

マイクロコンピュータと周辺LSI

Microcomputers and Peripherals LSI's

マイクロコンピュータ応用分野が急速に広がるにつれ、顧客の要求が分極化してきた。そこで日立製作所では、システムコストの最小をねらって、プロセッサ機能、メモリ及び入出力機能を1個にまとめたシングルチップマイクロコンピュータ（ローエンドマイクロコンピュータとも呼ばれる。）、並びに高性能を追求したハイエンドマイクロコンピュータ両面の開発強化を行なっている。すなわち、ローエンドマイクロコンピュータとしては4ビット機種「HMCS40シリーズ」及び8ビット機種“HD46801”、“HD46805”を市販又は開発中である。また、ハイエンド向けとして8ビット機種“HD46809”、更には16ビットマイクロコンピュータ“HMCS68000”を開発中である。周辺LSIもCRTコントローラなどの特長あるLSIを各種そろえている。

中野 浩行* *Nakano Hiroyuki*

安田 元* *Yasuda Hajime*

御法川和夫* *Minorikawa Kazuo*

1 緒 言

マイクロコンピュータの応用分野が一般家庭用から産業用までますます拡大するにつれ、各分野のニーズに合った製品の開発が強く要求されるようになった。一方、メモリに先導されたLSIの集積技術、回路技術は目覚ましい進歩を続けており、前記ニーズに合致した製品設計が可能になった。このような状況の中から、各種応用分野向け専用シングルチップマイクロコンピュータ（ローエンドマイクロコンピュータとも呼ばれる。）が登場すると同時に、16ビットなどの高機能・高性能マイクロプロセッサも開発されてきている。また、周辺LSIもフロッピディスクコントローラやCRT(Cathode Ray Tube)コントローラなど、続々と製品化されている。

日立製作所では、このような動向を踏まえて4ビット、8ビット及び16ビットのマイクロコンピュータとして、「HMCS40シリーズ」、「HMCS6800」及び「HMCS68000」の開発を進めている。以下、これらマイクロコンピュータ用LSIについて紹介する。

2 4ビットマイクロコンピュータ「HMCS40シリーズ」

4ビットマイクロコンピュータは、その低価格性からキャッシュレジスタやルームエアコンなどの家庭電化製品に多く使用されている。このようなローエンドの応用分野では、部品点数を減らしてシステムコストを最小にするという目的から、プロセッサ機能のほかROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、入出力(I/O)機能などを1チップにまとめたシングルチップマイクロコンピュータを使うのが普通である。一方、シングルチップマイクロコンピュータは拡張性がないなど融通性に欠ける面があるが、「HMCS40シリーズ」ではこれを補い多様なニーズに応じられるよう、プロセス、ROM/RAM容量、I/O数を変えた豊富な製品構成とした。

表1に「HMCS40シリーズ」の一覧表を示す。この「HMCS40シリーズ」には以下に述べるような特長がある。

- (1) タイマ割込が可能である。
- (2) ほぼ全命令が1語長であり、1サイクルで実行が可能で

ある。

- (3) 入出力共通端子が多く融通性に富む。
- (4) 表示器出力に適したコード変換(パターン発生)命令がある。
- (5) PMOS(P Channel MOS)/CMOS(Complementary MOS)両方をそろえている。

PMOSは50V耐圧でけい光表示管を直接駆動でき、CMOSは消費電力が動作時2mW、スタンバイ時50μWと小さくバッテリー駆動のポータブル形装置に最適である。図1に「HMCS40シリーズ」と応用機器の対応を示す。このように、製品に見合った最適の機種選択が可能である。

プログラム開発サポートツールとしては、HITAC 8000シリーズ・HITAC Mシリーズ・IBM370用クロスアセンブラ、HITAC 10/10II・H68/SD10・DEMOS-E用クロスアセンブラ、プログラム開発装置(エミュレータ、エバリエーションキット)、評価ボード及び評価チップがある。

3 8ビットマイクロコンピュータ“HMCS6800”

図2に示すように、マイクロプロセッサ(以下、MPUと略す)としては“HD46800D”、“HD46802”が既にあるが、更にローエンド向けの“HD46801”シングルチップマイクロコンピュータ、ハイエンド向けの“HD46809”MPUなどを開発中である。

3.1 中位マイクロコンピュータ“HD46800D”、“HD46802”

