

# IP電話向けVoIP専用LSI (ML7074/ML7084)と 通信プロトコル制御用ソフトウェアの開発

下豊留 勉      神山 隆則  
水越 幸弘      久米 寛司

近年、ADSL、FTTH等のアクセス回線のブロードバンド化に伴い、その広帯域性を利用した様々なサービスが考案されている。その中でも、VoIP (Voice Over Internet Protocol) は、広帯域性を有効活用できるキラーアプリケーションとして、着実にその地位を確立しつつある。

今回、VoIP対応の通信機器向けLSIとして、既存のADSLモデム等にVoIP機能を短期間に、低コストで追加することが可能なVoIP向け音声CODEC (ML7074)を開発した。更に、ML7074へARM7TDMI<sup>®\*1)</sup>、Ethernet MACコントローラ等を搭載し、VoIP対応ビジネスフォンなどを低コストで実現可能とするVoIP向け通信プロセッサ (ML7084)を開発した。また、ML7084向けに、各種ドライバ・通信プロトコルのソフトウェアとしてベーシックサービスパッケージ (BSP)を開発したことで、LSIを採用して頂くお客様にVoIPのトータルソリューションを提供することが可能となった。

## ML7074の概要

ML7074は、VoIP対応の通信機器のアナログフロントエンドとして開発された音声CODECである。PCMから圧縮率の高いG.729.A等のフォーマットへ圧縮・伸長を行なう。端末側インタフェースは、通常のアナログ形式に加え、PCMインタフェースも選択可能である。また、エコーキャンセラは、最長32msの遅延を持つエコー除去が行なえる為、SLIC接続による回線エコーの除去を可能とした。加えて、FAX通信に使用されるCED (2100Hz トーン) やV.21のデータ通信ハンドシェイクに用いられるプリアンプル信号 (マーク=1650Hzトーン)を検出できるプログラマブル・トーンディテクタも内蔵している。これにより、非音声通話時のエコーキャンセラ・ディスプレイ制御が容易に行なえる。その他に、DTMFトーンディテクタ、各種トーンジェネレータ、Caller ID機能を実現させるFSK信号発生器も備えている。これらの機能を兼ね備えたML7074は、ADSLモデム、VoIPテレフォニーアダプタ (VoIP-TA)、ルータ、ビジネスフォン

\*1) ARM7TDMI, AMBAは、英国ARM Ltd.の英国およびその他の国の登録商標です。

にVoIP機能を付加する目的に最適なLSIである。ML7074は、アナログフロントエンドとDSPで構成されているが、低コスト化を実現するために、DSPファームウェアを外部から内蔵RAMにダウンロードする方式ではなく、市場ニーズから実現機能を絞り込み、LSI内蔵のROM方式を採用した。機能変更等は、ROMコードの変更で行う構成とした。

ML7074のブロック構成を図1に、LSI諸元を表1に示す。

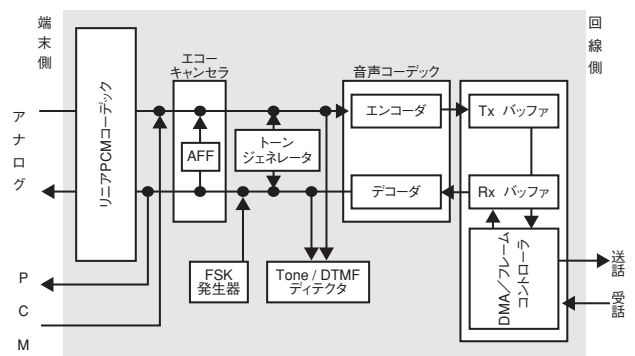


図1 ML7074 ブロック構成

表1 ML7074 LSI諸元

|                  |   |
|------------------|---|
| 音声コーデック          | G.711(64Kbps) $\mu$ -law/A-law<br>G.726(32Kbps)<br>G.729.A(8Kbps) |
| 音声圧縮方式相互<br>変換機能 | G.729.A (8Kbps) $\leftrightarrow$ G.726 (32Kbps)                  |
| エコーキャンセラ         | 最長32msecの遅延に対応  |
| 各種検出/生成機能        | DTMF検出機能<br>トーン検出機能 2系統<br>トーン発生機能 (含、DTMF)<br>FSK発生機能            |
| 端末側音声<br>インタフェース | アナログまたは16-bitリニアPCM (2の補<br>数表現) または G.711                        |
| アナログ入出力形式        | 入力アンプ 2 系統内蔵10k $\Omega$ 駆動<br>出力アンプ 2 系統内蔵10k $\Omega$ 駆動        |
| マスタークロック         | 4.096MHz(水晶振動子/外部入力)  |
| 動作温度             | -20 $^{\circ}$ C ~ +60 $^{\circ}$ C                               |
| 動作電圧             | 3.3V $\pm$ 10%  |
| パッケージ            | 64pin QFP   |

