第 3.5 世代携帯電話向けラジオコミュニケーションアナライザ MT8820B

MT8820B Radio Communication Analyzer for 3.5G mobile phone

森川孝之 Takayuki Morikawa, 田中孝典 Takanori Tanaka, 西村信治 Shinji Nishimura, 清水祐之 Masayuki Shimizu, 成瀬尚史 Naofumi Naruse, 木原祥隆 Yoshitaka Kihara, 岩本 守 Mamoru Iwamoto, 山下紘司 Koji Yamashita

[要 旨]

日本の携帯電話市場では第3世代が既に普及しており、さらに第3.5世代へと移行し始めている。一方、端末の高機能化に伴い、端末製造コストに占めるテスト工程の比率が増大している。このような市場の変化に対応すべく、第3.5世代への拡張性および高速測定機能を有したMT8820Bラジオコミュニケーションアナライザを開発した。MT8820Bは HSDPA、HSUPA等の第3.5世代への拡張性を持つと共に、端末の調整工程における測定時間の短縮を可能にする高速測定機能を有することによって端末製造コストの低減を可能にしている。また、構成部品数の低減、低消費電力化および内部冷却機構の改善により、品質向上および静音化を実現した。

[Summary]

Third-generation (3G) mobile phones are common in the Japanese mobile-phone market, which is now starting to move towards 3.5G. The increasing difficulty of testing sophisticated mobile phones is also increasing the proportion of test costs in manufacturing. The MT8820B Radio Communication Analyzer has been developed with scalable support for 3.5G (HSDPA and HSUPA functions), plus high-speed measurement to cut time and costs required for mobile-phone adjustments. Its lower part count, reduced power consumption, and upgraded internal cooling assure quiet and reliable long-term operation.

1 はじめに

アンリツは第 3.5 世代通信への拡張性および高速測定機能を有することにより携帯端末メーカの製造コスト削減に大きく貢献する MT8820B ラジオコミュニケーションアナライザを開発した。図 1 にその外観を示す。近年の携帯電話サービスの発展は目覚しく、日本国内では第3世代ディジタル携帯電話でのサービスが本格的に普及しはじめ、多種多様なサービスが提供されている。今後はさらに高速なデータ通信、および高機能を実現可能とする第 3.5 世代対応の携帯端末が普及すると予測される。一方、海外では、アジア圏を中心に携帯電話サービスが急速に拡大しており、携帯端末の製造における生産性の向上が求められている。本製品は内部ユニットの新規開発により、従来機種である MT8820A に対して大幅な測定時間の短縮を実現した。また、構成部品数の低減、低消費電力化および内部冷却機構の最適化により、品質向上および静音化も実現した。

1.1 開発のポイント

1.1.1 第3.5世代通信方式への拡張性をそなえてニーズに対応

MT8820Bでは3.5世代通信方式であるHSDPAおよびHSUPAに対応する端末試験を可能にするために第3.5世代シグナリングユニットを新規開発する。本ユニットは最先端のFPGAを採用することによりMT8820Aでは実現できない通信速度のさらなる高速化と、柔軟な機能拡張性を実現する。



図 1 MT8820B ラジオコミュニケーションアナライザ正面図 Front view of MT8820B Radio Communication Analyzer

1.1.2 高速測定の実現により端末製造コスト削減に貢献

端末の検査工程は「調整」、「RF 試験」、「機能試験」の3つの工程に分類される。MT8820Bでは最も測定時間を必要とする「調整」工程の短縮により、製造コストを大きく削減することを目的として測定ユニットを新規開発する。本ユニットは、最新のデバイス(DSP)、および2系統信号処理部おける並列処理方式の採用により、MT8820Aの2倍の測定速度を実現する。

1.1.3 環境への配慮

MT8820Bでは、RFユニット においてMT8820Aとは異なる周波数コンバート方式の採用により、従来比 50%の大幅な低消費電力化を実現する。また、第 3.5 世代シグナリングユニット、測定ユニットにおいても従来比 20%以上の低消費電力化の実現をする。

