

第一回 「マイクロプロセッサ」

JASAハードウェア研究会
東横システム株式会社 新 雅人

皆さん、ハードウェアって何ですか？ソフトウェア以外は全てハードウェアですか。答えは「その通りです。」

電子回路基板やそれに搭載されている部品、筐体、ハーネス、つながれているコード類、電源類、様々なスイッチや表示機器類、それら製品や組立てに関する事などは全てハードウェアです。これらの他にも、伝搬遅延や電磁放射、放熱などのシミュレーション、静電気や電磁波、雷サージに対する対策、組込みソフトウェアを含めた機能・品質等々、数多くの項目が含まれます。

しかしこれら全てを説明するのはとても大変なことです。そこで皆様には、最低知っておいていただきたい一番身近な電子回路について、これから4回にわたり説明したいと思います。

まず第一回目はマイクロプロセッサについて。

マイクロプロセッサとは？

マイクロプロセッサとは、「CPU」や「MPU」、「プロセッサ」の機能を一つのIC（集積回路）で実現したものです。1971年、テキサス・インスツルメンツ社のTMS1000、インテル社のi4004が最初のマイクロプロセッサであると定説になっています。

それまでの計算機のプロセッサは、巨大な基板に幾つものロジックICを並べて、さらにその基板を何枚か組み合わせて構成されていました。

マイクロプロセッサをインテル系ではCPU、モトローラ系ではMPUと呼ぶ時期もありましたが、特に確立した定義もなくほぼ同意語として広く一般に用いられています。

CPU以外にROMやRAM、周辺回路等も含めて一つに搭載したICをシングルチップマイコンと呼びますが、これもマイクロプロセッサに含まれます。

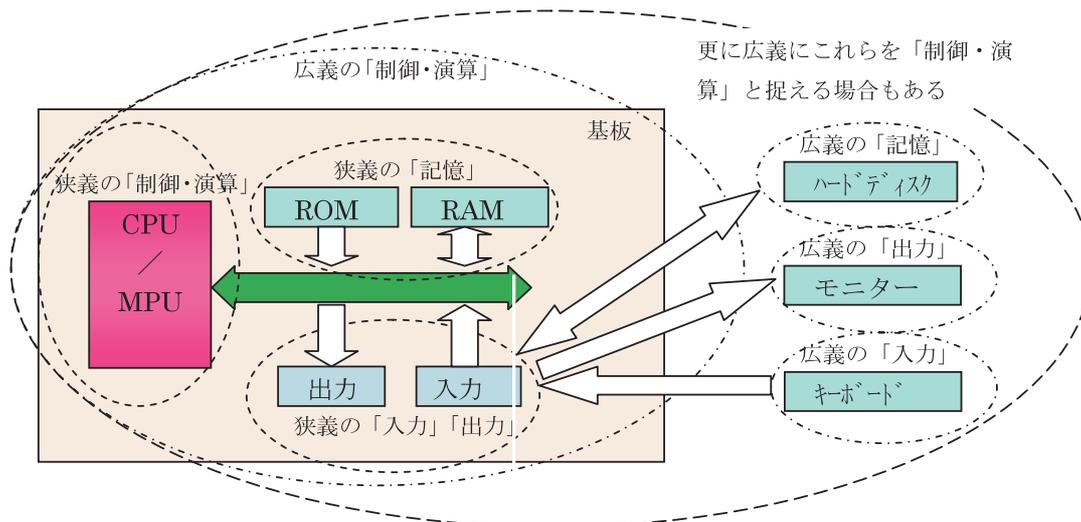
また、最新技術では一つのICにCPUが2個、4個、8個と搭載されるようになり、更に周辺回路も多機能で大規模になるなど、マイクロプロセッサの定義や範囲も時代とともに変貌しています。

プロセッサには、制御・演算・記憶・入力・出力の機能があります。マイクロプロセッサを一つの機器の構成部品として考えた場合、制御や演算の機能をつかさどります。プロセッサは、マシン語というソフトウェアを記憶から順番に読み込み、制御や演算を指示通りに実行します。記憶や入力からのデータを演算して、その結果を出力や記憶に送ります。これらのことからプロセッサとは、その装置の頭脳そのものと言えます。

