

μ PLAT-7Bを搭載した ローコスト汎用ARM MCU (ML674000) の実現

中澤 哲夫
中田 充則

武田 浩一
仲沢 治

情報機器のネットワーク化が進み、それに伴う関連機器の機能拡張のスピードが速まってきている。このような機器は商品ライフサイクルが短縮され、time-to-marketに対応した短TATでの商品開発が求められている。そこで、システム構成として機能や性能の向上に対して柔軟かつタイムリーな開発をするため、専用ハードウェアからソフトウェア中心の処理や制御に移行しつつある。また、開発効率向上のため開発したソフトウェア資産の継承性が重要であり、そのためソフトウェアを実行するCPUとしてはソフトウェア資産の蓄積が多いデファクトスタンダードでかつマルチベンダーであることが望ましい。

このような要求は既存の32ビット MCU (Micro Controller Unit) だけでなく16ビット MCUを搭載した多くの組み込み機器でも同様であり、デファクトスタンダードの32ビット RISC CPUへの移行要求が高まってきている。

そこで、このようなソフトウェア・オリエンテッド・システムにフィットしたローエンドARM汎用マイクロコントローラとしてML674000を開発した。ML674000はCPUプラットフォームとして32ビットローエンドシステム用に新たに開発したμ PLAT^{*1}-7Bを搭載している。μ PLAT-7BはCPUにARM7TDMI^{*2}を用いたCPUプラットフォームである。

沖電気では組み込み機器用CPUのデファクトスタンダード¹⁾であるARM CPUを既に導入しており、これまでさまざまなMCU商品を開発している。また、沖電気ではリアルタイムOSの動作に必要な最小の周辺機能を取り込んだCPUプラットフォーム(μ PLAT²⁾)を開発しており、短TATで高品質のMCUの開発を実現している。μ PLATはSPA (Silicon Platform Architecture) での設計インフラ構成要素の一つである^{3) 4)}。

μ PLATは用途に応じた幾つかの種類を用意している。

μ PLAT-7C ARM7TDMIにキャッシュを搭載したミドルクラスのCPUプラットフォーム

μ PLAT-7D ARM7TDMIにキャッシュを搭載し、コ

スト・パフォーマンスを高めたCPUプラットフォーム

μ PLAT-92 ARM920Tを用いたハイエンドのCPUプラットフォーム

ML674000では新たにローエンドMCU用CPUプラットフォームとしてμ PLAT-7Bを開発し搭載した。

開発方針

上記のように、システムの制御がハードウェアからソフトウェア中心へ移行が進んできている状況は、既存の32ビット MCU搭載機器だけでなく、16ビット MCUを搭載した多くの組み込み機器でも同様である。このように、ソフトウェアの比重が高くなるに従い、ソフトウェア開発の効率やソフトウェア資産継承のためにデファクトスタンダードの32ビット RISC CPUへの移行要求が高まっている。

しかし、既存の32ビット MCUや16ビット MCUからデファクトスタンダードの汎用32ビットMCUへ移行したいユーザの要求に合致したエントリークラスのデファクトスタンダード汎用32ビットMCUはほとんどない。

そこで、このような要求に対応するために、下記の観点からML674000を開発した。

- ソフトウェア資産の高い継承性を持つ
- ソフトウェア処理が中心であるため、周辺機能は極力シンプルな機能に留める
- メモリ拡張性を高める

ソフトウェア資産継承のために、組み込み機器用32ビット RISC CPUとしてデファクトスタンダードになっているARM をCPUとした。ARM CPUを搭載したMCUの多くはASCP (Application Specific Custom Product) や比較的大規模なASSP (Application Specific Standard Product) であり、エントリーモデルのARM MCUは少ない。

また、CPUはμ PLATとしてCPUプラットフォーム化することで、周辺機能の拡張やCPUプラットフォームのグレードアップにより性能向上した各種MCUシリーズへ

*1) μ PLATは沖電気工業株式会社の登録商標。*2) ARM7TDMIはARM Ltd.の登録商標。

移行してもソフトウェア資産の高い継承性が得られる。これは、 μ PLATがOSのプリミティブな機能を取り込んだCPUプラットフォームであり、各 μ PLATでほぼ共通の周辺機能になっているからである。

周辺デバイスは、ソフトウェアによる処理を中心に考え、それに必要なプリミティブな機能とした。たとえば、これまでの組み込みMCUのタイマはカウンタの値を使い、幾つかの外部信号の生成を行うことが多かったが、ここではソフトウェア処理に必要な時間管理のタイマ処理機能にした。

