

CDMA に対応した一体型無線機テスト MT8802A の開発

MT8802A Radio Communication Analyzer for CDMA Mobile Phone

UDC 621.317.75/.76/.77/.78 : 621.396.73

森 隆
山田康典
加藤裕之
藤本勝利
木崎亜彦

Takashi Mori
Yasunori Yamada
Hiroyuki Kato
Katsutoshi Fujimoto
Tsuguhiko Kisaki

計測器事業部 第3開発部
計測器事業部 第2開発部
計測器事業部 第3開発部
計測器事業部 第3開発部
計測器事業部 第2開発部

1 まえがき

携帯電話などの移動通信システムが広く普及するにつれて、周波数利用効率を高めるために TDMA (Time Division Multiple Access) のデジタル方式への移行が進められてきた。そして、さらなる周波数利用効率の向上や通話品質の向上が望まれている。このような要求から CDMA (Code Division Multiple Access) 方式が注目され、Qualcomm 社の開発した IS-95 CDMA 方式 (以下 CDMA と略) が北米や日本で実用化された。

従来、移動無線端末用の測定システムは信号発生器や送信機テストなどの個別の測定器で構成されていた。しかし、製造保守用の測定器としては、送受信両方の測定が可能な一体型無線機テストが望まれている。当社ではさまざまな TDMA 通信方式に対応した一体型無線機テスト (MT8801B Radio Communication Analyzer) をすでに開発し²⁾、販売している。これに対して、前述の CDMA 方式の実用化により CDMA 移動機の製造保守用測定器としての一体型無線機テストの要求が寄せられていた。今回、MT8801B を母体として CDMA 方式に対応した一体型無線機テスト MT8802A を開発したので、その設計方針、設計の要点、概略機能および主要性能について述べる。図 1 に MT8802A の外観を示す。

2 設計方針

2.1 コールプロセッシング機能

従来、日本の TDMA 方式の移動機の測定は、特別な治具を用いて移動機をテストモードに設定して行なう場合が多かった。具体的には、移動機を強制送信モードに設定して送信測



図1 MT8802A ラジオコミュニケーションアナライザ
MT8802A Radio Communication Analyzer

定を行ない、強制受信モードに設定して移動機から Data, Clock 信号を取り出してビット誤り率の測定を行なう。

これに対して CDMA 方式では、特別な治具を用いずに RF 信号を通じて呼接続を確立した状態で送受信測定を行なうよう規格に定められている。測定器は通常の着呼と同様にして移動機をループバック状態に設定してこの時の移動機送信信号を測定し (送信測定)、移動機は受信データの誤りの有無を送信データとして送信しこれを測定器側でカウントする (受信測定)。このため、測定器としては送信、受信測定いずれの場合も基地局と同様に変復調機能が必要であり、一体型無線機テストの形式が適している。

よって CDMA 方式に対応するためには発呼、着呼、切断などを行なうコールプロセッシング機能が必須であり、リアルタイムの変復調機能およびベースバンド機能を備える必要がある。そのため変復調機能は Qualcomm 社の ASIC を用いて実現し、同 ASIC の制御およびベースバンド機能の実行に適した通信 CPU ボードを新規に作成する。

2.2 CDMA 方式特有の測定機能

(1) ノイズ環境下でのフレーム誤り率測定

移動機の受信能力を測るために、基地局信号にAWGN (Additive White Gaussian Noise) 信号を付加してフレーム単位での誤り率測定が行なわれる。ここで、基地局信号レベルに対するAWGNの相対レベルには高い精度が要求される。MT8802AにAWGN発生器を内蔵することにより、相対レベル精度を確保し容易に測定が出来るようにする。

(2) 波形品質測定

移動機の送信信号の変調を評価するために、波形品質の測定が行なわれる。は理想変調信号と被測定信号との相関値であり、変調信号解析機能が必要となる。MT8802Aでは、当社の送信機テスタMS8606Aの信号解析手法を継承し、高精度な波形品質測定を実現する。

(3) さまざまな送信電力測定

CDMAシステムでは複数の移動機が同じ周波数を使用するため送信電力制御が重要となる。そのため、基地局電力を変化させた時の移動機送信電力の時間変化を測定するなどさまざまな送信電力測定が行なわれる。MT8802AではDSPを用いたソフトウェア処理による送信電力測定を行ない、高い精度を実現すると共にさまざまな測定に柔軟に対応する。

2.3 アナログ、TDMA 方式対応

CDMA方式の移動機はアナログ方式にも対応するデュアルモードがあるため、MT8802Aはアナログ測定機能も装備する。さらに、世界の主要なTDMAシステムにも対応できる汎用性の高い一体型無線機テスタとする。具体的には、MT8801Bと同様に大容量のフラッシュメモリカードに各通信システム用の測定ソフトウェアを格納し、システム選択が可能な構成とする。

