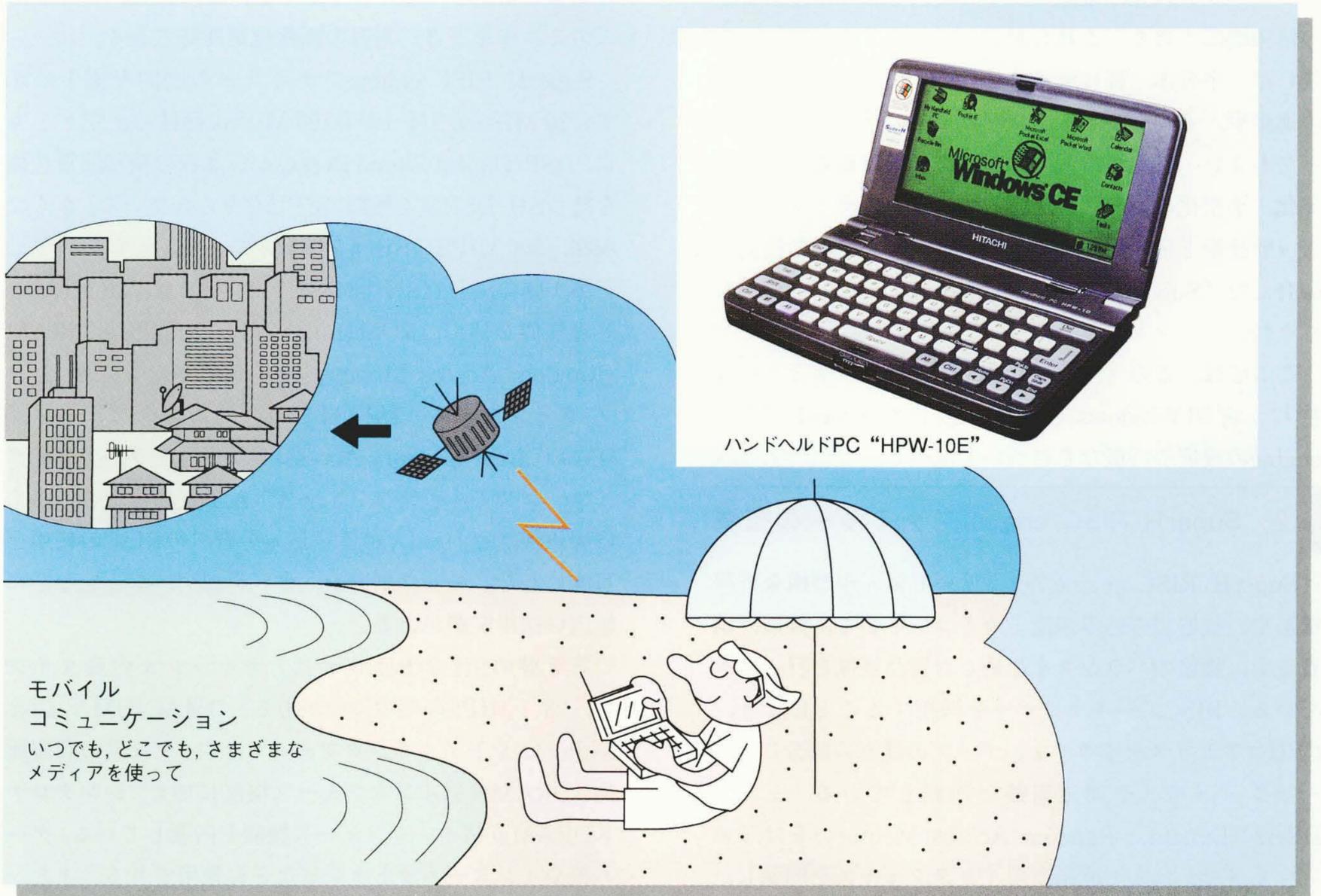


ハンドヘルドPC用SHマイコンチップセット

Chip Set Development for Handheld PCs

川崎郁也 *Ikuya Kawasaki* 三輪善幸 *Yoshiyuki Miwa*
菊地 明 *Akira Kikuchi* 館内嗣治 *Tsuguji Tachiuchi*



ハンドヘルドPC "HPW-10E"

モバイルコミュニケーションのイメージ

ハンドヘルドPCをはじめとする携帯情報機器の高性能、低消費電力、高機能化、小型化のニーズにこたえて、「SuperH RISC engineファミリー」を開発している。このマイクロコンピュータは、高速のマイクロプロセッサ技術と量産指向のマイクロコントローラの技術を融合して製品化したものである。