さらに、新放熱方式の採用により、低消費電力化の効果を最大限に引き出す。これらにより、MT8820Bは MT8820Aに対して 20%以上の消費電力削減を実現する。

1.1.4 省スペース化および静音化

製造ラインでは多数の測定器を横並びに配置している。 MT8820Aで採用している側方排気方式は、左右の測定器に排気 熱の影響をあたえるため、測定器間の距離をあけて配置する必要 があり、省スペース化の障害となっている。MT8820Bは、大容量 測定器では実現困難であった後方排気方式を採用することにより、 製造ラインの省スペース化を可能とする。また、新規開発するファン 制御ユニットでは、ファン回転数の最適制御の確立により静音化を 実現する。

2. RF ユニット

2.1 概要 < 図 2 にブロックダイアグラムを示す>

MT8820Aの RF/IF および LOCAL 部は、スペアナ等の汎用測定器の構成をもとに設計されているため、消費電力が高く、発熱量も多い。MT8820Bの RF ユニットでは、低消費電力化、品質向上、および RF/IF と LOCAL 2 つのユニットの一体化により軽量化を実現した。

2.2 特徴

2.2.1 送信部

MT8820B の送信部では、内部シグナリングユニットから入力された I, Q 信号が各種調整回路を通り、直交変調器にて直交変調され、レベル調整回路を通過後、外部に出力される。また、周波数 400 MHz 未満にダウンコンバート方式、400 MHz 以上にダイレクト変調方式を採用している。ダイレクト変調方式の採用により、LOCAL 周波数と出力周波数を一致させ、ミクサや複雑なフィルタを除くことで構成部品数の低減を実現した。なお、この方式はキャリアリーク、イメージ抑圧比が周波数により変化するため、周波数ごとに調整値を持つ必要があり、周波数切り換え時間が長くなる問題が生じる。MT8820Bでは、MT8820Aで採用していた CPU ユニットによるソフト制御からRF ユニット内部のハード制御に変更することにより、切り換え時間の短縮を実現している。また、ダウンコンバート方式において、ミクサに入力するLOCAL 信号は受信部の 2nd LOCAL と同じ基準信号出力を共用することにより、構成部品数の低減を実現した。

2.2.2 受信部

外部 RF 端子から入力された信号はプリアンプとフィルタ回路を通り、ミクサ回路で 1st IF 信号にダウンコンバートされる。プリアンプは 1st LOCAL 信号のリーク成分を抑圧し、ノイズフロアの改善を実現した。

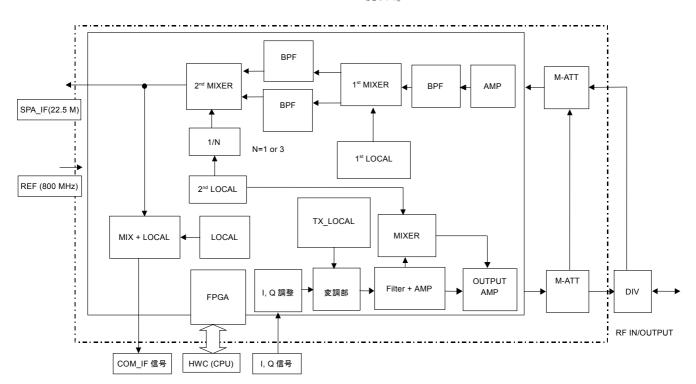


図 2 RF ユニット ブロックダイアグラム RF Unit block diagram

2nd LOCAL 周波数は、1/1 または 1/3 分周とすることで受信周波数に依存しない設計とした。また、1st IF 周波数は 2 種類とし、その周波数選択条件として±20 MHz 帯域内に 5 次までのスプリアスを回避する周波数ダイヤグラムとしている。

 1^{st} IF 信号は 2^{nd} 5クサによって 22.5 MHz 0 2^{nd} IF 信号に変換され、さらに 4.8 MHz 0 3^{rd} IF 信号に変換される。22.5 MHz 0 2^{nd} IF 信号は、A/D ユニットを経由して測定ユニットへ入力されている。4.8 MHz 0 3^{rd} IF 信号は、マザーボードを経由してシグナリングユニットへ出力されている。