外部メモリバスはSDRAMなど各種メモリデバイスが接続できるメモリコントローラを搭載した。また、MCUのシリーズ化として内蔵メモリ拡張性をエンベデドだけでなく、MCP (Multi Chip Package) での実装も考慮した。

ML674000の概要

ML674000の機能ブロック構成および写真を示す(図1, 写真1)。

ARM7TDMIを搭載したCPUプラットフォームである μ PLAT-7B、内部RAM、割り込みコントローラ、タイマ、PWM (Pulse Width Modulation)、ウォッチドックタイマ、非同期シリアルインターフェース、GPIO、ADコンバータ、DMA (Direct Memory Access) コントローラ等で構成される。

μ PLAT-7BはARM7TDMI、割り込みコントローラ、OS用システムタイマ、調歩同期シリアルインターフェース、シ

ステム制御部、プロセッサバス接続の内部ROM (またはフラッシュROM)、RAMコントローラ、外部メモリコントローラ (ROM (またはフラッシュROM)、SRAM、IOデバイス)、テストインタフェース等で構成される。

内部バスはARM CPUのオンチップバスとしてデファクトスタンダードとなっているAMBA[®]*3) (Advanced Microcontroller Bus Architecture) を採用した。周辺デバイスはこのAMBA[®]バスを構成するAHB (Advanced High-performance Bus) とAPB (Advanced Peripheral Bus) に接続される。

外部メモリコントローラを実装し、ROM (またはフラッシュROM)、SRAM、SDRAM、IOデバイスを接続できる。

ML674000の諸元を表1に示す。

開発環境

開発環境としては、CPU評価ボード、Oki ADI (ARM Debug Interface) とソフトウェア開発ツールキットがあり、これによりML674000を使用した組み込みシステムの評価およびデバッグ支援を行うことができる(図2)。

CPU評価ボードにはエミュレーション用のRAMおよびフラッシュメモリを搭載しており、プログラムの実行、デバッグを行うことができる。このボードにはARM CPUの標準的なデバッグインタフェースであるJTAG (Joint Test Action Group) を搭載しており、これにMulti-ICE[®]*4) と同じインタフェースを持つOki-ADIを接続し、PC上でSDT (Software Development Toolkit) を動作