Windows CE^{※1)}を搭載したハンドヘルドPC(Personal Computer)やPDA(Personal Digital Assistant)などの携帯情報機器は、名刺管理、住所録管理などの個人情報管理のほか、パソコンとのデータ交換が簡単に行えるようになったことにより、多くの人々が使用するようになってきた。携帯情報機器は電池で長時間使用できることが重要であり、搭載するCPU(Central Processing Unit)には、高性能でありながら低消費電力が要求される。また、次期Windows CEではカラー表示が実現するとも言われており、周辺機能の高性能化が必要となって

いる。

このような背景の中で日立製作所は、次期Windows CEに対応した、より高性能、低消費電力、高機能化を図ったSuperH RISC(Reduced Instruction Set Computer) engine "SH7709(80 MIPS, 300 MIPS/W)"と周辺LSI "HD64461"を開発した。これらをチップセットとして用いることにより、カラー液晶表示、高速赤外線通信、コンパクトフラッシュカード、モデムなどに対応した携帯情報機器を製品化することができる。

※1) Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

1. はじめに

1996年の秋、米国Microsoft社からWindows CEという新しいOS(Operating System)が発表され、7社からこのOSを使ったハンドヘルドPCが発売された。これらハンドヘルドPCは、電池で長時間使用できる小型携帯型の情報機器である。これらが実現できるようになった背景には、半導体、特にマイコン(マイクロコンピュータ)の進歩や、それを支えるソフトウェアの進歩があると言ってもよい。日立製作所は、高性能、低消費電力、高機能化、小型化のニーズに対応して、高速のマイクロプロセッサ技術と量産指向のマイクロコントローラの技術を融合した「SuperH RISC engineファミリー」を開発してきた。

ここでは、この「SuperH RISC engineファミリー」、特に、次期Windows CEに対応したSuperH RISC engineの機能や特徴などについて述べる。

2. SuperH RISC engineファミリーの概要

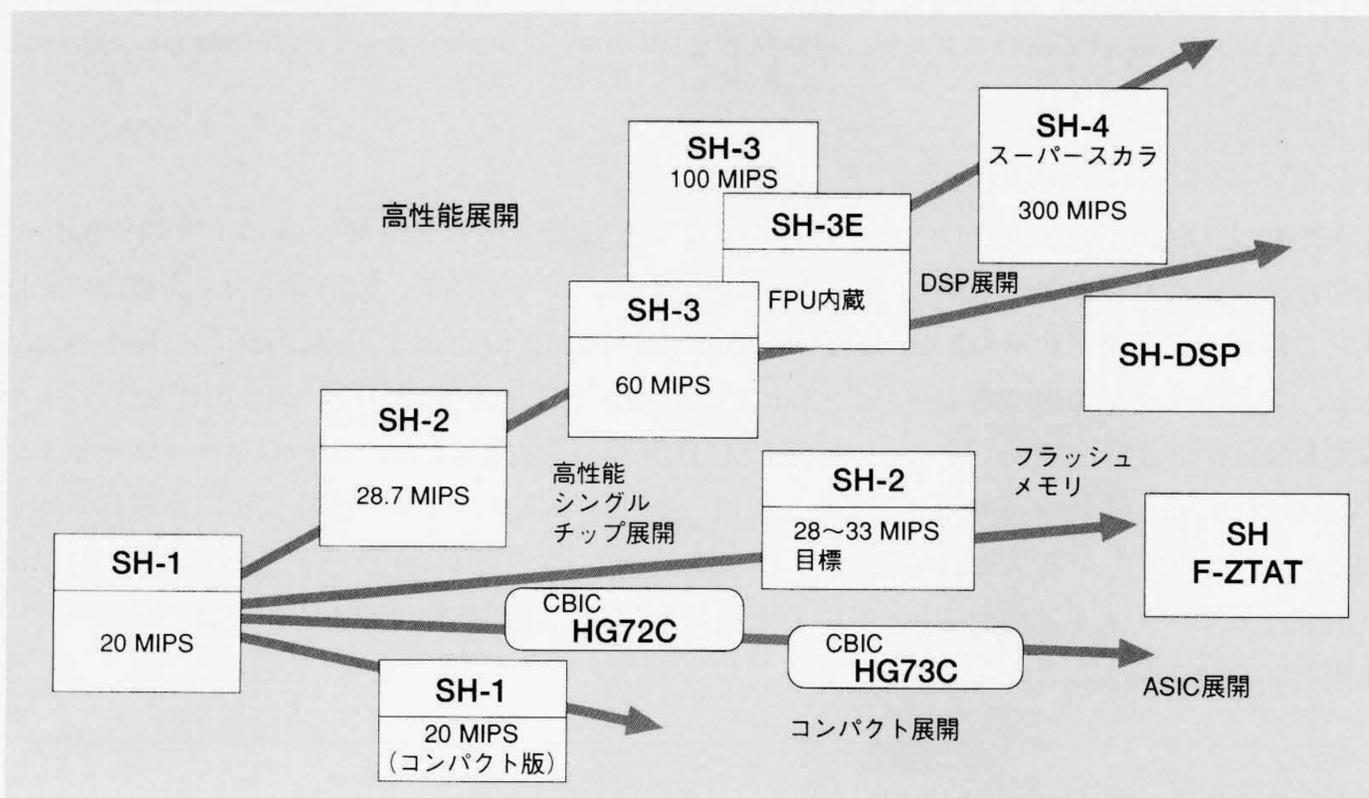
SuperH RISC engineファミリーでは、小型携帯情報機器や、機器組み込み用途のマイコンとして、性能、消費電力、価格のバランスを配慮した製品展開を行ってきている。RISCアーキテクチャを採用することにより、CPUコアサイズを小さくし、チップの残りの部分に、キャッシュメモリや周辺回路を内蔵している。また、DRAM(Dynamic Random Access Memory)をはじめとするメモリにも、直結型のインタフェースを内蔵し、