3 設計の要点

3.1 回路構成

図2にMT8802Aの回路構成を示す。MT8801Bのハードウェア^{1),2)}に、CDMAシステム用のCDMAベースバンド部とCDMA受信部を追加した構成である。CDMAモードとTDMAモードを切替えることが可能で、TDMAモード時にはMT8801Bと同様の構成となる。

CDMAモード時の機能は、コールプロセッシング機能と送信測定機能に大きく分けられる。受信測定のフレーム誤り率測定は、コールプロセッシング機能により実現される。図3に、コールプロセッシング機能を実現する信号の流れを示す。ここで、CDMA受信部はCDMAのコールプロセッシング機能のため

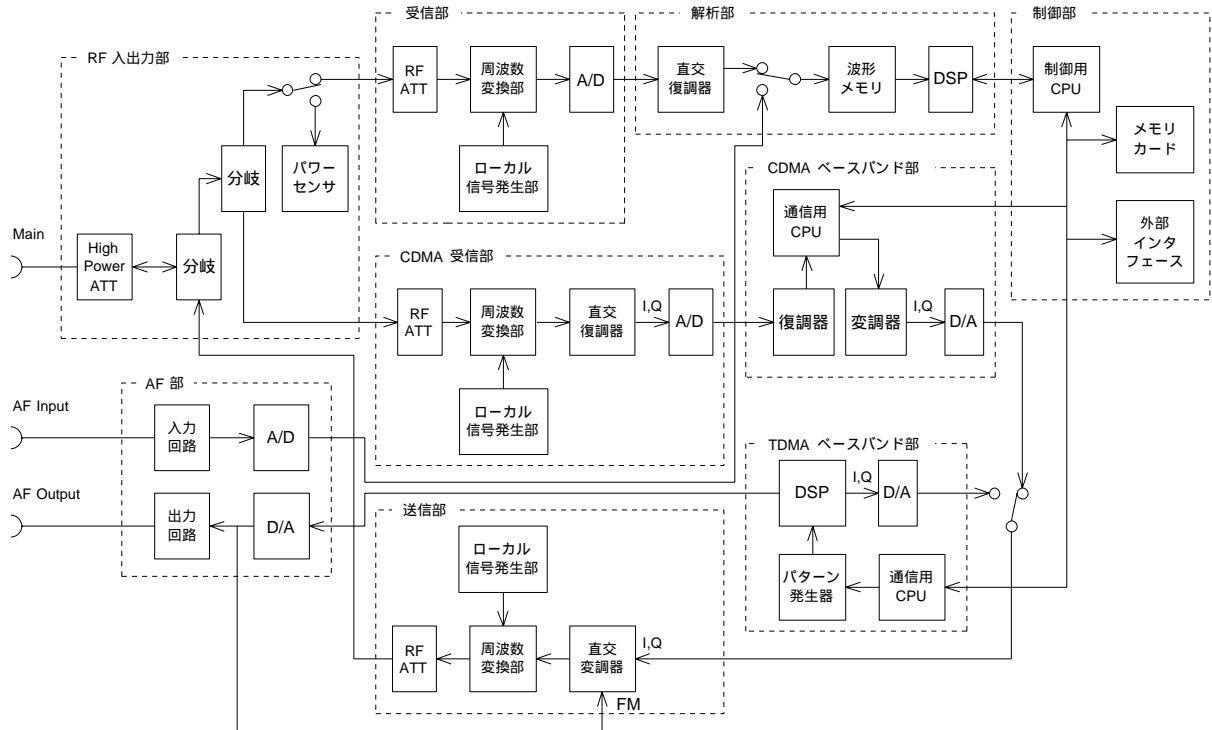


図2 MT8802Aの回路構成
Block diagram of MT8802A

に用意した受信部であり、解析部とは独立しているため、常に移動機からのReverse信号を受信することが可能である。

また、図4に送信測定機能を実現する信号の流れを示す。前述したように、移動機とのコールプロセッシング機能はすべて、CDMA受信部とCDMAベースバンド部が行うので、解析部はコールプロセッシング機能とはまったく独立に制御することが可能である。このような回路構成とすることにより、移動機の受信試験および送信試験を同時に行うことも可能となる。

図5では、TDMAモード時のコールプロセッシング機能、測定機能を実現する信号の流れを示している。この場合、解析部が双方の機能の実現に使用されるため、2つの機能を切り換えながら動作している。

