

# 第三代移動通信端末を実現するシステムLSI

島崎 良仁      池田 暁      森 博之  
山崎 真人      直井 利道      秋田 英範

2001年10月1日、世界に先駆けてW-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 方式の本格的サービスがNTTドコモによりFOMA (Freedom of Mobile multimedia Access) の名称で開始された。W-CDMAは世界標準規格IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) で認定された方式であり、モバイル環境下で音声、データ、動画像などのマルチメディアサービスを高速かつ高品質に提供する。

W-CDMAは大容量のデータ伝送を実現した方式であり、世界中の情報を短時間で得られることから、従来の音声端末だけでなく、PDAなどのデータ端末、車載端末などいろいろな移動通信端末が登場する (これらの端末を総称して第三代移動通信端末と言う)。

一方、ワイヤレスでは個々の端末とその周辺を無線で接続するWLAN (Wireless Local Area Network) やPAN (Personal Area Network) もその接続の容易性から注目を集めている。

当社は、W-CDMAで実現される公衆網ネットワークと利用者個々の周辺ネットワークPANをシームレスに接続可能とすること、すなわち「公衆網とPANのシームレスな接続」を実現するシステムLSIの商品化を目指しており、ベースバンド・システムソリューションとして提供していく予定である。

本稿では、ベースバンド・システムソリューション、ベースバンド信号処理の特長、システムLSIの諸元について述べる。

## ベースバンド・システムソリューション

ベースバンド・システムソリューションの提供とは、

- (1) 「公衆網とPANのシームレスな接続」を実現するシステムLSIの提供
- (2) 通信用ソフトウェアの提供
- (3) 評価ボードの提供

を意味する。このソリューションを実現する商品は以下の通りである。

- 制御用LSI (ML7101)

- ベースバンド信号処理LSI (ML7102)
- AFE (Analog Front End) -LSI (ML7081)
- W-CDMAプロトコルスタック (ソフトウェア)
- ベースバンド信号処理制御 (ソフトウェア)
- 評価ボード

### 制御用LSI (ML7101)

本LSIは、ARM920T™をベースとした当社の基本プラットフォームμPLAT®-92コアとTeakLite™-DSPを搭載、主な周辺機能としてBluetooth、USB、高速UARTを搭載している。

### ベースバンド信号処理LSI (ML7102)

本LSIは、W-CDMAの技術標準機関である3GPP (3rd Generation Partnership Project) <sup>1)</sup> のRelease99に準拠したベースバンド信号処理部を搭載している。

### AFE-LSI (ML7081)

本LSIは、受信用8ビットA/Dコンバータ、送信用10ビットD/Aコンバータ、および汎用の8ビットA/Dコンバータを搭載している。

### W-CDMAプロトコルスタック

本ソフトウェアは、基地局との接続に必要なプロトコルを実現しておりリアルタイムOSであるμITORN上で動作する。

### ベースバンド信号処理制御

本ソフトウェアは、ML7102の制御、無線部の制御、上位プロトコルとのインタフェースの機能を実現している。

### 評価ボード

本ボードは、無線部、ベースバンド部、マンマシン・インタフェース部からなり、移動通信端末としての基本機能を搭載している。ソフトウェア開発支援インタフェースとしてμPLAT®-92はJTAGおよびETM9を、TeakLite™はJTAGを用意している。また、周辺インタフェースとしてBluetooth、USBデバイス、高速UARTを搭載している。

第三代移動通信端末に搭載されるシステムLSIは高性能な仕様を満足する必要がある、通信およびアプリケーションなどサービスを実現するソフトウェアは複雑になる。

当社はシステムLSIだけではなく、お客様のこれらの複雑なソフトウェア開発を容易にするために、W-CDMAの通信に関するプロトコルスタックソフトウェア、ベースバンド信号処理制御ソフトウェアを提供する。

本ソリューションでは無線部を提供していないため、第三世代移動通信端末として評価する上では無線部が必要になる。

当社は一解決策として移動通信端末の基本機能を搭載した評価ボードを提供し、ベースバンド信号処理部の評価、アプリケーション・ソフトウェアの開発を容易にする。

先に述べた(1)～(3)の3つの柱をベースバンド・システムソリューションとして提供することにより、W-CDMAで実現される公衆網ネットワークと利用者個々の周辺ネットワークが自由に接続可能となる。