“HD46800D”は“HMCS6800”の中核をなすMPUで、72種類の強力な命令と7種類のアドレッシングモードを備えている。64kバイトのアドレス空間は、メモリと入出力装置を区別せずに共通に扱えるので、小形システムに有利であると同時に入出力装置をメモリのリード/ライトと同じ命令で操作できる便利さがある。外部割込機能は、ノンマスクابل、マスクアブルの2種類をもち、外付RAMをスタックとして使用するので、割込及びサブルーチンの多重度は事実上制限がないと考えられる。また、ホルト機能を使ってDMA(Direct Memory Access)転送やデバッグ時に有効なシングルインストラ

* 日立製作所武蔵工場

表1 「HMCS40シリーズ」一覧表 各機種にPMOS/CMOSをそろえ、応用製品に最適の選択が可能である。

品名		"HMCS44"	"HMCS45"	"HMCS42"	"HMCS42C"*	"HMCS43"	"HMCS43C"	"HMCS44A"*	"HMCS44C"	"HMCS45A"*	"HMCS45C"	
チップ特性	プロセス	PMOS	PMOS	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	
	電源電圧	-10V	-10V	-10V	5V	-10V	5V	-10V	5V	-10V	5V	
	消費電力	150mW	150mW	100mW	1.5mW	150mW	2mW	200mW	3mW	200mW	3mW	
	入出力耐圧	50V	50V	50V	10V	50V	10V	50V	10V	50V	10V	
	パッケージ	DILP42	FPP54	DILP28	DILP28	DILP42	DILP42	DILP42	DILP42	FPP54	FPP54	
メモリ	ROM	2,048×10	2,048×10	(512+32)×10	(512+32)×10	(1,024+64)×10	(1,024+64)×10	(2,048+128)×10	(2,048+128)×10	(2,048+128)×10	(2,048+128)×10	
	RAM	160×4	160×4	32×4	32×4	80×4	80×4	160×4	160×4	160×4	160×4	
機能	スタックレジスタ	2(+α)	2(+α)	2	2	3	3	4	4	4	4	
	入出力	31	40	22	22	32	32	32	32	44	44	
	割り込み	外部割り込み	2	2	-	-	2	2	2	2	2	2
		タイマ割り込み	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1
		イベントカウンタ	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
命令	命令数	69	69	51	51	71	71	71	71	71	71	
	サイクルタイム	20μs	20μs	10μs	10μs	10μs	10μs	10μs	10μs	10μs	10μs	
能	CPG	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	
	パワーオンリセット	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	あり (外部駆動可)	
	バッテリーバックアップ	-	-	-	ホールト	RAMホールト	RAMホールト	RAMホールト	ホールト	RAMホールト	ホールト	
サポート	ソフトウェア	アセンブラ IBM 370, HITAC 8500, HITAC M-160II, HITAC 10/10HII, H68/SD10, DEMOS-Eをホストコンピュータとするクロスアセンブラ										
	ハードウェア	プログラム開発装置 H45エミュレータ		H43エミュレータ, H40EVKIT				H40EVKIT				
	評価チップ	"HD38600E"		"HD44750E", "HP44850E"*				"HD44850E"*				
	評価ボード	"H45EV00"		"H43EV00", "H45CEV00"				"H45CEV00"*				

注：*印の製品は現在開発中である。
CPG=Clock Pulse Generator

クション実行を容易に行なえる。

“HD46800D”のMPU機能にクロックパルス発生回路とRAMを内蔵させ、“HD46846 COMBO(Combination ROM I/O Timer)との2LSIで最小システムを組めるようにしたMPUが“HD46802”である。内蔵RAMの32バイトは別電源になっていて、Vcc電源が切れても内容の保存を行なえる特長がある。

3.2 ローエンドマイクロコンピュータ“HD46801”、“HD46805”

“HD46801”は図3に示すように、“HD46802”の機能に更に2,048バイトROM、16ビットカウンタタイマ、三つの8ビット入出力ポート及びシリアル入出力を付加したシングルチップ高機能マイクロコンピュータである。