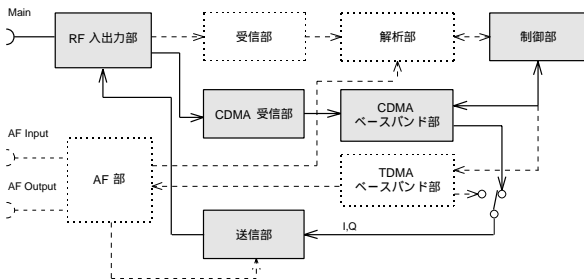


図3 CDMAモードのコールプロセッシング処理における信号の流れ
Signal flow diagram on call processing function of CDMA mode

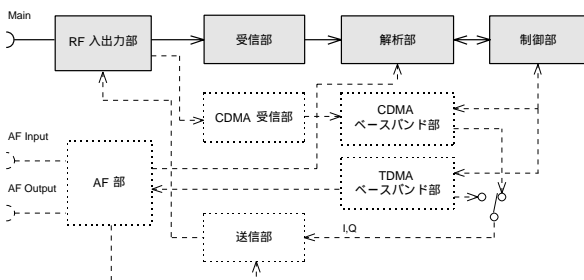


図4 CDMAモードの送信測定における信号の流れ
Signal flow diagram on TX measurement function of CDMA mode

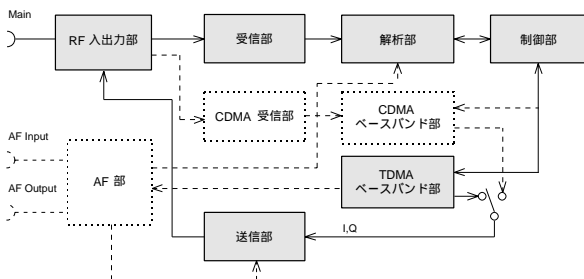


図5 TDMAモードにおける信号の流れ
Signal flow diagram of TDMA mode

以下、今回新たに設計したCDMAベースバンド部とCDMA受信部について説明する。

(1) CDMAベースバンド部

CDMAベースバンド部は通信用CPUと変復調ハードウェアから成り、主にコールプロセッシング処理を実現する。変復調ハードウェアには、基地局相当の変復調機能を持つQualcomm社のASICと測定に必要な機能を持つFPGAがある。以下、CDMAベースバンド部の特徴的な機能について述べる。

(a) 信号解析タイミング

移動機は基地局のタイミングに同期してReverse信号を送信する。送信測定では、基地局のタイミングに対するReverse信号の相対時間誤差を測定する必要がある。MT8802Aは送受一体型の測定器であるため、基地局のタイミングすなわちCDMAベースバンド部で生成しているタイミングを解析部に与えることにより前記測定を実現している。またCDMAシステムでは符号同期が必要であり、CDMAベースバンド部の符号情報を解析部に送ることによりReverse信号の解析を可能としている。

(b) イコライジングフィルタ

IS-95の規格に従えば、基地局は移動機の受信フィルタの設計を簡略化するために、送信信号にフェイズイコライズ処理を施す必要がある。この処理は送信信号の位相特性の補正処理であり、一般的にイコライジングフィルタによって処理される。MT8802Aでは波形品質の劣化を避けるため、デジタルフィルタによりイコライジングフィルタを構成した。これにより、イコライジングフィルタによる波形品質の劣化を最小限に抑えている。

(c) デジタル加算器

MT8802Aの送信するForward信号は5波のコードチャンネルを多重した信号であり、個々のチャンネルの電力を可変する機能を持つ。CDMAシステムでは、この多重された信号の中に存在するトラフィックチャンネルを用いて移動機の受信性能を評価する。そのため、多重時の各コードチャンネル間の電力比精度が必要であり、低レベルにおいても精度を確保することは重要である。MT8802Aでは電力比精度の向上のため、各コードチャンネルごとにデジタル演算による利得制御回路と加算回路を用意した。この回路により、低レベルにおいても各コードチャンネルの電力比の精度を $\pm 0.2\text{dB}$ 以内に抑えている。

(d) AWGN発生器

CDMAシステムでは隣接セルからの信号はすべてノイズで

あり、システムの性質としてS/N比が - 数dB 相当の状況で通信を行うのが一般的である。したがって、ノイズ環境下での受信性能の評価が不可欠であり、希望チャネルとノイズの電力比を高確度で実現することは移動機の受信評価において重要である。MT8802Aでは、ノイズのレベル確度を向上させるため、デジタル方式によるAWGN発生器を採用し、デジタル演算にてノイズを加算し、高精度のS/N比を実現している。