スーパーへテロダイン方式の採用により、LOCAL部の内部周波数を低くすることで、周波数が高いことに起因する発振器、増幅器の消費電力を抑えることが可能となった。また、携帯端末測定に特化した周波数ダイヤグラムの使用により、従来必要であったキャビティフィルタや高調波のパターンフィルタを削除することが可能となり小型化を実現した。

2.2.3 LOCAL 部

送受信部ともに、YTO(YIG Tuned Oscillator)から VCO に変更することにより 15 W の低消費電力化を実現した。さらに PLL 方式のシンプル化をはかり、極性の切替え、ループ帯域の切替え回路を削除することにより構成部品数の削減を実現した。

3. 測定ユニット

3.1 特徴

測定ユニットは、MT8820B における端末の送信測定を担当し、 測定動作速度を決める主要な部分である。MT8820A の 2 系統信 号処理部は、2 つの DSP による並行処理構成を踏襲し、かつ高速 動作の最新 DSP と高集積 FPGA を採用することで、消費電力削減とパフォーマンスの向上を実現した。

3.2 構成<図3にブロックダイアグラムを示す>

異なる帯域幅の信号処理を並行に実行できるよう, 2 系統の信号 処理経路を用意した。また, これらに対応して 2 つの高速 DSP を配置した。このとき, 被測定信号の捕捉情報等, 必要な情報を DSP 同士が共有することで, 測定動作のオーバーヘッドを抑えている。

例えば、GSM の送信測定において、一方の DSP が検出したバースト信号の時刻情報を、他方の DSP が共有して複数の測定項目を同時に、かつ高速に実行している。波形メモリを除く 2 系統の信号処理部は、従来複数のディジタルフィルタチップと FPGA で構成されていたが、これらを 1 つの FPGA で実装した。部品点数を減らすことで、MT8820A の測定ユニットと比較して、消費電力を削減した。

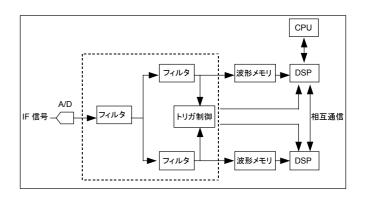


図 3 測定ユニット ブロックダイアグラム Measurement unit block diagram

3.3 パフォーマンス向上

最新の高速デバイスを使用することで、2 系統信号処理の利点を伸ばし、送信測定の測定速度パフォーマンスを向上させることができた。

W-CDMA の主要な送信測定項目(送信電力,周波数誤差,占有帯域幅,スペクトラムエミッション,隣接チャネル漏洩電力,変調精度,コードドメインエラー)においては、従来 130 ms で実行していた測定を 34 ms で一括で可能となった。

GSM の送信測定(送信電力, テンプレート判定, 周波数誤差, 変調精度, 出力RFスペクトラム)においては, 測定速度が向上したことで, 演算を1フレーム以内に完了でき, リアルタイム動作が可能となった(音声接続時)。

4. 第3.5世代シグナリングユニット

4.1 機能

W-CDMA 移動機の測定を行う際には移動機を通信状態にする 必要がある。第 3.5 世代シグナリングユニットでは移動機を通信状態にするため、基地局シミュレータとしての機能を有し、移動機の 呼接続、呼制御を行う。 **図 4** に第 3.5 世代シグナリングユニットのブロックダイアグラムを示す。

CPUには基地局のレイヤ3機能を実装し、端末の呼制御を行う。 CPU から送信される Downlink の各チャネルデータに対して、 DSP および FPGA でチャネルコーディング、拡散処理を行い、 RRC フィルタで帯域制限したディジタルベースバンド信号がアナロ グユニットに送られる。また、アナログユニットから本ボードに入力される Uplink のアナログ IF 信号を A/D 変換し、ベースバンド信号 へ直交復調、RRC フィルタで帯域制限を行った後、FPGA および DSP で同期制御、逆拡散、チャネルデコーディング処理を行い、 各チャネルデータが CPU に送られる。