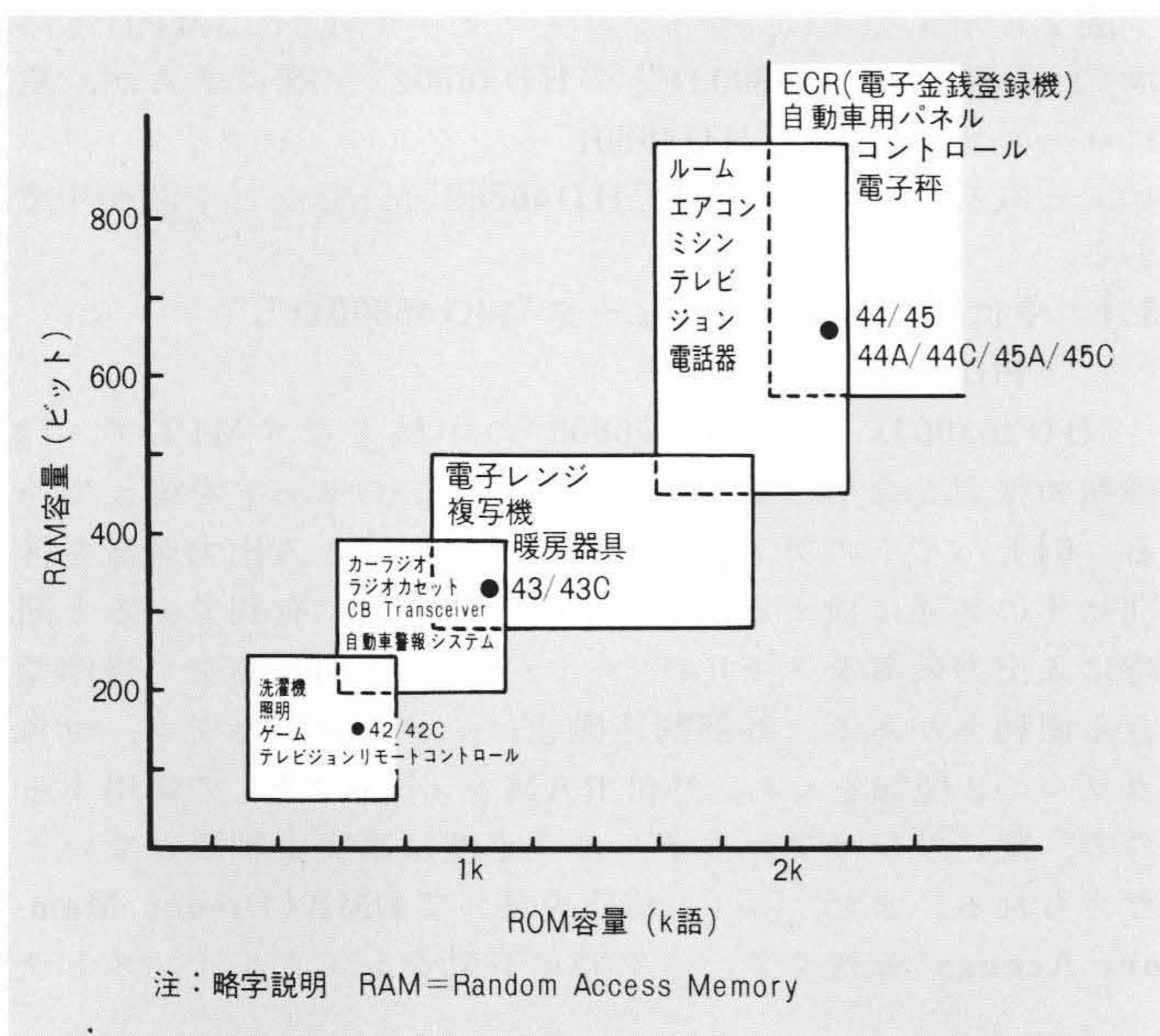


図1 「HMCS40シリーズ」と応用機器 品ぞろえが豊富で、広い応用分野をカバーできる。

入出力ポートは、データバス・アドレスバスとしても使え、外部メモリを64kバイトまで拡張できる。また命令は、“HD46800D”の72命令のほかに、16ビット演算命令や8ビット乗算命令など、10命令が追加されていると同時に、実行サイクル数も少なくなり改善されている。この“HD46801”によって部品点数の減少が図られ、システムコストが低減できる。更に、低コストを要求するシステム向けとしては“HD46801”の機能を縮小して低価格化を図った“HD46805”が適している。

3.3 ハイエンドマイクロコンピュータ“HD46809”