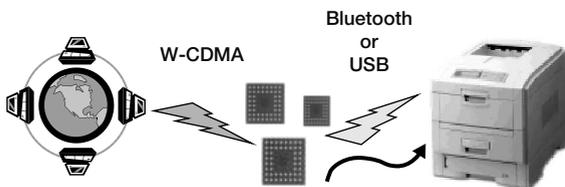


図1 ベースバンド・システムソリューションの一例

図1は当社の商品を用いたベースバンド・システムソリューションの一例である。当社のシステムLSIとソフトウェアによって、例えばある音楽をダウンロードする時に、同時にそのカバーとなる絵や写真もダウンロードして印刷できるような商品が実現できる。プリンタは自宅になくても、コンビニエンスストアなどを利用すればよい。このようなことが第三世代移動通信端末では実現されるであろう。

### ベースバンド信号処理の特長

ここでは、第三世代移動通信端末を実現するシステムLSIのキー技術であるベースバンド信号処理の特長について述べる。

ベースバンド信号処理の主な機能は以下の通りである。

- 高速パケット伝送  
アップリンク：384kb/s  
ダウンリンク：384kb/s (MC=1~3)
- 送信ダイバーシティ  
SSDT (Site Selection Diversity Transmission),  
STTD (Space Time Transmit Diversity),  
TSTD (Time Switched Transmit Diversity),  
Closed Loop Mode 1,2

に対応。

- パワー制御

Open/Closeに対応

- ハンドオフ

Inter and Intra frequency (Compressed mode A,B) に対応

ベースバンド信号処理部は、モバイル環境下であるためLSIの消費電力を極力抑える必要がある。ML7102 (ベースバンド信号処理LSI) は方式レベルとデバイスレベルでの消費電力削減を検討した。特に方式レベルでの消費電力削減では、ML7102に入力するデータをサンプリングするML7081 (AFE-LSI) のサンプリングレートに着目した。一般にサンプリングレートを低くした方が消費電力は抑えられるが、送受信データのサンプリングレートによってベースバンド信号処理部の性能が左右される。したがって、3GPPの仕様で決められている性能を満足しているか事前に確認する必要がある。当社はML7081のサンプリングレートとしてチップレート(3.84MHz)の2倍(Chip×2)と4倍(Chip×4)を考え、性能の比較および確認を方式シミュレーションによって行い、インターポレーションフィルタを挿入することにより所望の性能が得られることを確認した。

表1はサンプルタイミング条件を示している。表1-①はチップレートの8倍(Chip×8)であり、BER (Bit Error Rate) で比較する場合の基準となる。表1-②は当社が採用した条件、すなわちML7081のサンプリングレートをChip×2として、インターポレーションフィルタを挿入した場合である。また、表1-③はChip×4とした場合、表1-④はChip×2としたが、インターポレーションフィルタを挿入しなかった場合である。

図2は表1の4つの条件におけるBER特性のシミュレーション結果を示している。図2から明らかのように、当社で採用した②の場合が基準となる①の性能に最も近いことが分かる。また、③の場合と比べて、BER=10<sup>-3</sup>を実現するEb/No (Energy per bit to noise power density ratio) が約0.4dB小さいことが分かる。

以上のように、消費電力削減のために単純にML7081のサンプリングレートをChip×2に落とすだけでなく、インターポレーションフィルタを挿入することによって性能を維持する方式を考案した。

さらに、デバイスレベルではトランジスタの閾値を高くすることによってリーク電流を削減、クロックを機能単位でON/OFFすることによって電力削減を行っている。

当社はこのように方式レベル、デバイスレベルでの電力削減を検討し、ベースバンド・システムソリューション

ンを提供している。

### システムLSIの諸元

図3は当社のシステムLSIを採用した場合の第三世代移動通信端末のブロック図である。

図3で示したようにML7101は当社の商品であるML7041, ML2857, ML7050 (右下のブロック) との

表1 サンプルタイミング条件

	サンプリングレート	サンプルタイミングずれ	インターポレーションフィルタ
①	8倍	なし	未使用
②	2倍	1/4chip	使用
③	4倍	1/8chip	未使用
④	2倍	1/4chip	未使用