また、ノイズ発生的手法として、擬似ランダムパターン発生器（以下PN発生器と略）を使用している。この場合、PN発生器の生成パターンに偏りがあると、帯域内の電力分布に有色性が生じ、測定には不適切なノイズになってしまう。このため、シミュレーションにより偏りの少ない系列を選択した。そして、十分な周期長で位相の異なる複数のPN発生器を用意し、これらの出力を加算することにより、回路規模を抑えて白色ガウス分布に近いノイズを得ている。

(2) CDMA 受信部

CDMA 受信部は、移動機からのReverse信号をデジタルのIQ信号に変換するコールプロセッシング用の受信部である。RF ATT、2つのシンセサイズローカル信号発生器、IFアンプ、直交復調器およびA/D変換器から構成される。

セルラバンド、PCSバンドおよび将来のシステムアップに対応できるように、700 ~ 1100MHzおよび1400 ~ 2200MHzの受信周波数範囲を確保している。移動機の送信電力制御を考慮し、RF ATTおよびIFアンプのゲインコントロールにより + 40 ~ - 58dBmの受信レベル範囲を実現している。CDMA受信部は、解析用の受信部に対して、受信周波数および受信レベルを独立して設定可能である。これにより測定項目ごとに解析用の受信部のレベル設定を最適化できるため、測定確度の向上を可能とする。さらにコールプロセッシングを実行中に、スペクトラムアナライザ機能を使用することも可能になる。

3.2 コールプロセッシング機能

(1) 機能概要

CDMA通信システムの規格であるTIA/EIA/IS-95A, ANSI J-STD-008, ARIB STD-T53に対応したコールプロセッシング機能を開発した。コールプロセッシング機能は、以下の機能を有する。擬似基地局としての機能

- ・呼接続機能：位置登録，発呼，着呼，通話，網側切断，移動機切断，周波数チャネル切り換え
- ・コールプロセッシングで通信状態にした後，音声の折り返

しによる通話試験機能

・送信電力制御機能：

PCB (Power Control Bit) を用いて移動機の送信電力をMT8802Aが受信可能なレベルに自動的に制御する機能

測定器特有の機能

・送受信測定のためにコールプロセッシングでLoop Back (Service Option 2) 状態に設定する機能

・移動機送信信号のフレーム誤りの報告情報をカウントするフレーム誤り率測定機能

・PCB制御機能：

PCBに0と1を交互に設定して移動機送信電力を一定に保つAlternate機能

PCBに常に0を設定し移動機送信電力を最大にするAll0機能

PCBに常に1を設定し移動機送信電力を最小にするAll1機能

移動機送信電力を測定しながらPCBを制御し、任意の送信レベルにする機能

(2) 基本設計

CDMA通信システムは図6に示すようなOSIモデルに準拠した階層構造を持っている。この各階層はレイヤ1, 2, 3と呼ばれ以下に示す処理を行っている。

・レイヤ1（物理層）

CDMA通信システムの無線伝送路上のビット単位の伝送を行う。誤り訂正符号化，復号処理，インターリーブ・デインターリーブ処理，スクランブル・デスクランブル処理，拡散・逆拡散処理等を行い，CDMA通信システムの通信形式を実現する。

MT8802Aではレイヤ1をQualcomm社製ASICを用いて実現した。

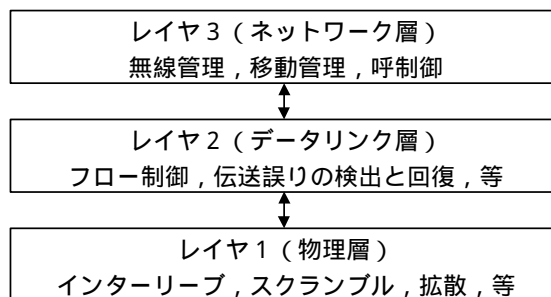


図6 コールプロセッシングの階層構造
Layered structure of call processing

・レイヤ2（データリンク層）

データリンク・コネクションの確立と解放，レイヤ3メッセージの送達確認，フロー制御，伝送誤りの検出と回復などを行う。レイヤ2の処理はフレーム周期に同期する必要がないため制御用CPUでも実現可能であるが，レイヤ1との通信量が多いことを考慮して通信用CPUで実現した。

・レイヤ3（ネットワーク層）

レイヤ2が提供するデータ転送機能を用いてエンドシステム相互間のデータ通信を行う。

移動通信で特有の機能として無線管理機能と移動管理機能があり，一般の通信と共通の機能として呼制御機能がある。レイヤ3はCDMA通信の各規格ではほぼ同程度の機能をもつが，各規格ごとに通信プロトコルが異なる。