## ML7084の概要

ML7084のブロック構成を図2に示し、主なブロックの特長を以下に記載する。

### (1) CPUプラットフォーム

ARM7TDMI®にOS実行に最低限必要なペリフェラルを付加し、8KBのキャッシュメモリを内蔵した沖電気製μPLAT®\*\*2) 7D<sup>1)</sup> を搭載した。

### (2) CODECインタフェース

ML7074にCODECを1ch追加した。これにより、VoIP対応ビジネスフォンへ適用した場合には、マイク/スピーカとハンドセットを同時に使用することが可能になる。また、VoIP-TAへ適用した場合には、アナログ電話機とPSTN回線側への接続パスをML7084内部で設定し、各種検出機能、トーン生成機能などを利用することができる。なお、音声CODECの符号化形式やその他の各種機能については、ML7074と同様な機能を搭載している。

### (3) MACコントローラ

10Mbps/100Mbpsに対応したMIIインタフェースを2ポート備えている。一方のポートは、VoIPネットワーク側、他方のポートにはパソコンを接続する構成をとる、VoIP対応ビジネスフォンなどへの適用を考慮している。

特に、2つのポート間でパケットを通過させるパスは、ハードウェアで実現されており、ワイヤーレートでの転

送が可能である。これにより、CPUでの処理を、音声パケットの送受信処理やアプリケーション処理に専念させることができる。

また、音声パケット送信時における遅延を最小限に押さえる為、CPU側から送信される音声パケットの送信要求と、もう一方のポートから転送されたパケットの送信要求が重なった場合、CPU側から送信される音声パケットを優先して送出する“音声優先制御機能”を搭載した。

### (4) その他

タイマ、リセット機能、汎用入出力ポート、LCDインタフェースなど、VoIP対応ビジネスフォンなどを構成する上で必要となる機能を搭載した。

ML7084のLSI諸元を表2に示す。

表2 ML7084 LSI諸元

|             |   |
|-------------|---|
| 動作周波数       | 57.344MHz                               |
| 内蔵メモリ       | 8KBユニファイドキャッシュメモリ                       |
| 外部メモリコントローラ | ROM/FLASH/SRAM/IO EDO-DRAM/SDRAM        |
| 割り込みコントローラ  | 外部：5要因 IRQ(4)、FIQ(1)<br>内部：11要因 IRQ(11) |
| システムタイマ     | 16bit × 1ch                             |
| 拡張タイマ       | 16bit × 3ch                             |
| 汎用入出力ポート    | 51bit(2次機能有り)                           |
| リセット機能      | パワーオンリセット<br>ウォッチドックタイマリセット<br>ソフトリセット  |
| シリアルポート     | 非同期式 × 2ch                              |
| 動作温度        | -20℃～+60℃                               |
| 動作電圧        | Core : 2.5V (±10%)<br>IO : 3.3V(±10%)   |
| パッケージ       | 208pin QFP                              |