■ 表1-①の場合      ○ 表1-②の場合  
 ▲ 表1-③の場合      × 表1-④の場合

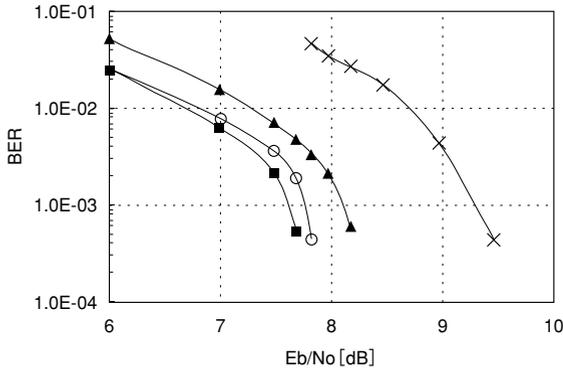


図2 サンプル補正によるBER特性

インタフェースを備えている。また、ML7101は高速・低消費電力を実現するμPLAT®をプラットフォームとして採用し、低消費電力化している。

表2-1~表2-3は3つのLSIの諸元を示している。

これらのチップセットおよび前述したソフトウェアを当社が提供することにより、図3で示したような第三世代移動通信端末のベースバンド部が容易に開発可能となる。

当社は移動通信端末の基本機能を備えた評価ボードも開発している。本ボードセットは無線部、ベースバンド部、マンマシン・インタフェース部から構成されており、この評価ボードを使用することによって、お客様はアプリケーション開発に専念することが可能となる。

現在は社内用評価チップとしてML7101を試作し、評価ボード上にて評価を行っている(写真1)。また、ML7102, ML7081も本年2月に試作完了し、チップセットとしてシステム評価を行う予定である。

### あ と が き

第三世代移動通信端末を実現するシステムLSIとして、当社のベースバンド・システムソリューションを示した。

本ソリューションは、制御用LSI (ML7101)、ベースバンド信号処理LSI (ML7102)、およびAFE-LSI (ML7081) のチップセットと、W-CDMAプロトコルスタック、ベースバンド信号処理制御のソフトウェアと、評価ボードからなっており、その概要と仕様について説明した。