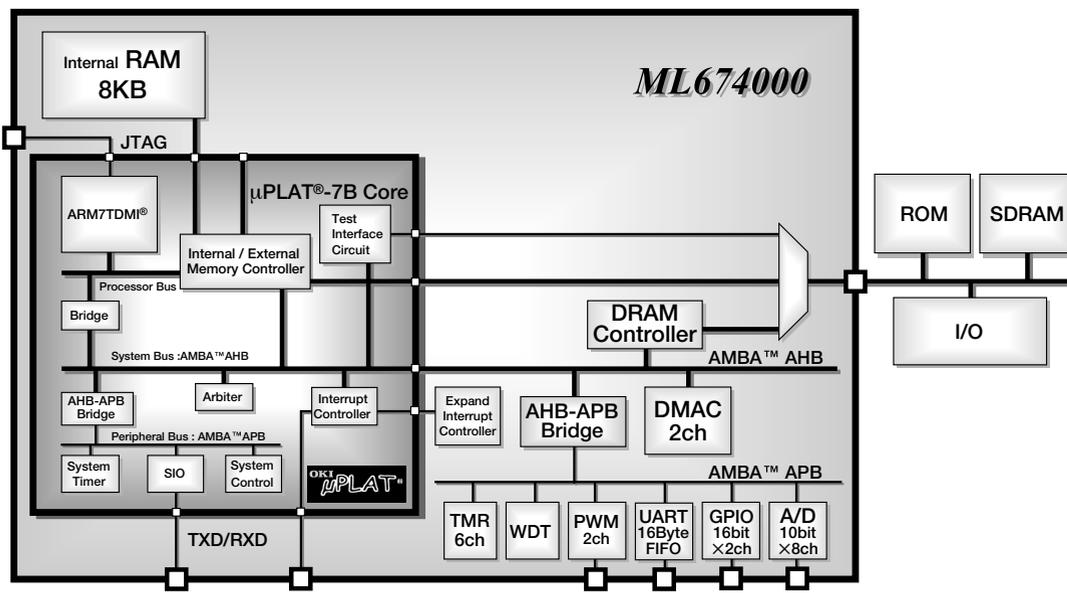


図1 ML674000構成図

写真1 ML674000

*3) AMBAはARM Ltd.の商標。*4) Multi-ICEはARM Ltd.の商標。

表1 ML674000の諸元

動作周波数	~33MHz	
内部RAM	8KB	プロセッサバス接続(ノーウェイト)
外部メモリコントローラ	ROM/FLASH, SRAM, IO EDO/SDRAM	ROM/FLASH, SRAM, DRAM, IOバンク(ウェイトコントロール付き)
DMAコントローラ	2ch	転送モード:サイクルスチール/バースト、 アドレスモード:デュアルアドレス 転送要求:外部/ソフトウェア チャンネルプライオリティ:固定/ラウンドロビン
割込みコントローラ	外部要因:5 内部要因:18	外部要因:IRQ(4), FIQ(1) 内部要因:IRQ(18), (システムタイマ(1), 拡張タイマ(6), PWM(2), WDT/IVT(1), UART(1), SIO(1), AD(1), DMA(2), GPIO(2), ソフトウェア(1))
システムタイマ	16bit×1ch	オートリロードタイマ(μPLAT-7B)
拡張タイマ	16bit×6ch	ワンショット、インターバル
PWM	16bit×2ch	
WDT	16bit	ウォッチドッグモード/インターバルモード
SIO	2ch	1ch:調歩同期シリアルインタフェース(μPLAT-7B) 1ch:16Byte FIFO付き調歩同期シリアルインタフェース
GPIO	16bit×2ch	16bit PIO×2ch(割込み機能付き)
ADC	10bit×8ch	
動作電圧	Core:2.5V(±10%) I/O:3.3V(±10%)	
パッケージ	128pinTQFP(14×14mm)	

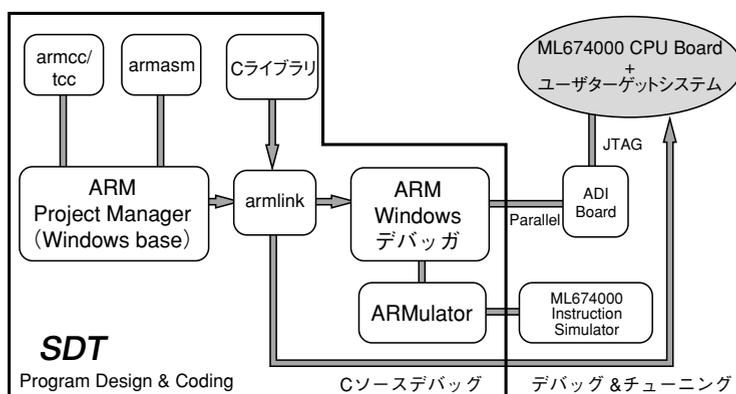


図2 開発環境

させ、プログラム開発を行う。このSDTはコンパイラやデバッグ環境を含めた統合ソフトウェア開発環境である。

シリーズ化

専用ハードウェアでの処理からソフトウェア中心の処理へ移行するということは、ハードウェアロジックで実現した処理をソフトウェアで実現することである。これに対しシリコンベンダーとしては、ソフトウェアによる処理効率を高めるために、メモリ拡張性の高いアーキテクチャを提供することが望まれる。

ML674000に搭載したμPLAT-7Bは、プロセッサバスの内部メモリ拡張が可能である。ここには、マスクROM

やフラッシュROMが接続できる。

また、内部バスのAMBAに準拠したIP (Intellectual Property) 類は豊富にあり、これらIPを組み込むことで機能拡張が容易である。

このようにML674000はメモリや機能の拡張性が高く、これをベースとしたMCUのシリーズ化が容易である。今後、マスクROMを搭載したML674001やフラッシュメモリを搭載したML674001やフラッシュメモリをMCPとして搭載したML674001 (図3) を予定している。

また、このML674000をベースとし、メモリや周辺機能を取り込んだ多くのカスタムLSIの開発が進められている。ML674000をベースとしたメモリや機能拡張の例を図4に示す。

あ と が き

ソフトウェア・オリエンテッドな組み込みシステムにフィットした汎用MCUであるML674000を開発した。これにはローエンドシステム用のCPUプラットフォームであるμPLAT-7Bを新たに開発し実装した。今後は、さまざまな用途に対応したCPUプラットフォーム(μPLAT-x)を使ったMCUを開発していく。◆◆