レイヤ3が取り扱うメッセージには通信を行うキャリア番号等の情報が含まれており，MT8802Aではこの情報を任意に設定可能とした。実際に移動機に送信するメッセージはこの設定されたデータをもとに作成する必要があるため，レイヤ3を制御用CPUで実現した。

4 機能概要

4.1 変調解析

送信周波数，送信周波数誤差，波形品質，タイミング誤差のほかベクトル誤差，位相誤差，振幅誤差を測定する。図7に変調解析測定例を示す。

4.2 ゲート送信電力測定

パースト波の時間応答を測定し，1パースト分，パースト立ち上がり部分，立ち下がり部分の波形のいずれかを表示す

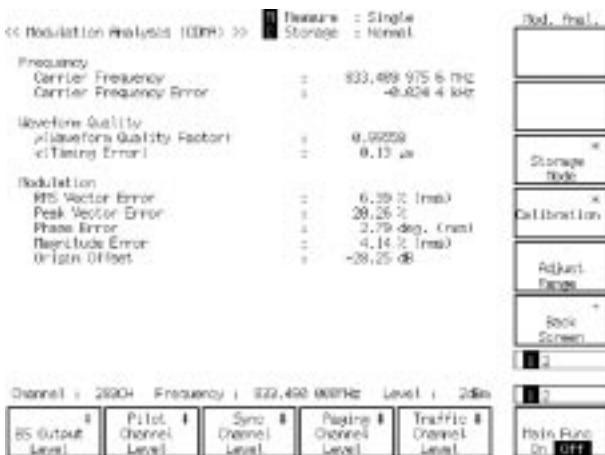


図7 変調解析画面
Modulation analysis screen

る。また，設定されたテンプレート（振幅規格線）に対する合否判定を行う。図8にゲート送信電力測定例を示す。

4.3 平均電力測定

熱電対形の広帯域パワーセンサによる高確度な電力測定，または狭帯域IFレベルメータによる測定レンジの広い電力測定の選択が可能である。広帯域パワーメータを用いて狭帯域IFレベルメータを校正することにより，低レベルにおいても高確度な電力測定が可能である。また，PCB制御機能を用いて移動機の送信電力を制御し，最大RF送信電力測定などを行う。図9に平均電力測定例を示す。

4.4 アクセスプローブ送信電力測定

移動機は基地局からの呼び出しを受けると，移動機から基地局への通信を確立するためにアクセスプローブを送信する。そして基地局がアクセスプローブに回答しない場合，移動機

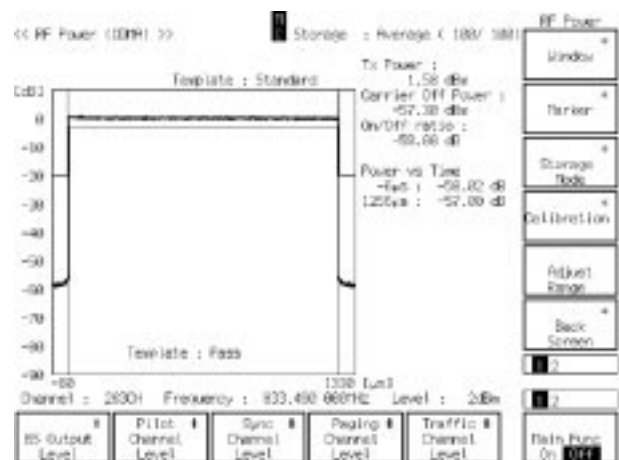


図8 ゲート送信電力測定画面
Gated output power measurement screen



図9 平均電力測定画面
Power meter screen

はパラメータで定められた再送信を行なう。MT8802A ではこの複数のアクセスプローブの電力測定が可能である。また、アクセスプローブの間のスタンバイ送信電力も測定可能である。図10にアクセスプローブ送信電力測定例を示す。

4.5 開ループ電力制御タイムレスポンス測定

移動機は受信レベルに応じて送信電力を変化させる開ループ電力制御機能を持っている。MT8802Aの送信電力をステップ状に変化させ、それに対する移動機出力電力の時間応答を測定して規格に対する合否を判定する。図11に開ループ電力制御タイムレスポンス測定例を示す。

4.6 フレーム誤り率測定

MT8802Aから基地局相当の信号を送信し、移動機はこの信号を受信してフレーム誤り率をデータとして返信する。MT8802Aではこれを復調しフレーム誤り率を読みとった後、

信頼性水準に基づいて合否判定を行なう。AWGN発生器を内蔵しているため、容易にノイズ環境下でのトラフィックチャネル復調の試験が可能である。図12にフレーム誤り率測定を示す。