少ない外付け部品でシステムが構築でき、低価格でシステムを実現する。さらに、命令長は16ビット固定であり、命令長が短いので命令コードを格納しておくメモリ容量を少なく抑えることが可能となり、システムの低価格化に貢献できる。また、同じ容量のキャッシュなら、多くの命令を格納しておくことができ、この結果、キャッシュのミス率を下げ、実質の高性能が期待できる。

SuperH RISC engineファミリーの展開を図1に示す。20 MIPSのSH-1から100 MIPSのSH-3までとともに、DSP(Digital Signal Processor)並みの積和演算性能を持つSH-DSPの4種類のCPUをそろえている。さらに現在、300 MIPSのSH-4を開発中である。

第1弾のSH-1(SH7034/SH7032ほか)は、20 MIPSの処理性能を持ち、ROM(Read-Only Memory)、RAM(Random Access Memory)を内蔵するシングルチップタイプである。DRAMとの直結インタフェース、DMA(Direct Memory Access)コントローラ、多機能タイマ、シリアルインタフェース、A-D変換器など、多くの周辺機能を内蔵し、機器組込み分野でのRISCの使用を可能にした。モータ制御や、カーナビゲーションなどに幅広い採用実績がある。

第2弾のSH-2(SH7604)は、キャッシュ内蔵タイプで、28.7 MIPSの処理性能がある。DMAC(DMA Controller)、シリアルインタフェース、タイマなどの周辺機能、DRAM直結インタフェース機能に加え、シンクロナスDRAM直結インタフェース機能を内蔵している。ゲーム機やインターネットテレビなどに使用できる。また、



注：略語説明
 MIPS (Million Instructions per Second)
 FPU (Floating Point Unit)
 DSP (Digital Signal Processor)
 CBIC (Cell Based IC)
 F-ZTAT (Flexible Zero Turnaround Time)
 ASIC (Application Specific IC)

図1 SuperH RISC engineファミリーの製品展開

SuperH RISC engineファミリーでは、高性能化、フラッシュメモリ内蔵、ASICなどの多様な展開を進めている。

SH-2をCPUコアとしたシングルチップタイプの製品として、大容量(256 kバイト)のフラッシュメモリを内蔵したSH7045やSH7044をはじめ、8製品が製品化済みである。

第3弾のSH-3(SH7708, SH7707, SH7709)は、高性能、小型、低消費電力が求められるハンドヘルドPC、PDA(Personal Digital Assistant)などの携帯情報機器用として開発したものである。Windows CEを搭載したハンドヘルドPCに採用できる。採用理由は、(1) 小容量のメモリでWindows CEの動作が可能、(2) MIPS/Wが高い、(3) 少ない部品でハンドヘルドPCの実現が可能、の3点である。16ビットの固定長命令により、命令長が32ビットのRISCに比べてコード効率が良く、命令用のメモリを $\frac{2}{3}$ に減らすことができる。ROM 4 Mバイト、RAM 2 Mバイトという小容量のメモリでハンドヘルドPCを実現できる。消費電力当たりのMIPS値が高く(SH7709で300 MIPS/W)、高性能化とともに低消費電力を実現している。キャッシュメモリの内蔵により、メモリのアクセス回数を減らし、マイコンだけでなく、セットの消費電力を下げることもできる。