マイクロプロセッサの変遷

1971年に日本計算機株式会社(ビジコン社)が、創業まもない米国のインテル社に電卓用カスタムICの開発を発注しまし

図1 プロセッサの概要



た。このとき生まれたのが世界初のマイクロプロセッサの一つで、4ビット長のストアードプログラム方式のCPUでした。

この製品の可能性の大きさに気付いたインテル社は、全ての権利を買い取り、i4004として世に送り出しました。その後、翌年の1972年には世界初の8ビットCPU i8008を、1974年にはさらに改良されたi8080、1976年にはi8085Aと、次々に新しいCPUを発表していきます。

(同時期、ザイログ社がi8080と上位互換性があるZ80を発表)

1978年には、その後x86CPUと総称されるシリーズ最初の製品となる16ビットCPU i8086Aを発表しています。

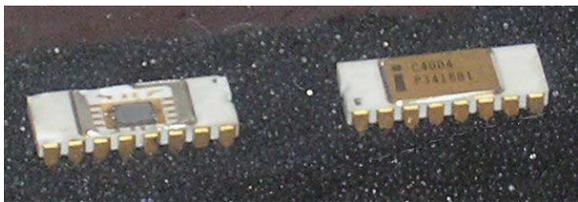


図2 Intel i4004プロセッサ

同時期、モトローラ社はDEC社のミニコンPDP-11のアーキテクチャを参考にしたとされる8ビットMPU MC6800を発表しました。これにより、世界はこの2社のアーキテクチャを軸に、マイクロプロセッサを搭載したパーソナルコンピュータ(PC)の時代に突入しました。

一方、PCとは別に、現代の組込みシステムに搭載されるマイクロプロセッサは、シングルチップマイコンが元となり独自に発展しました。現在では、機能や性能、規模を大きく変貌させ、MCU (Micro Control Unit)と呼ばれています。

マイクロプロセッサの発展は大変著しく、i4004の動作周波数は741kHzであったのに対して、現在のCore i7-2600では3.4GHzと桁違いに早くなっています。また、一度に処理するビット長も4ビットから8,16,32,64,128ビットと拡張されてきています。

アーキテクチャにおいては、浮動小数点演算の開発、パイプライン処理、命令の並列実行を可能にしたスーパースカラの採用、CISCからRISCへの統合などにより、性能を向上してきました。

性能向上としての「クロック競争」である動作周波数の高速化は、消費電力と発熱量の増大が大きく、シングルコアでは限界に

来ていると言われています。一方では、複数のCPUを搭載するマルチコアによる並列的な動作で性能向上を図る、デュアルコア、クアッドコアというコア数競争の時代になって来ています。

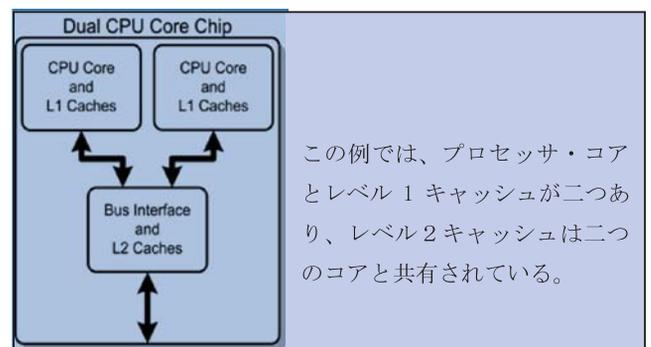


図3 シングルダイ・マルチコアの一例の概念図

この例では、プロセッサ・コアとレベル1キャッシュが二つあり、レベル2キャッシュは二つのコアと共有されている。

組込み機器向けマイクロプロセッサ

以下は、最近の代表的な組込み機器向けのプロセッサです。

PIC・AVR

PICは1975年、マイクロチップ社により開発されたRISCライクなワンチップマイコンで、容易で安価な回路構成のため、電子工作や機能の少ない製品などに採用されています。