4.7 アナログ測定機能

10MHz ~ 3GHzの周波数範囲をカバーする信号発生器、およびRFアナライザ（狭帯域パワーメータ、周波数カウンタ、FM測定）、30Hz ~ 20kHzの周波数範囲をカバーするAF発振器およびオーディオアナライザから構成される汎用的なアナログ測定機能を標準装備した。図13にアナログ測定機能例を示す。（ただし図13はデュープレックス無線機の測定機能例である。）

4.8 スペクトラムアナライザ機能

10MHz ~ 3GHzの周波数範囲をカバーし、分解能1Hzのシ

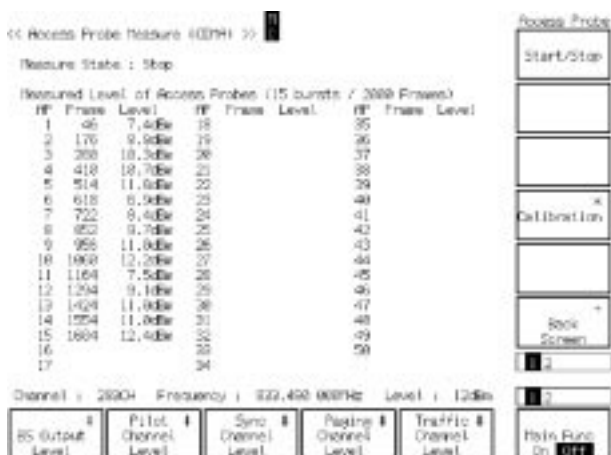


図10 アクセスプローブ送信電力測定画面
Access probe output power measurement screen



図12 フレーム誤り率測定画面
Frame error rate measurement screen

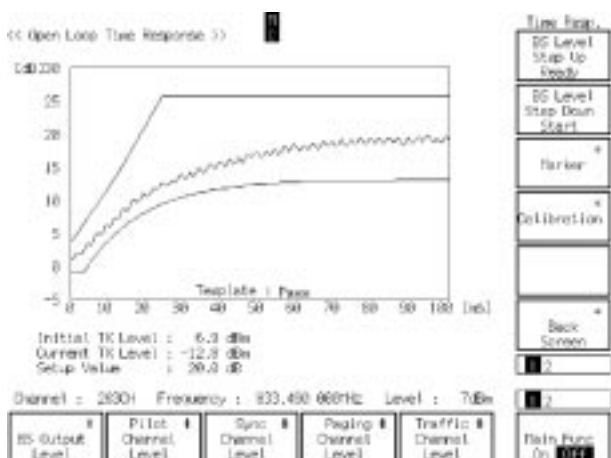


図11 開ループ電力制御タイムレスポンス測定画面
Open loop power control time response measurement screen

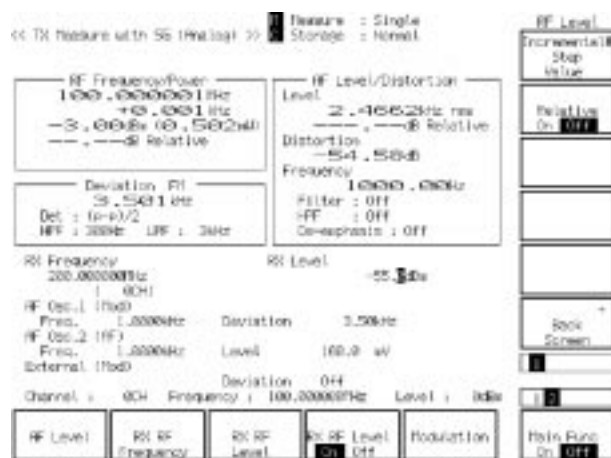


図13 アナログ測定画面
Analog measurement screen

ンセサイズドローカル方式の汎用スペクトラムアナライザ機能をオプションで用意した。- 115dBc/Hz (100kHz オフセット) の側波帯雑音の性能を持ち、分解能帯域幅は300Hz ~ 1MHz、ビデオ帯域幅は3Hz ~ 100kHzおよび掃引時間は周波数ドメインで100ms ~ 1,000s (タイムドメインでは1ms ~ 1,000s) の設定が可能である。また、占有周波数帯域幅、隣接チャネル漏洩電力等の演算機能を用意した。図14にスペクトラムアナライザ機能測定例を示す。