SH-DSP(SH7410)は、ハーバードアーキテクチャやフレキシブルなDSP並列命令により、RISCマイコンでありながら、汎用DSPクラスの信号処理能力も備える。例えば、JPEG(Joint Photographic Experts Group)の処理で、同じ動作周波数のSH-3の約3倍の処理能力を

持つ。今後、SH-4などでの高機能化、高性能化へと発展を続けていく考えである。

3. Windows CEシステムソリューション

Windows CEを搭載したハンドヘルドPCのシステム構成例を図2に示す。

ハンドヘルドPCは、小型ながらPocket WordやPocket Excel^{※2)}などパソコンでなじみの深いアプリケーションが動作し、しかも、電池で数十時間動作が可能な携帯情報機器である。このような高機能な携帯情報機器で、マイコンに対しては高性能でありながら、低消費電力が求められている。表示画面は、現在発売されているハンドヘルドPCは4階調のモノクロ表示であるが、近い将来にはカラー表示が行われるようになる。したがって、液晶コントローラにはカラー化対応へのニーズが高まってきている。通信機能では、4 Mビット/sの高速な赤外線通信機能の要求がある。また最近では、インターネットを活用して電子メールや企業のホームページにアクセスし、いち早く情報を入手したいというニーズが高まってきており、そのために、携帯情報機器にモデムを搭載することが重要となってきた。そこで、マイコンのCPU性能を生かして、このモデム機能をソフトウェア

