パルス変調	On/Off 比	≥60 dB	
	立ち上がり/下り時間	≤90 ns(10~90%)	
	パルス繰り返し周波数	DC~1 MHz(Duty 50%)	
任意波形発生器	波形分解能	14 bit	
	波形メモリ	メモリ容量: 256 Msamples	
	AWGN 加算機能	CN比の絶対値: ≤40 dB	
BER 測定機能	入力ビットレート	100 bps~10 Mbps	
	測定可能パターン	PN9, PN11, PN15, PN20, PN23, ALL0, ALL1, 01 の繰り返し PN9Fix, PN11Fix, PN15Fix, PN20Fix, PN23Fix, User Define	
	入力信号	Data, Clock, Enable(TTL レベル)	