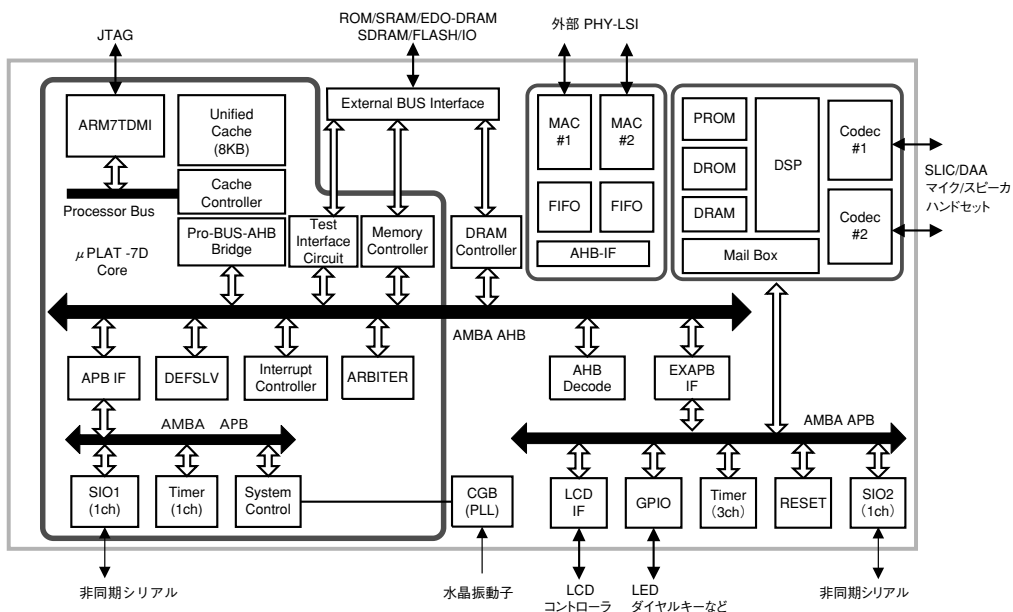


図2 ML7084ブロック構成

\*2) μPLATは、沖電気工業(株)の登録商標です。

## IP電話、VoIP-TA向け通信プロトコル開発

ML7084のターゲット市場であるIP電話機とVoIP-TAを想定し、各種ドライバ・通信プロトコルのソフトウェアとしてML7084ベーシックサービスパッケージ（BSP）の開発を行った。

ML7084BSPは、ML7084を使用したリファレンスデザインとして、ML7084評価ボードとソフトウェアから構成される。それらについて、以下に説明する。

### 1. ML7084評価ボード

ML7084評価ボードとそのブロック図を、写真1と図3に示す。

ML7084評価ボードは、IP電話機およびVoIP-TAにおけるML7084各種機能の性能評価を容易に行えるように、システム開発の初期段階で必要なハードウェアを搭載している。これにより、ML7084の機能を早期に評価いただくとともに、ML7084を使用したシステムを早期に立ち上げることが可能になる。



写真1 ML7084評価ボード

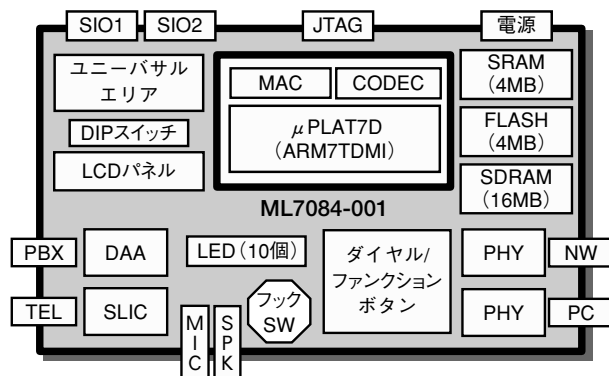


図3 ML7084評価ボードのブロック図

\*3) ITRONは、社団法人 TRON 協会の商標または登録商標です。 \*4) NORTiは、株式会社ミスポの登録商標です。

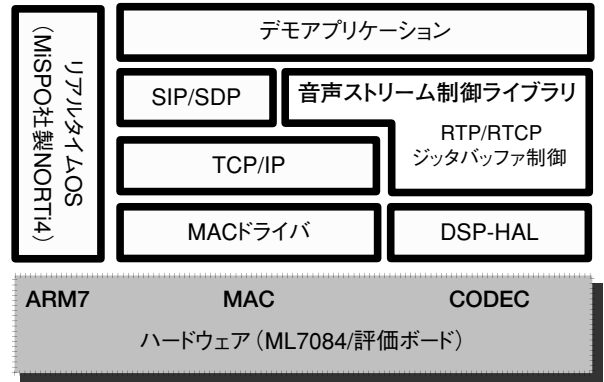


図4 ML7084BSPソフトウェアブロック構成

### 2. ML7084BSPソフトウェア

ML7084BSPソフトウェアのブロック構成図を、図4に示す。

ML7084は、ARM7TDMI®をCPUコアとしたμPLAT®7Dを内蔵しているため、μPLAT®標準リアルタイムオペレーティングシステム（RTOS）であるμITRON \*3) 4.0仕様<sup>2)</sup>に準拠したMiSPO社製NORTi\*4) 4<sup>3)</sup>を採用している。

#### (1) MACドライバ

MACドライバは、ML7084内蔵MACハードウェアを制御するドライバソフトウェアであり、ML7084評価ボード上のPHY制御も行っている。VoIPシステムとして重要なレイヤ2QoSに適用可能なVLANタグ（IEEE802.1Q/p）に対応するとともに、2つのLANポート間のリンク能力合わせ込み機能にも対応している。

#### (2) DSP-HAL

DSP-HALは、CODEC機能を実現しているML7084内蔵DSPにアクセスするためのC言語インターフェースを提供するハードウェア抽象化層（Hardware Abstraction Layer : HAL）である。音声CODEC処理以外の各種機能（トーン生成、検出など）へのアクセスを容易にするとともに、NTT仕様に対応した各種マクロ定数も多数提供している。

#### (3) TCP/IP

組み込み用途に特化したTCP/IPプロトコルスタックで、VoIP端末装置での実績を持つ（株）沖情報システムズ社製<sup>4)</sup>を導入した。IPv4、TCP、UDP、DNSクライアント、DHCPクライアント、マルチキャスト（IGMP）などの規格に対応し、APIは、BSD Socketインターフェース