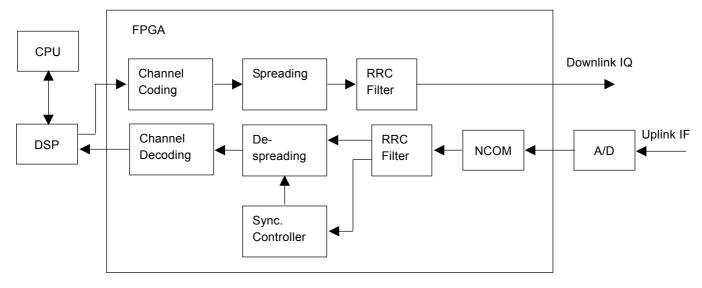


図 4 第 3.5 世代シグナリングユニット ブロックダイアグラム 3.5G Signaling unit block diagram

4.2 HSDPA/HSUPA への対応

MT8820Bでは第3.5世代(HSDPA/HSUPA)の移動機の試験に対応できるよう W-CDMA 信号に加えて HSDPA/HSUPA の Downlink 信号の送信機能, HSDPA/HSUPA の Uplink 信号の受信機能を備えている。表1 に MT8820B で対応している送受信チャネルを示す。

表 1 MT8820B が対応している送受信チャネル Downlink and uplink channels supported by MT8820B

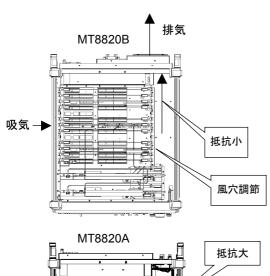
W-CDMA Downlink Channel	SCH
	CPICH
	P-CCPCH
	PICH
	DPCH
	S-CCPCH
	AICH
HSDPA Downlink Channel	HS-SCCH
	HS-PDSCH
HSUPA Downlink Channel	E-AGCH
	E-RGCH
	E-HICH
W-CDMA Uplink Channel	PRACH
	DPCH
HSDPA Uplink Channel	HS-DPCCH
HSUPA Uplink Channel	E-DPCH

4.3 1ボード化

MT8820A では2ボード構成としていたが、FPGA の集積度の向上に伴い、MT8820A で複数使用していた FPGA を MT8820B では一つの FPGA にまとめることで 1 ボード化を行い、消費電力の低減、信頼性の向上を図っている。

5. 放熱構造の最適化

MT8820Bでは C-PCIのようにユニット形状が規格化されている BUS に適した放熱方式を採用した < 図5 >。本方式は風を側面から引き込み、後方に排気することにより、ファン出入り口通風抵抗の減少をはかり、排気効率をあげている < 表2 >。また、本方式はファンの種類および各ユニット消費電力に応じて風穴抵抗を調整することにより、ユニット数が異なる場合においても十分な排気効率を得ることができる。MT8820Aでは構成ユニットの平均消費電力 20 VAに対して RF ユニットの消費電力は 75 VAであり、風穴による風量の調整可能範囲を超過していたが、MT8820Bでは RFユニットの低消費電力化により通風抵抗を調整可能とすることで本方式を実現した。また、MT8820Aでは放熱に3個のファンを必要としたが、本方式採用により MT8820Bでは 1 個のファンで冷却最適化を実現するとともに、ファン自体の消費電力削減により機器全体の消費電力削減に寄与している。



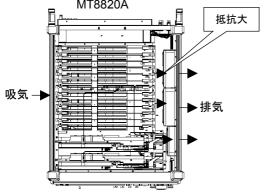


図 5 筐体構造 Cabinet layout

表 2 高温ユニット周囲の風速 Ambient wind velocity of high temperature units

	各部風速 <m s=""></m>		
	RF1部	RF2 部	EVDO 部
MT8820B<ファン 1 個>	0.93	0.54	0.7
MT8820A<ファン 3 個>	0.81	0.36	0.42