※2) Excelは、米国Microsoft Corp.の商品名称である。

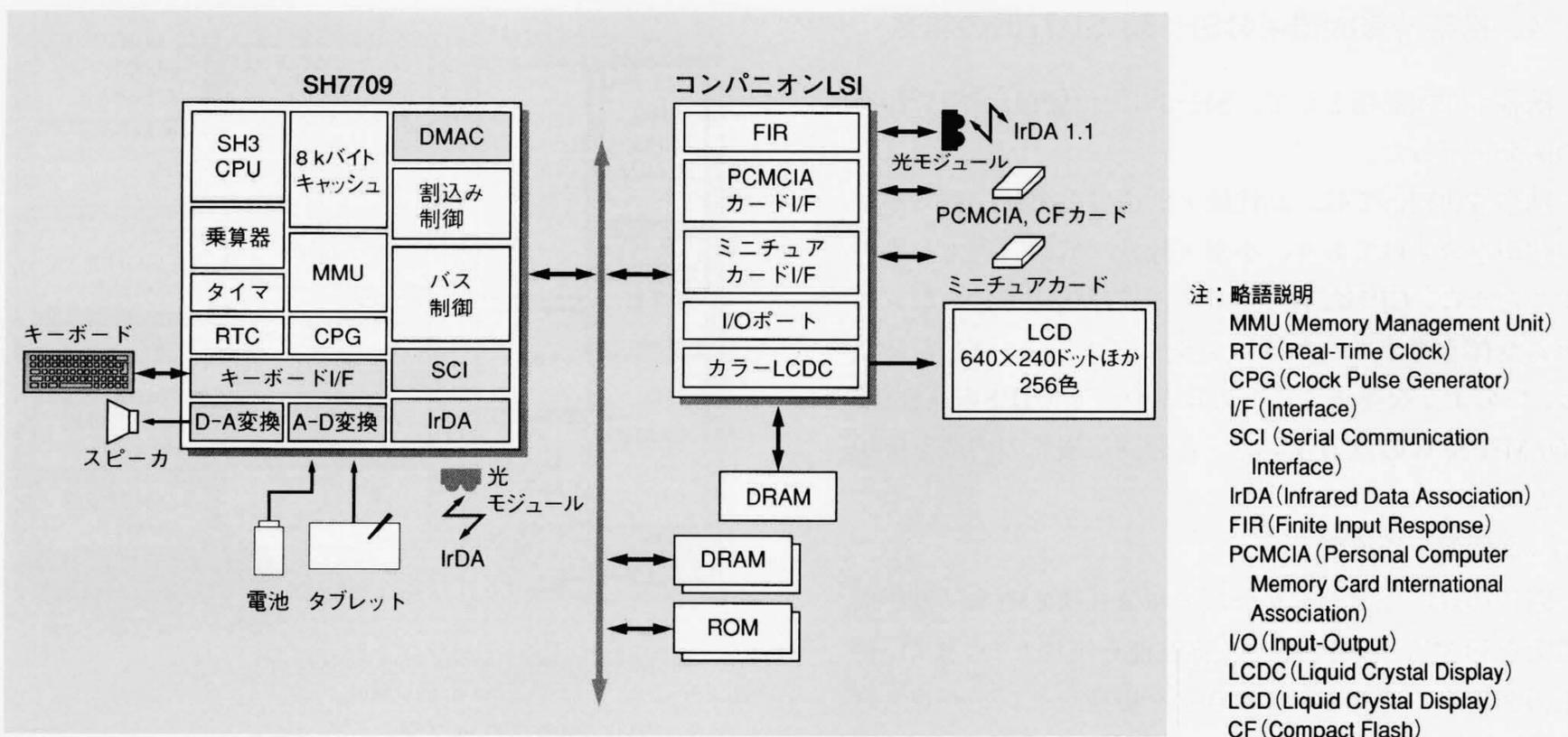


図2 Windows CEを搭載したハンドヘルドPCのシステム構成例
 SH7709とコンパニオンLSIにより、ハンドヘルドPCのシステムを構築することができる。

で実現する動きがある。

その他の周辺機能としては、PCカードやコンパクトフラッシュカードなどを接続するためのPCMCIAコントローラが必要となってきた。

また、電池での動作時間を伸ばすため、CPUに対してはCPUそのものの低消費電力化に加え、クロック周波数の動的変更や、各種モジュールへの供給クロック信号の制御など、パワーマネジメント機能が重要となっている。あわせて、周辺LSIに対しても同様の要求があり、いっそうの省電力設計が重要となってきた。

一方、ハンドヘルドPCのより小型・軽量化のために、半導体パッケージに対し、厚みの薄いLQFP(Low Profile Quad Flat Package)や、チップサイズほどのパッケージ〔CSP(Chip Size Package)〕へのニーズが高まってきた。

このように、ハンドヘルドPCでは種々な要求があり、単なる高性能なマイコンだけでなく、周辺機能を集積したLSI、各種機能を実現するミドルウェアなどのシステムソリューションが求められてきている。日立製作所は、ハンドヘルドPC向けとしてSH-3を開発し、さらに次期ハンドヘルドPCのために、以下に述べるSH7709および周辺LSI“HD64461”を開発した。また、ここでは説明を割愛するが、モデム機能や静止画像圧縮伸長などの各種機能をソフトウェアで実現するミドルウェアの開発も行い、ハンドヘルドPCシステムを実現するためのソリューションを提供している。

4. 携帯情報機器用のSH-3, SH7709の開発

携帯情報機器用として、SH-3の上位機種、“SH7709”の開発を行った。

携帯情報機器では、高性能・低消費電力化、かつ高集積化が求められており、小型・軽量、低消費電力を実現するために、CPUだけではなく、周辺機能を含んだシステム全体を考慮したマイコンが必要となる。SH7709では、このような要求にこたえるため、80 MIPSの高性能、300 MIPS/Wの低消費電力、各種周辺機能の内蔵を実現した。

(1) 高性能、低消費電力

SH7709は、SH-3シリーズと命令互換である。動作周波数を80 MHzに向上させて高性能を実現した。また、従来のダイナミックなバスクロック切替やモジュールスタンバイ機能、スリープ機能、スタンバイ機能に加え、3通倍クロックサポート、演算器ごとのダイナミックパワー

マネジメントの採用により、300 MIPS/Wと低消費電力を実現した。命令ごとに必要となる演算器を検出し、必要な演算器にだけクロックを供給する。また、スタンバイ時にRTCモジュールだけを独立の電池で動作させることができ、主電源カットによるバッテリー寿命の向上が可能である。