5 主要規格

表1にMT8802Aの主要規格を示す。

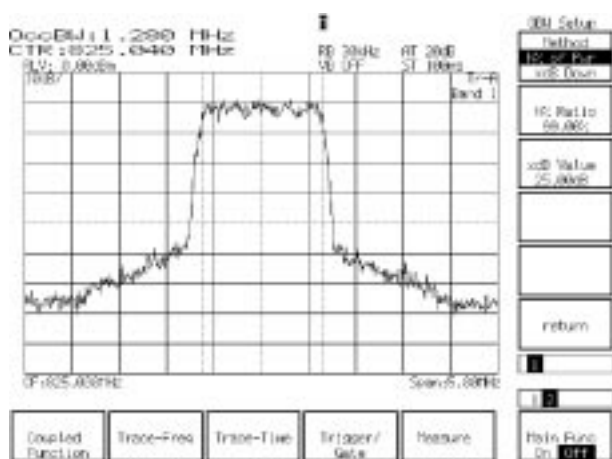


図14 スペクトラムアナライザ画面
Spectrum analyzer screen

6 むすび

CDMAに対応した一体型無線機テスタを開発した。各通信システム用のソフトウェアをインストールすることにより各種TDMA、アナログにも対応する。CDMA方式では、AWGN下でのフレーム誤り率測定や波形品質測定、アクセスプローブ電力測定、開ループ電力制御タイムレスポンス測定などCDMA特有の測定がRF接続のみで簡単に実施できる。CDMA方式を含め世界の移動通信システムの発展に寄与できれば幸いである。

現在のMT8802Aのコールプロセッシング機能は、基本的に送受信測定のためのループバック接続機能と総合動作確認のための音声通話機能である。今後の課題として、呼接続のトレースやシーケンスシナリオの編集などの本格的なシグナリング試験機能が挙げられる。

参考文献

- 1) 清家, 本間, 斉藤, 赤田, 森川: “MT8801Aラジオコミュニケーションアナライザの開発” アンリツテクニカル, 72号, pp.56-61 (1996.9)
- 2) 清家, 松下, 河野: “世界の移動通信システムに対応した一体型無線機テスタMT8801Bの開発” アンリツテクニカル, 74号, pp.72-79 (1997.10)

表1 主要規格
Specifications

MT8802A 本体

総	周波数範囲	300kHz ~ 3GHz
	最大入力レベル	Main コネクタ : + 40dBm (10W), AUX コネクタ : + 20dBm (100mW)
合	入出力インピーダンス	Main コネクタ : 50 , VSWR 1.2 (2.2GHz), VSWR 1.3 (> 2.2GHz)
	寸法, 質量	426 (W) × 221.5 (H) × 451 (D) mm, 27kg 以下
	電 源	100 ~ 120V, 200 ~ 240V 電圧自動切り替え式, 47.5 ~ 63Hz, 300VA 以下
	動作温度範囲	0 ~ 50
信号発生器	周波数範囲 : 10MHz ~ 3GHz 分解能 : 1Hz 出力レベル設定範囲 : - 13 ~ - 133dBm (Main コネクタ), + 7 ~ - 133dBm (AUX コネクタ) FM 変調 周波数偏移 : 0 ~ 40kHz (設定分解能 : 10Hz) 変調ひずみ : - 50dB 以下	
AF 発振器	周波数範囲 : 20Hz ~ 20kHz 設定分解能 : 0.1Hz 出力レベル範囲 : 0.1mVrms ~ 3Vrms (EMF)(主出力インピーダンスが600 の時) 0.1mVrms ~ 0.3Vrms (EMF)(主出力インピーダンスが50 の時) 波形ひずみ : - 50dBc (帯域 : < 30kHz, 周波数 : 1kHz, 出力レベル : 1V において)	
RF アナライザ	パワー測定	周波数範囲 : 10MHz ~ 3GHz レベル範囲 : 0 ~ + 40dBm (Main コネクタ), - 40 ~ + 20dBm (AUX コネクタにて) 確 度 : ± 10% (Main コネクタ, 内蔵の広帯域パワーメータを用いて校正後) ± 1dB (AUX コネクタ, 周囲温度 18 ~ 28 , Tx Ref Level - 12dBm, Cal 後) リニアリティ : ± 0.3dB (0 ~ - 30dB)
	周波数測定	周波数範囲 : 10MHz ~ 3GHz 確度 : ± (基準水晶発振器の確度 + 10Hz)
	FM 測定	周波数範囲 : 10MHz ~ 3GHz 周波数偏移 : 0 ~ 20kHz 確度 : 指示値の1% + 残留FM (復調周波数 : 1kHz にて)
オーディオ・アナライザ	AF レベル測定 レベル範囲 : 1mVrms ~ 30Vrms 確度 : ± 0.5dB ひずみ率測定 レベル範囲 : 30mVrms ~ 30Vrms 確度 : ± 1dB (周波数 : 1kHz, ひずみ率 : 1% にて) AF 周波数測定 周波数範囲 : 30Hz ~ 20kHz 確度 : ± 0.1Hz	