6. ファン制御ユニット

大容量測定器における静音化の手法は、低騒音ファンを複数個実装する手法、またはセンサ制御可変速ファンを1個(または最小個)実装して常温時は低速で、高温時は高速で回転制御する手法である。MT8820Bでは大容量測定器における静音化をファン1個の実装で実現するため、ファン制御ユニットを開発した。大容量測定器は外気温度変化に対する筐体内部温度の追従時間差が大きいため、ファン可変速幅も容量相当に広くなければならない。しかし一般的なセンサ制御可変速ファンでは大容量測定器に対して十分な可変速幅を得られない。また、ファンの配置に制約がある場合、最適位置で外気温度変化を感受できないことによって生じる遅延時間を補うために、さらに広い可変速幅を必要とする。よって、過去の採用

例は消費電力が低い機種に限られ、大容量測定器である MT8820A においては固定速ファン3個の実装が必要となり、騒音レベルを高くしていた。MT8820B ではファン制御ユニットの開発により、センサ制御可変速ファンではなく可変速幅の広い一般ファンの採用を可能とし、必要可変速幅を制御することで温度追従時間差の問題を解決した。またファン制御ユニットはセンサ内蔵の独立したユニットであるため最適な配置が可能となり、遅延時間の問題も解決できた。

表3にファン切替えにおける各部風速と温度上昇,**図6**に静音化の効果を示す。

表3 RF 部周囲の風速と温度上昇

Speed of air flow and temperature increase of RF units

MT8820B

高温時:高速回転時		
場所	風速 <m s=""></m>	温度上昇 <⊿℃:対外気温>
RF1	0.93	9.4
RF2	0.54	8.4

常温時:低速回転時		
場所	風速 <m s=""></m>	温度上昇 <⊿℃:対外気温>
RF1	0.76	10.8
RF2	0.37	10

MT8820A

風速 <m s=""></m>	温度上昇 <⊿℃∶対外気温>
0.81	20.2
0.36	16.8
	0.81

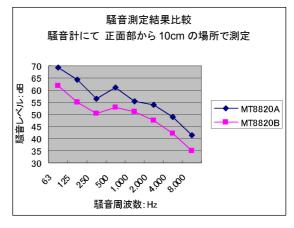


図 6 静音化の効果 Fan noise reduction

7. さいごに

MT8820B は、HSDPA、HSUPA 等 3.5 世代通信システムに必要な送受信の機能拡張性とMT8820A に対して 2 倍の測定処理スピードを有することにより市場からの要求である端末製造コストの削減を可能とした。また、消費電力削減においては、RF ユニットを中心に徹底した低消費電力化をはかることにより、機器全体で目標を上回る 26%の消費電力の削減を実現することができた。

アンリツは、世界規模での端末の普及、および端末の高機能化に対して、高速測定機能および拡張性を備えたMT8820Bにより、携帯電話ビジネスのさらなる発展に貢献していきたいと考える。

最後に、MT8820Bにおける消費電力削減の効果について下記に示す。

《消費電力の削減の効果》

◇本体の消費電力削減

MT8820B: 354 VA ← MT8820A: 482 VA 128 VA の削減(従来比 26%の削減)

◇各ユニットの消費電力削減

(1) 新 RF ユニット: 25.7 VA ← 旧ユニット: 74.6 VA 48.9 VA の削減(従来比 65%削減)

手法:YTOをVCOに置き換えによる<第2項 参照>

(2) 新測定ユニット: 11.1 VA ← 旧ユニット: 17.1 VA6 VA の削減(従来比 35%削減)

手法:回路集合化とシンプル化による<第3項参照>

(3) 新第3.5世代シグナリングユニット: 10.8 VA ← 旧ユニット:

17.0 VA

6.2 VA の削減(従来比 36%削減)

手法:回路集合化とシンプル化による<第4項 参照>

執筆者



森川孝之 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



田 中 孝 典 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第 1 開発部プロジェクトチーム



西村信治 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



清水祐之 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



成瀬尚史 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



木原祥隆 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



岩本 守 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム



山下 紘 司 計測事業統轄本部 ワイヤレス計測事業部 第1開発部プロジェクトチーム