

M68000ファミリの血統を受け継ぐ組み込みRISCプロセッサ

ColdFireファミリのアーキテクチャ紹介

Joe Circello

本誌2008年9月号にはEthernetに対応したColdFire MCF52233を搭載したマイコン基板が付属する。付属基板企画に先行し、今号でColdFireファミリのアーキテクチャについて解説する。命令セット・アーキテクチャやCPUコアの各バージョンの違いなどについて、より詳しく解説する。（編集部）

Freescal Semiconductor 社（以降 Freescale 社）の Cold Fire ファミリのプロセッサが生まれたのは、1990 年代の中ごろのことです。組み込み市場では、コストが重視され多くの数量を必要とするため、最適な命令セット・アーキテクチャとハードウェアが求められています。可変長 RISC テクノロジをベースとする ColdFire ファミリは、従来の 32 ビット RISC の単純な構造と、メモリ使用量の少ない CISC の可変長命令セットが組み合わせることにより性能とコスト低減を実現しています。

アーキテクチャを決定するに当たって、ColdFire は最適な性能を得るため RISC ベース・プロセッサのデザインを取り入れ、最大のコード密度を得るため M68000 ファミリの可変長命令セットを簡略化しました。その結果、小さなコア・サイズで高性能を必要とする組み込みアプリケーションに適した、製品ファミリ内でコード互換性を備えた 32 ビット・プロセッサが誕生しました。

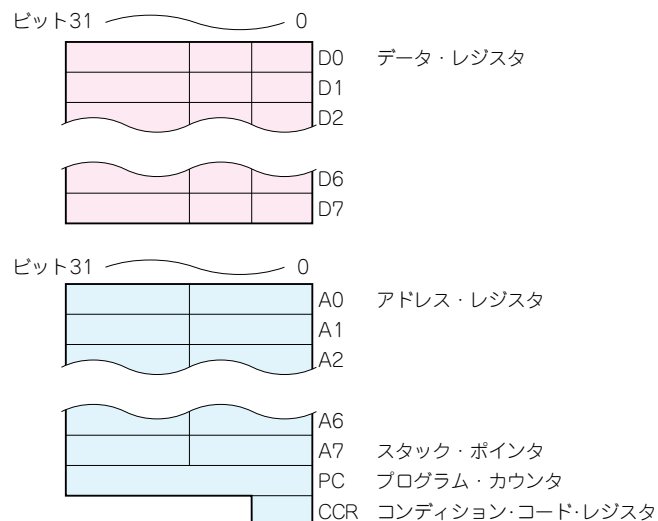


図1 ColdFire ファミリのユーザ整数プログラミング・モデル

現在 ColdFire は、開発中のものも含め五つ (V1, V2, V3, V4, V5 コア) のプロセッサ・コアがあり、ロー・エンドのマイクロコントローラから 1000DMIPS (Dhrystone 2.1) にも達する性能のプロセッサまで、広範囲の価格/性能レンジで多様な組み込みアプリケーションをカバーしています。ColdFire ファミリのプロセッサ性能は、初期の 0.8 μm の V2 コアと最新の 90nm プロセス・テクノロジーによるカスタム仕様の V5 コアを比較すると、過去 12 年間で 36.6 倍も高速化されています。

ColdFire の製品には、ファミリに有効な結果をもたらしたアーキテクチャとインプリメンテーションの重要な原則をその当初から取り入れています。例えば、プロセッサはコア・ファミリとしての互換性が維持されるようにシステム・オン・チップの設計フローと再利用を考慮して設計されています。また、すべての ColdFire 製品で 100% 論理合成可能という特性もあります。コアには標準的な立ち上がりエッジ形式の D フリップ・フロップが使用されています。そのためテスト容易化設計との親和性が高く、さまざまなプロセス・テクノロジーに簡単に適応させることが可能です。また、ColdFire には強力な組み込みデバッグ・アーキテクチャが用意されており、Freescale 社の標準製品だ

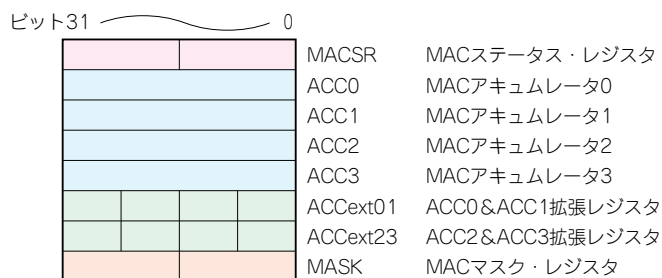


図2 ColdFire の浮動小数点プログラミング・モデル

けではなくカスタム仕様設計にも共通の開発ツールを利用できます。

まず、ColdFire 命令セット・アーキテクチャの詳細から解説していきます。

1. 命令セット・アーキテクチャ (ISA)