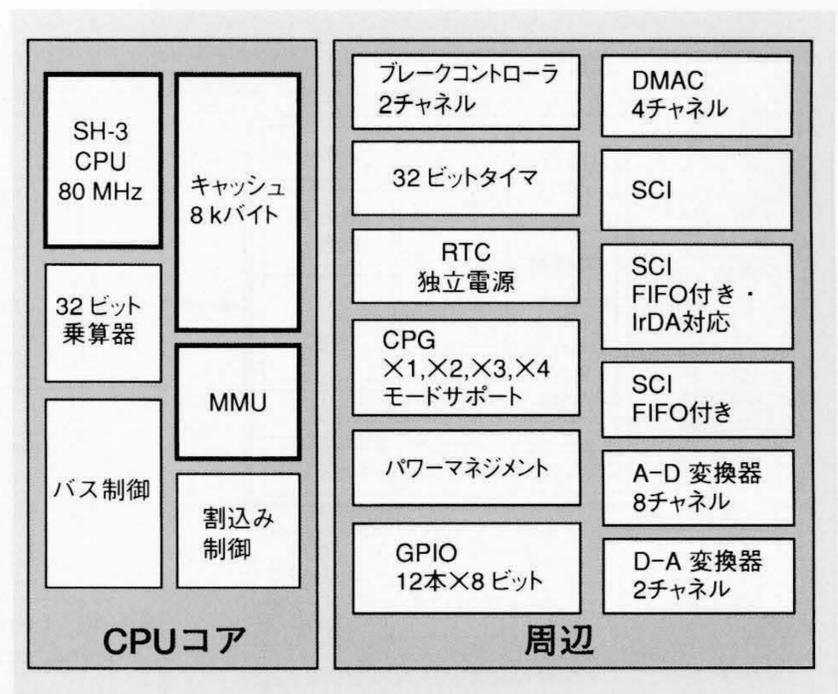
(2) 豊富な機能を搭載

SH7709のブロック図を図3に示す。

CPUコア部はSH-3シリーズと機能互換であり、MMU、8kバイトキャッシュ、PCMCIAカードやROM、EDO(Extended Data Output) DRAM、シンクロナスDRAMなどの各種メモリ直結インタフェースなどを内蔵する。

周辺部に豊富な機能を搭載した。4チャンネルのダイレクトメモリアクセスコントローラ(DMAC)、サウンド、タッチパネル用に8チャンネルの10ビットA-D変換器と2チャンネルの8ビットD-A変換器、3チャンネルのSCI、3チャンネルのタイマ・RTC、12本の8ビットI/Oポートを内蔵した。SCI 3チャンネルのうち2チャンネルは16バイトのFIFO付きであり、さらにそのうち1チャンネルはIrDA1.0(SIR)に対応する。キーボード機能を実現するため、I/Oポートからの割込みでのスタンバイ状態からの起き上がりをサポートした。

パッケージにLQFP208ピンを採用し、より小型実装が可能なCSPも開発中である。



注：略語説明 GPIO (General Purpose I/O port)
FIFO (First in, First out)

図3 SH7709のブロック図

SH7709では、携帯機器に要求される各種周辺機能を内蔵している。

5. SH-3/SH7709のチップセット“HD64461”の開発

携帯情報機器用として、SH7709のチップセット“HD64461”の開発を行った。小型化・高性能・低消費電力が求められる携帯情報機器では、マイコンだけでなく、周辺機能を含めたシステムソリューションが求められる。この要求にこたえるため、ハンドヘルドPCに必要なカラー液晶コントローラ、赤外線通信用IrDAコントローラなどの周辺機能を1チップ化した。これにより、SH7709とキットで小型・高性能・低消費電力のハンドヘルドPCの実現を可能とした。

(1) 必須なすべての周辺機能を搭載

HD64461のブロック図を図4に示す。

SH7709をホストCPUとし、次期Windows CE搭載ハンドヘルドPCに対応したカラー液晶コントローラ、IrDA1.1対応コントローラ、RS232C対応コントローラ、2チャンネルPCMCIAコントローラ、ソフトウェアモデム用インタフェース、2チャンネル16ビットタイマなどを1チップに集積した。開発にあたっては、米国ITE社と共同開発を行った。内蔵したカラー液晶コントローラは640×

240ドット表示が可能で、6万4,000色、26万色中256色の選択が可能である。赤外線通信用IrDAコントローラは従来の115.2 kビット/sに加えて、4 Mビット/sの高速通信が可能なIrDA1.1に対応している。さらに、PCMCIAコントローラは2スロットのPCMCIA、または1スロットをPCMCIA、もう一つのスロットをコンパクトフラッシュカードに接続することも可能である。なお、アナログフロントエンド(AFE)LSIをダイレクトに接続することができるAFEインタフェースを標準装備し、ソフトウェアモデムを搭載することにより、データ/FAX(Facsimile)モデムも可能とした。パッケージにはLQFP208ピンを採用し、より小型実装が可能なCSPも開発中である。

(2) きめ細かな低消費電力制御

HD64461では、低消費電力の実現のために、モジュールごとにスタンバイ制御を可能とし、動作に不必要なモジュールは停止として、きめ細かな低消費電力制御を可能とした。全スタンバイ時はクロックを含むすべての機能を停止することができ、携帯情報機器に要求されるバッテリー寿命の向上が可能となっている。