又、アトメル社のAVRも同様な目的で開発されています。

H8/H16シリーズ

1980年代後半、当時の日立製作所により組込み機器向けのワンチップCPUとして、8ビット版、16ビット版、32ビットが開発された。ルーターや家電機器、OA機器等の製品に採用されています。

SHシリーズ

1992年、組み込み用途の32ビットRISCマイコンとして当時の日立製作所よりSH-1が発表されました。その後、SH-2がセガサターン、SH-3がカーナビに、SH-4がドリームキャストに採用されメジャープロセッサとして認知されました。又、SH-Mobileシリーズは、主に国産の携帯電話に採用され、各電話メーカーに

量産出荷されています。また、カーナビ車載用としてSH-Naviシリーズが開発されています。

ARMシリーズ

現在、低省費電力を特徴としてモバイル機器において圧倒的なシェアを占めているARMファミリーは、組み込み型32ビットRISC CPUとして世界で75%以上の利用数量を専有しています。

ARMアーキテクチャに基づくCPUコアは、携帯電話・メディアプレーヤー・携帯型ゲームなどの携帯機器から、ハードディスク・ルータなどの周辺機器まで、あらゆる電子機器で使用されています。

携帯機器や電子機器の高性能化に伴いARMコアの出荷数は加速度的に伸びており、2010年9月の時点で200億個以上が出荷されています。

その他、(当時の)三菱のMELPSシリーズ、NECのV800シリーズ、富士通のFR/F2MCシリーズ、東芝のTLCSシリーズなど日本の各半導体メーカーも各種プロセッサの開発、製品を発売してきています。



これからのマイクロプロセッサ

これまでのプロセッサの発展における「ムーアの法則」のような高集積化、高性能化には限界が来ていると言われています。これからは、省電力や小型化、効率化を図れるような新しいアーキテクチャやテクノロジーが主流となっていくのではないかと考えられます。

現在すでに利用されているDSPやCPUを搭載したFPGAの他にも、以下のような技術を利用したマイクロプロセッサの発展が見込まれます。

「ヘテロジニアス・マルチコア」

現在主流となっている、同一アーキテクチャでのマルチコアで

はなく、一つのチップに異なるアーキテクチャのコアを搭載するマルチコアCPUです。

特に組み込み機器において有用で、例えばOSなどのコントロール系のCPUコアと、マルチメディア系のストリーム処理を行うデータ系のCPUコアに分けて性能向上を図ります。

「非同期設計CPU」

消費電力と発熱の面で大きな要因となっている高周波数のクロック信号を部分的に無くしているCPUです。回路設計は難しくなりますが、消費電力、発熱減少の効果が期待出来ます。

又、不要ブロックへのクロック信号の供給を止める「クロックゲーティング」や、動作していないモジュール等への電源供給を遮断する「パワーゲーティング」と呼ばれる技術も利用されつつあります。

「DRPA(Dynamically Reconfigurable Processor Array)」

一般的なFPGAは実行前に回路情報をロードし、その後は回路構成を変化させることはできません。このために非常に大きな回路領域が必要となりますが、全ての領域が同時に使用されるわけではありません。動的に回路単位に役割を切り替えることが出来るDRPAにより、必要なゲート数を数万個から数10~数100個程度に削減でき、小型化が可能となります。

この他にも、用途別に特化したシステムLSI、ハードI/Oコアやトランシーバ性能を持った用途別のFPGAなども開発されていくと思われます。

又、将来的には

- 有機半導体の実用化により、曲がる基板にプロセッサを実装。
 - ナノ技術により1mm角以下に電源やアンテナも実装されるような極小のプロセッサ。
 - 透明の半導体の開発により、透明な太陽電池の実現。
 - より生体の脳に近いニューロン構造を持った有機体のプロセッサ。
- など

夢のようなプロセッサが開発され、夢のような機器が開発されていくことも近い将来には実現されそうで、新しいマイクロプロセッサが組み込み業界の発展には不可欠であると思われます。