● 各種レジスタ・セット

ColdFire 命令セット・アーキテクチャにおける最初の定義 (ISA_A) は、組み込みアプリケーション・コードを徹底的に分析した結果、M68000 ファミリの OP コードを継承しました。そのため、プログラミング・モデルとして「ユーザ」と「スーパーバイザ」の2種類が用意されています。ユーザ・プログラミング・モデルには M68K 定義の 16 個の汎用 32 ビット・レジスタ (8 個のデータ・レジスタと 8 個のアドレス・レジスタ)、32 ビットのプログラム・カウンタ (PC)、および命令の実行結果のインジケータ・フラグを格納する 8 ビットのコンディション・コード・レジスタ (CCR) がそのまま用いられています (図 1)。

また、ユーザ用の基本的な整数プログラミング・モデルに加えて、オプションの FPU (浮動小数点ユニット) と (E) MAC [(拡張) 積和演算ユニット] に対応したプログラミング・モデルのリソースがあります (図 2, 図 3)。

汎用の浮動小数点データ・レジスタ (FPn) は、図に示すように符号ビット (s)、11 ビットの指数部 (e)、および 52 ビットの仮数部 (f) からなる 64 ビットの倍精度値を格納し

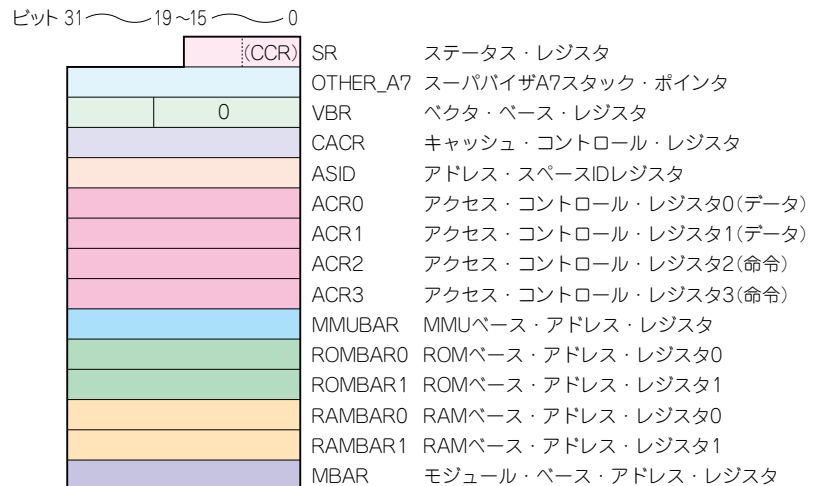


図 4 ColdFire のスーパーバイザ・プログラミング・モデル

ます。

スーパーバイザ・プログラミング・モデルでは、すべてのユーザ・モード・レジスタに加えて、特権を必要とするさまざまなシステム制御レジスタおよびコンフィグレーション・レジスタへのアクセスが可能です。ただし、使用可能なスーパーバイザ・レジスタはコア・アーキテクチャやインプリメンテーションによって異なります (図 4)。

ColdFire ISA は多様なデータ・タイプに対応します。整数形式は、1 ビット・データ、8 ビット・バイト、16 ビット・ワード、および 32 ビット・ロングワードです。(E) MAC のオペランドは、符号付き/符号なしの 16 ビット・ワードか 32 ビット・ロングワードの整数、または 16 ビットか 32 ビットの符号付き小数を指定できます。浮動小数点のオペランドは、32 ビット単精度または 64 ビット倍精

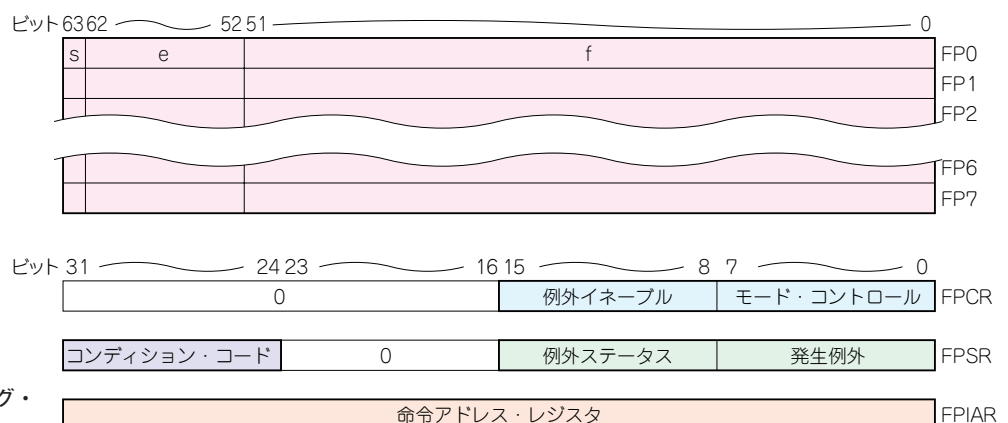


図 3 ColdFire の拡張積和演算プログラミング・モデル