MX880201A CDMA 測定ソフトウェア

受 信 測 定	信号発生器	周波数範囲 : 869.04 ~ 893.97MHz 30kHz step (IS-95A), 1930.00 ~ 1989.95MHz 50kHz step (J-STD-008) 832.0125MHz ~ 833.9875MHz, 843.0125MHz ~ 845.9875MHz, 860.0125MHz ~ 869.9875MHz 12.5kHz step (ARIB STD-T53) レベル設定範囲 (Main コネクタ) : - 18 ~ - 133dBm (AWGN off), - 24 ~ - 133dBm (AWGN on) 波形品質 : > 0.99 (Pilot Channel 0dB 時) チャンネルレベル Pilot Channel : 0dB, - 5 ~ - 10dB, 0.1dB step Paging Channel : - 7 ~ - 20dB, 0.1dB step Sync Channel : - 7 ~ - 20dB, 0.1dB step Traffic Channel : - 7 ~ - 20dB, 0.1dB step (full rate) チャンネルレベル確度 : ± 0.2dB (任意の2チャンネル間の相対レベル確度) AWGN レベル設定範囲 : + 6 ~ - 20dB/1.23MHz or off, 0.1dB step (BS 送信信号の1.23MHz 帯域電力に対する相対レベル) AWGN レベル 確 度 : ± 0.2dB (Forward Traffic Channel に対する相対レベル)
	FER 測定	FER 測定値, エラーフレーム数, 試験フレーム数, 信頼性限界 Pass/Fail
送 信 測 定	周波数 / 変調解析	周波数範囲 : 824.04 ~ 848.97MHz 30kHz step (IS-95A), 1850.00 ~ 1909.95MHz 50kHz step (J-STD-008) 887.0125MHz ~ 888.9875MHz, 898.0125MHz ~ 900.9875MHz, 915.0125MHz ~ 924.9875MHz 12.5kHz step (ARIB STD-T53) レベル範囲 : + 40 ~ - 20dBm (バースト内平均電力, Main コネクタ) 周波数測定誤差 : Reference ± 10Hz (Adjust Range 実行後) 波形品質 測定範囲 : 0.9 ~ 1.0 測定誤差 : ± 0.003 (Adjust Range 実行後)
	パワー測定 (Main コネクタ)	IF レベルメータ 測定範囲 : + 40 ~ - 50dBm 測定確度 : ± 0.4dB (+ 40 ~ 0dBm, Power Meter Calibration 実行後) ± 0.7dB (+ 40 ~ - 10dBm, Int. OSC. Calibration 実行後, 18 ~ 28) リニアリティ : (Ref. Level - 10dBm 以上を基準として) ± 0.1dB (0 ~ - 10dB) ± 0.2dB (- 10 ~ - 20dB) ± 0.5dB (- 20 ~ - 40dB) パワーメータ 測定範囲 : + 40 ~ - 10dBm 測定確度 : ± 10% (+ 40 ~ 0dBm), ± 10% (+ 40 ~ - 10dBm, 平均化時, 18 ~ 28) ただしゼロ点校正後, 信号発生器の出力レベルが - 53dBm 以下の時
コールプロセッシング	機 能 : 位置登録, 発呼, 着呼, 通話, ループバック, 周波数チャンネル切替, 移動機切断, 網側切断 プロトコル : IS-95A, J-STD-008, ARIB STD-T53	

オプション07 スペクトラムアナライザ

周 波 数	周波数設定 : 10MHz ~ 3GHz (バンド1) 設定分解能 : 1Hz 周波数スパン スパン設定範囲 : 0Hz および 10kHz ~ 2.99GHz (バンド1) スパン確度 : ± 2.5% 分解能帯域幅 設定範囲 : 300Hz ~ 1MHz (3dB BW, 1-3 シーケンス) 確度 : ± 2% (300Hz ~ 300kHz), ± 10% (1MHz)
振 幅	最大入力レベル 連続波平均電力 : + 40dBm (Main コネクタにて), + 20dBm (AUX コネクタにて), 直流電圧 0V 総合レベル確度 : ± 1.5dB, Main 端子, 基準レベル + 10.1 ~ + 40dBm, 基準レベルの 0 ~ - 50dB において 周波数特性 : ± 0.5dB, 100MHz を基準, 入力減衰器 30dB (AUX コネクタは 10dB), 周囲温度 18 ~ 28 のとき ログ直線性 : ± 0.5dB, 0 ~ - 50dB, 分解能帯域幅 1MHz のとき
掃 引	設定範囲 : 100ms ~ 1000s (周波数軸掃引), 1ms ~ 1000s (時間軸掃引, 分解能帯域幅 30kHz)