今後はシステム評価を行っていく予定であり、付加価値の高いソリューションを提供していく所存である。◆◆

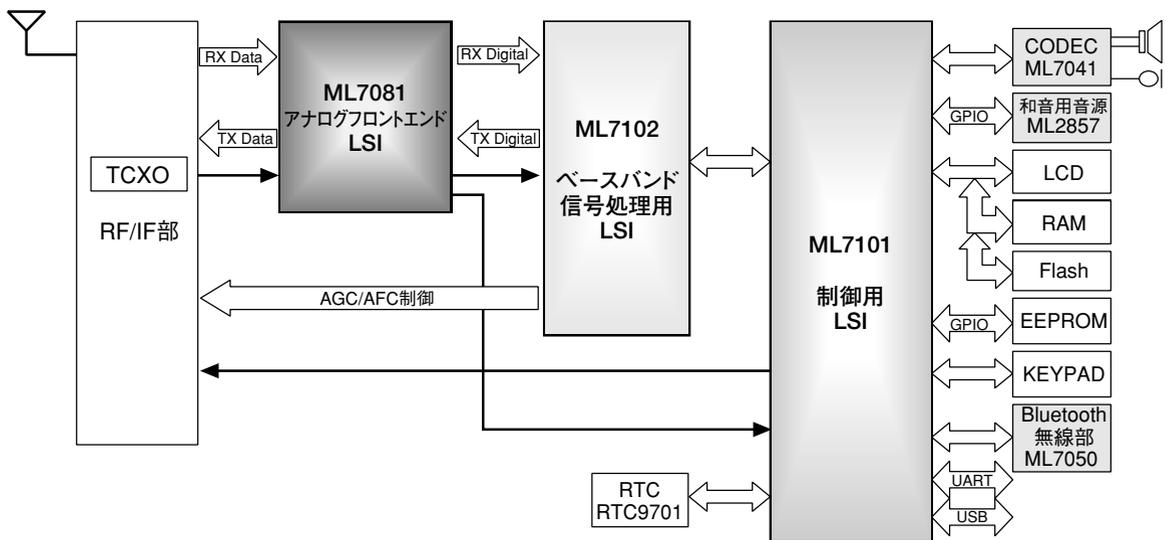


図3 当社システムLSIを搭載した第三世代移動通信端末ブロック図

表2-1 ML7101の諸元

型名	主な仕様
ML7101	<ul style="list-style-type: none"> <li>μ PLAT<sup>®</sup>-92 :</li> <li>・ ARM920T<sup>™</sup></li> <li>・ データキャッシュ 16kB</li> <li>・ 命令キャッシュ 16kB</li> <li>DSPモジュール :</li> <li>・ TeakLite<sup>™</sup></li> <li>・ プログラム RAM 60kW×16ビット</li> <li>・ データ RAM(X/Y) 32kW×16ビット</li> <li>・ Shared RAM 1kW×32ビット</li> <li>周辺インタフェース :</li> <li>・ Bluetooth (Ver.1.1) ベースバンド</li> <li>・ USB デバイス (Ver.1.1)</li> <li>・ GPIO (48ch : CPU制御、8ch : DSP制御)</li> <li>・ 高速UART (2ch、最大921.6kb/s、 内1chはGPIO とピン共用)</li> <li>・ SIO (1ch)</li> <li>・ KASUMI (F8,F9)</li> <li>クロック :</li> <li>・ 外部入力 10~24MHz</li> <li>・ CPU 5/6/7/8 通倍</li> <li>・ DSP 3.3/4/4.7/5.3 通倍</li> <li>・ Bluetooth/USB/UART 外部入力 12MHz</li> <li>・ RealTime 32.768kHz</li> <li>パッケージ :</li> <li>・ 336ピン FBGA (17mm×17mm)</li> <li>電源電圧 :</li> <li>・ コア部 1.8V</li> <li>・ I/O部 1.8/2.5/3/3.3V</li> <li>テクノロジー :</li> <li>・ 0.18um CMOS</li> </ul>

表2-2 ML7102の諸元

型名	主な仕様
ML7102	<ul style="list-style-type: none"> <li>W-CDMAベースバンド信号処理部 :</li> <li>・ 帯域制限フィルタ (送/受)</li> <li>・ 同期補足・追従</li> <li>・ モデム変復調</li> <li>・ チャンネルエンコーダ (Turbo符号器を含む)</li> <li>・ チャンネルデコーダ (Turbo、Viterbi復号器を含む)</li> <li>・ 受信自動利得制御 2回路</li> <li>・ 送信自動利得制御 2回路</li> <li>・ 自動周波数制御</li> <li>その他 :</li> <li>・ スリープタイマ</li> <li>パッケージ :</li> <li>・ 224ピンFBGA (13mm×13mm)</li> <li>電源電圧 :</li> <li>・ コア部 1.8V</li> <li>・ I/O部 1.8/2.5/3/3.3V</li> <li>テクノロジー :</li> <li>・ 0.18um CMOS</li> </ul>

表2-3 ML7081の諸元

型名	主な仕様
ML7081	<ul style="list-style-type: none"> <li>フィルタ :</li> <li>・ ベースバンド・ローパスフィルタ内蔵</li> <li>受信用 ADC :</li> <li>・ I及びQ 2ch、8ビット</li> <li>送信用 DAC :</li> <li>・ I及びQ 2ch、10ビット</li> <li>汎用 ADC :</li> <li>・ 4ch、セクタブル 8ビット</li> <li>入力クロック :</li> <li>・ 19.2MHz/14.4MHz切り替え可能</li> <li>パッケージ :</li> <li>・ 84ピンBGA (7mm×7mm)</li> <li>電源電圧 :</li> <li>・ 3.0V</li> <li>テクノロジー :</li> <li>・ 0.35um Mixed-signal CMOS</li> </ul>

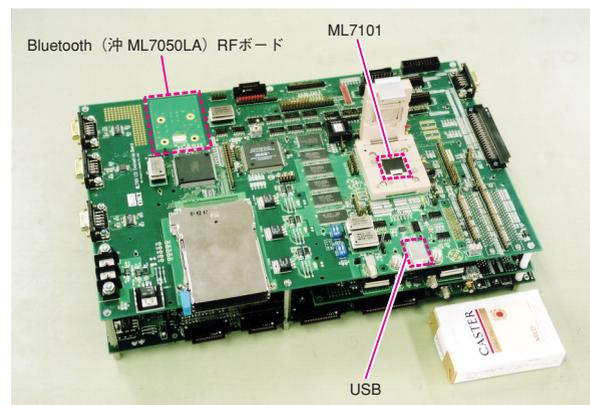


写真1 制御用プラットフォーム評価ボード

### ● 筆者紹介

島崎良仁 : Yoshihito Shimazaki. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 部長  
 池田暁 : Akira Ikeda. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 ワイヤレス技術開発第1TM 課長  
 森博之 : Hiroyuki Mori. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 アナログ回路技術TM TL  
 山崎真人 : Masato Yamazaki. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 ワイヤレス技術開発第1TM STL  
 直井利道 : Toshimichi Naoi. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 ワイヤレス技術開発第1TM STL  
 秋田英範 : Hidenori Akita. シリコンソリューションカンパニーLSI事業部 ワイヤレスLSI商品開発第1部 ワイヤレス技術開発第1TM

### ■ 参考文献

- 3GPP(3rd Generation Partnership Project) HP  
<http://www.3gpp.org/>