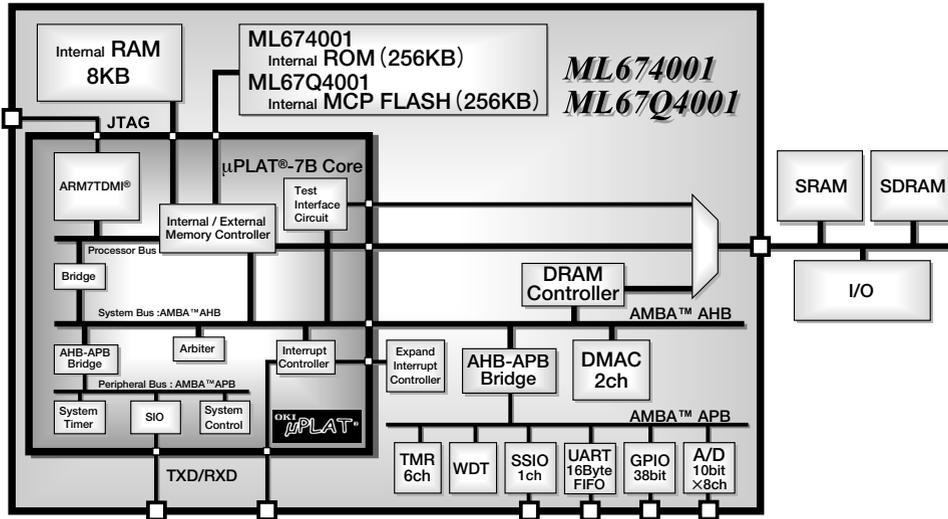


図3 ML674001/ML67Q4001構成図

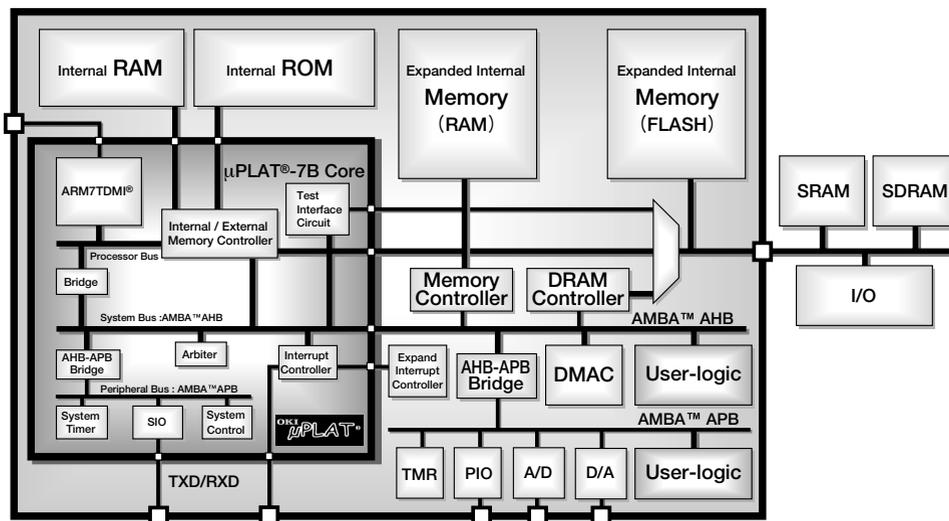


図4 ML674000ベースASCP/ASSP

■参考文献

- 1) Andrew Allison "Inside the New Computer Industry", 2000
- 2) 来住, 高塚, 中澤: μPLATのハードウェア開発, 沖電気研究開発 第184号, Vol.67 No.3, pp.45-48
- 3) 古野: 沖電気のシステムLSI, 2001システムLSI技術大全, 電子ジャーナル社, pp.91-94, 2001年
- 4) 古野, 富澤: Media SPAのアーキテクチャ, 沖電気研究開発 第180号, Vol.66 No.1, pp.13-16, 1999年

●筆者紹介

- 中澤哲夫: Tetsuo Nakazawa.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 マーケティング部 アドバンスド・デジタル・コンシューマ ビジネスユニット
- 武田浩一: Koichi Takeda.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 マーケティング部 アドバンスド・デジタル・コンシューマ ビジネスユニット
- 中田充則: Mitsunori Nakata.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 プラットフォーム開発部 ARMマイコンSPAチーム
- 仲沢治: Osamu Nakazawa.シリコンソリューションカンパニー LSI事業部 ソフトウェア開発部 開発支援システムチーム