に準拠している。

(4) SIP/SDP

従来までの多くのVoIPシステムで採用されてきた呼びかけ制御プロトコルH.323に代わり、最近脚光を浴びているSIP (Session Initiation Protocol) /SDP (Session Description Protocol) をサポートした。

TCP/IPと同様に (株)沖情報システムズ社製<sup>4)</sup> を採用し、最新仕様のRFC3261に対応したSIPを導入した。

(5) ASC-Lib

ASC-Lib (Audio Stream Control Library) は、VoIP端末装置におけるキー技術である音声品質に関わる制御を行っている。IPネットワーク上で送受信するRTP (RFC1889) パケットのソフトウェア処理を行なう。特に、IPネットワーク特有のジッタ (揺らぎ) に対応するためのバッファ制御を行なっている。さらに、音質劣化の大きな原因となる装置内遅延時間を小さくする工夫を凝らすなど、実運用にも適用可能な音質を実現している。

(6) デモアプリケーション

ML7084BSPとして用意したハードウェア、ソフトウェアの機能と性能評価を顧客側で行なえるように、デモアプリケーションを開発した。

市販のヘッドセット、またはアナログ電話機を用意するだけでVoIPシステムの評価環境を構築可能なように、表3に示す入手が容易なソフトウェアとの相互接続性を確認した。

表3 デモアプリケーションで接続性を確認したソフトウェア

|              |  |
|--------------|--|
| SIP Proxyサーバ | PARTYSIP (GNU GPL)   |
|              | SIP Express Server (GNU GPL)                                 |
| SIPソフトフォン    | Windows <sup>*5)</sup> Messenger (Microsoft <sup>*5)</sup> ) |
|              | linphone (GNU GPL)   |
|              | SIP Center User Agent  |

今後の展開

今後、ML7074/ML7084のロードマップとして

- FAX通信への対応・・・IP網にFAXを通すためのプロトコルであるITU-T勧告 T.38への対応
  - ML7074での他チャンネル化、高音質化対応
  - ML7084でのハイパフォーマンス化対応
  - さまざまなカスタム製品への対応
- など、お客様・市場ニーズに応じた製品を早期に実現する為に、個々のIP開発を計画している。

\*5) Microsoft, Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国の登録商標です。  
 \*6) Linuxは、Lunus Torvalds氏の米国およびその他の国における登録商標または商標です。  
 \*7) VxWorksは、Wind River Systems, Inc の米国ならびに他の国における商標または登録商標です。  
 \*8) Nucleusは、Mentor Graphics Corporationの米国ならびに他の国における商標または登録商標です。

また、今回、ML7084ベーシックサービスパッケージを開発したことにより、LSIの採用を検討頂くお客様に対して、VoIP製品開発のトータルソリューションを提供することができ、今後の商品拡販を推進させることが期待される。

ML7084ベーシックサービスパッケージでは、今後計画しているLSIの高機能化に伴い、以下の技術的なテーマが挙げられる。

- 音声ストリーム制御ライブラリの高機能化  
 パケットロス補間 (PLC), DTMFリレー機能など
- 通信プロトコルソフトウェアの追加  
 IPv6, セキュリティ, MGCP対応など
- ゲートウェイソリューションへの対応  
 Fax Over IP (T.38), UPnPなど
- 対応RTOSの追加  
 組込みLinux<sup>\*6)</sup>, VxWorks<sup>\*7)</sup>, Nucleus<sup>\*8)</sup> など

上記のテーマについて市場性を考慮しながら、機能追加とラインナップ強化を行い、ML7084ベーシックサービスパッケージを更に高度化し、VoIPトータルソリューションの提供を行っていく。 ◆◆

参考文献

- 1) 来住, 高塚, 中澤: μPLATのハードウェア開発, 沖電気研究開発184号, Vol.67 No.3, pp.45-48
- 2) TRONプロジェクト <http://www.tron.org/>
- 3) (株)ミスボ <http://www.mispo.co.jp>
- 4) (株)沖情報システムズ <http://www.okijoho.co.jp/>

筆者紹介

下豊留勉: Tsutomu Shimotoyodome.シリコンソリューションカンパニー デザイン本部 通信LSI商品開発部  
 神山隆則: Takanori Kamiyama.シリコンソリューションカンパニー デザイン本部 通信LSI商品開発部  
 水越幸弘: Yukihiro Mizukoshi.シリコンソリューションカンパニー デザイン本部 ソフトウェア開発部  
 久米寛司: Hiroshi Kume.シリコンソリューションカンパニー デザイン本部 ソフトウェア開発部