6. SuperHマイコン開発ツール

一般的なSuperHマイコン用開発ツールとして、日立製作所からはSH7708インサーキットエミュレータやCPU評価ボードを、協力会社からはROMエミュレータなどをそれぞれ提供している。さらに、Windows CE搭載のハンドヘルドPCの開発を支援するために、D9000と言う評価用ボードを開発した。

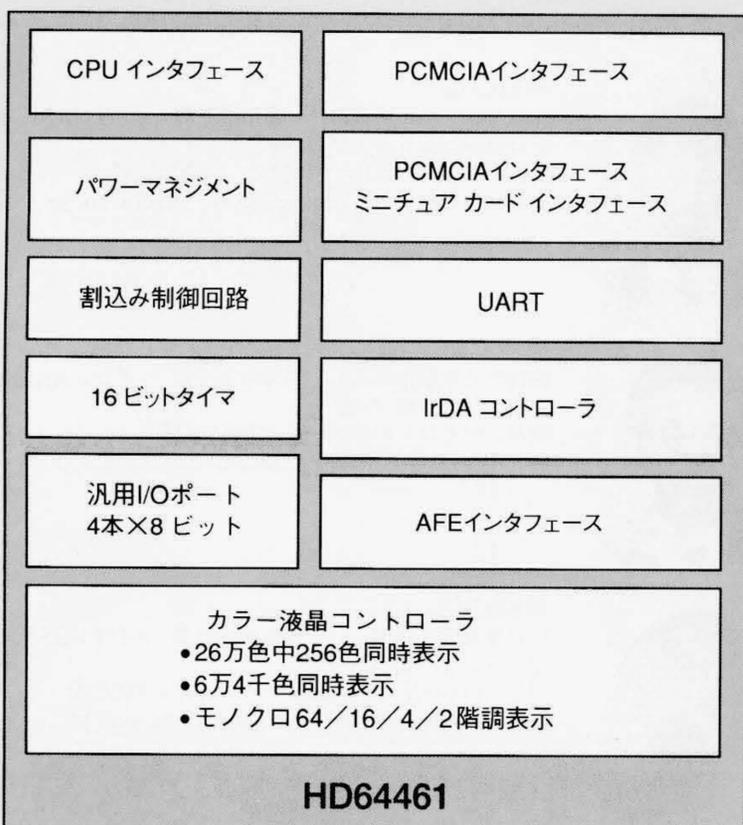
D9000評価用ボードのシステム構成を図5に示す。

このD9000はWindows CEを搭載し、CPUにSH7708、他の周辺回路をFPGAで実現したものである。D9000でハンドヘルドPCの機能を実現している。また、強力なデバッグ機能も搭載しているため、この評価ボードを用いて回路のデバッグや、周辺回路のドライバソフトウェアを開発することができる。

7. おわりに

ここでは、日立製作所が開発した「SuperH RISC engineファミリー」の機能と特徴について述べた。

Windows CE搭載ハンドヘルドPCをはじめ、携帯情報機器はますます高性能・高機能化へと進んでいく。CPUに対しては、より高い性能(高MIPS値)、いっそうの低消費電力化が求められる。

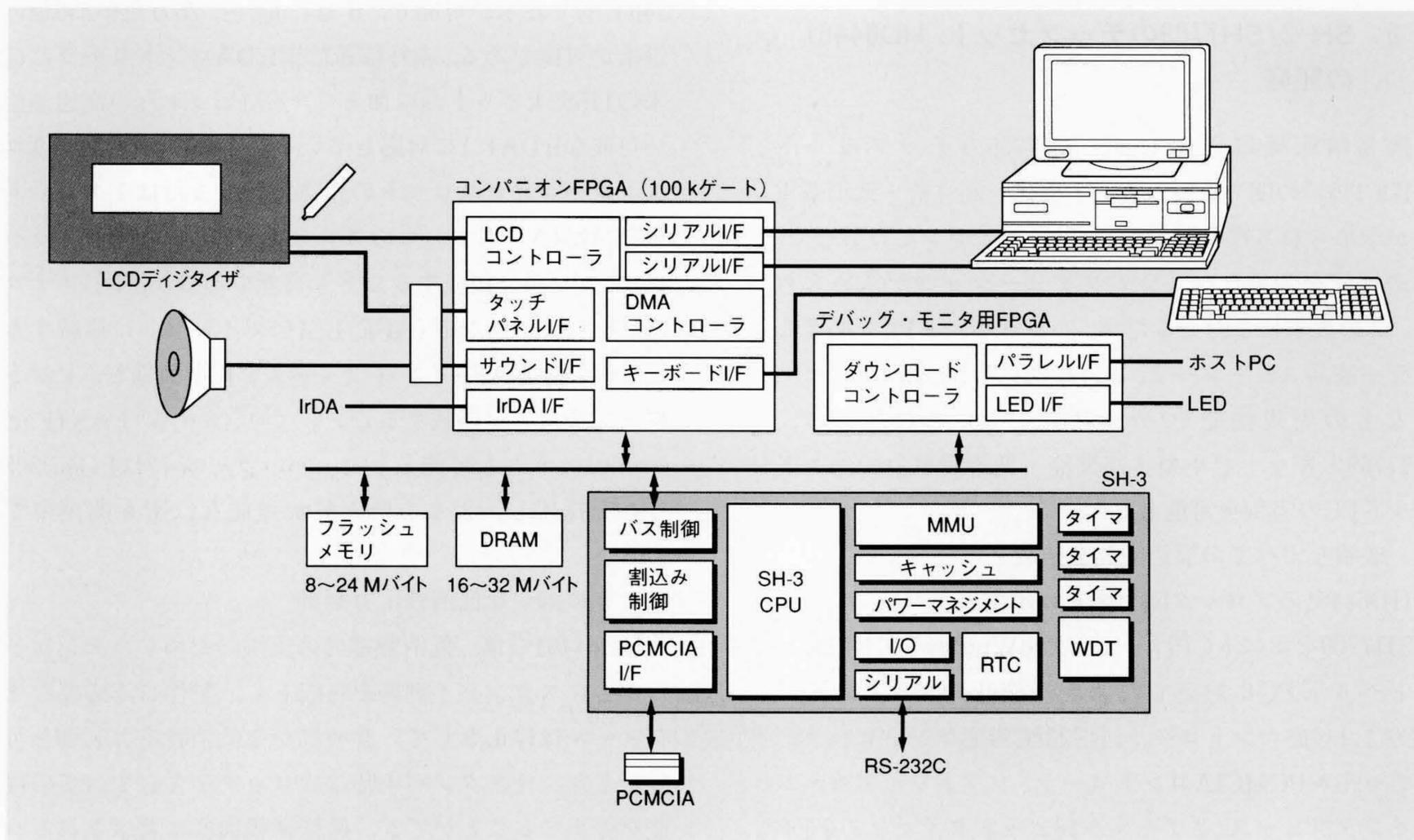


注：略語説明

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)
AFE (Analog Front End)

図4 HD64461のブロック図

ハンドヘルドPCに要求される各種周辺機能を1チップに搭載した。



注：略語説明 LED (Light Emitting Diode), WDT (Watchdog Timer)

図5 D9000評価用ボードのシステム構成

D9000評価用ボードのシステム構成を示す。回路のデバッグや、ドライバソフトウェアを開発することができる。

日立製作所は、次期ハンドヘルドPCに対応した高性能マイコン“SH7709”，周辺LSI“HD64461”を開発し、これらの要求にこたえている。さらに、DSP機能を強化したCPU，より高性能をねらったSH-4を開発するとともに、これら半導体だけでなく、ミドルウェアなどのソフトウェアまでも含めたシステム実現のためのソリューションを提供し、ユーザーの期待にこたえていく考えである。

参考文献

- 1) 秋武：ノマディック時代を支える半導体デバイス技術，日立評論，78，11，740～744(平8-11)
- 2) 牧本，外：デジタル革命，日経BP社(1996)

執筆者紹介



川崎 郁也
1982年日立製作所入社，半導体事業部 マイコンASIC本部 プロセッサ設計推進室 所属
現在，SuperHマイコンの設計，開発に従事
E-mail：kawasaki@cm. musashi. hitachi. co. jp



菊地 明
1976年日立製作所入社，半導体事業部 マイコンASIC本部 マイコン設計部 所属
現在，マイコンの周辺LSIの開発に従事
E-mail：kikuchia@cm. musashi. hitachi. co. jp



三輪 善幸
1985年日立製作所入社，半導体事業部 マイコンASIC本部 マイコン製品技術部 所属
現在，SuperHマイコンのマーケティングに従事
E-mail：miway@cm. musashi. hitachi. co. jp



館内 嗣治
1974年日立製作所入社，半導体事業部 応用技術本部 第一システム技術部 所属
現在，パソコン，携帯情報端末向け半導体のマーケティングに従事
E-mail：tachiuch@cm. musashi. hitachi. co. jp