“HD46809”は図4に示すように、インデックスレジスタが

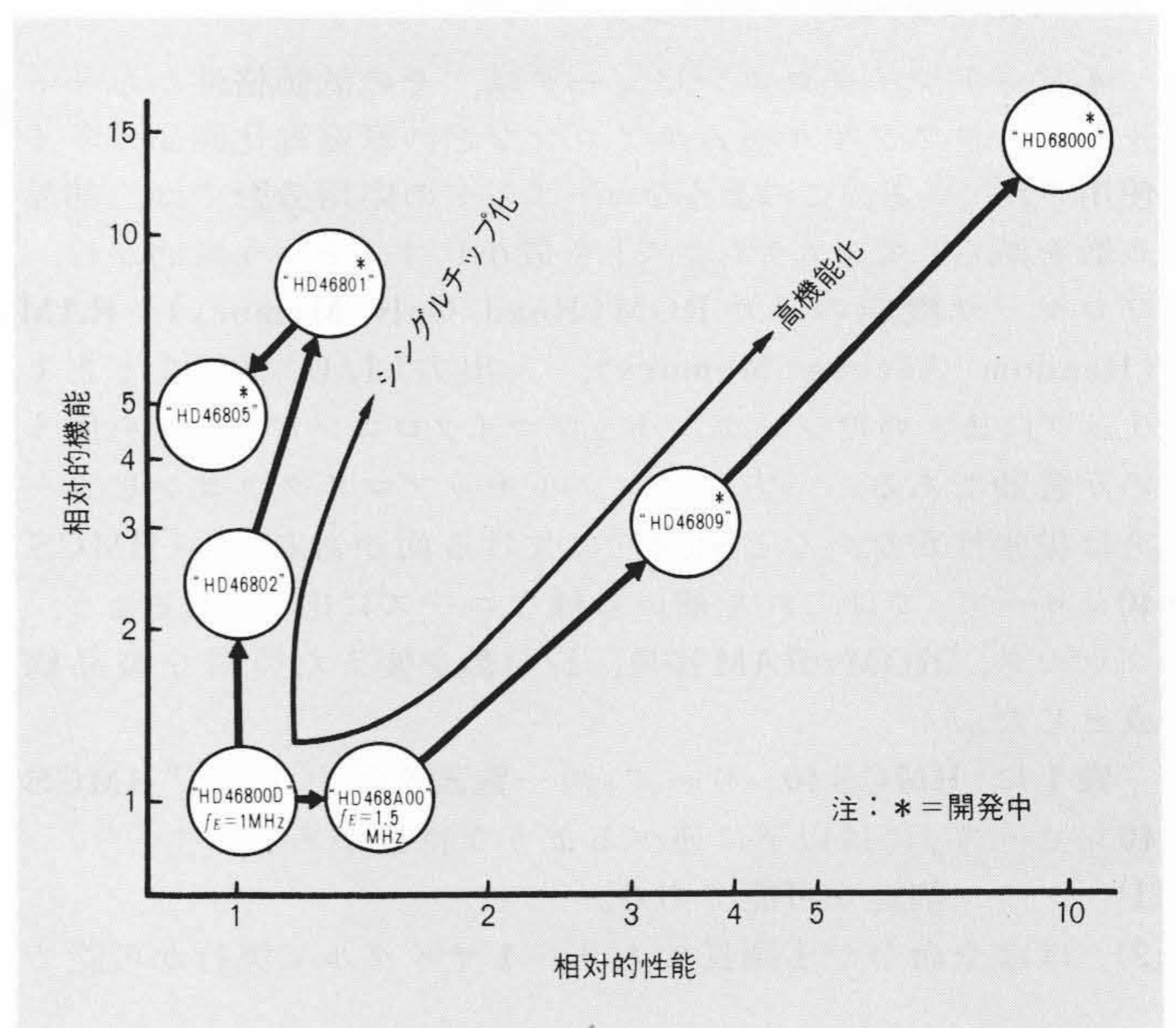


図2 “HMCS6800”マイクロコンピュータの展開 複合機能シングルチップ化と高性能化という二つの方向へ展開している。

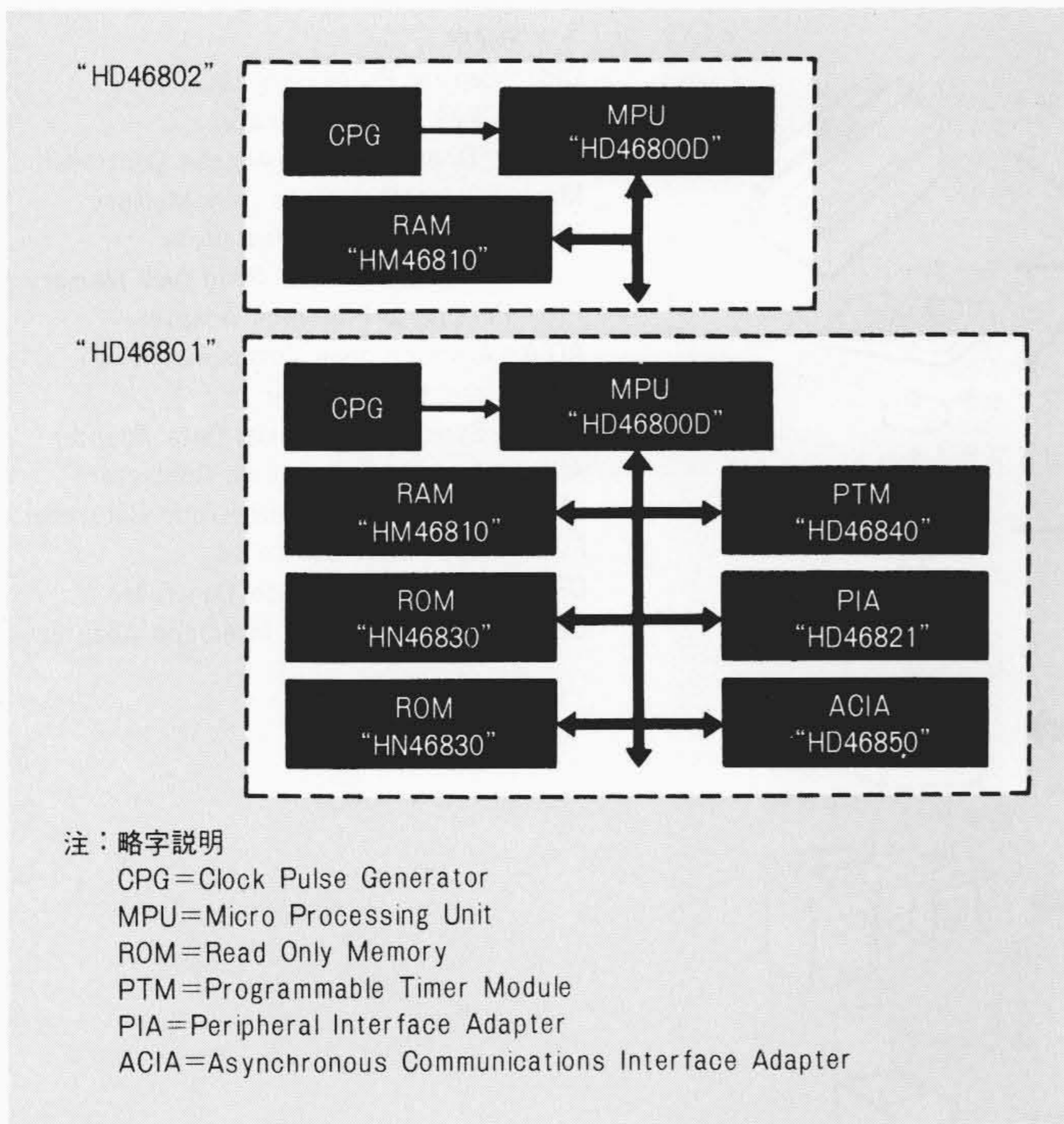


図3 “HMCS6800”マイクロコンピュータの機能比較 最小システム構成 LSI 数は、集積度の向上に従い7個、2個、1個と減ってきている。

2本、スタックポインタが2本及びダイレクトページレジスタが1本と強化されているので、リエントラントプログラムなどを効率良く作ることができる。レジスタ構成が変わったため命令は“HD46800D”とアセンブル言語レベルでは互換性がなくなりましたが、容易に習得できるように類似性が高く設計されていて、高性能が要求されるデータ処理分野に最適のMPUである。

3.4 周辺LSI

マイクロコンピュータをシステムへ組み込む場合、コスト的・技術的に問題になるのは周辺装置とのインタフェース回路である。インタフェース回路の役割は主としてデータフォーマット変換とタイミング調整の二つであるが、このデータフォーマットとタイミングは周辺装置の種類によって多種多様であり、かつそれに付随した各種制御もソフトウェア負担を軽減するためにインタフェース回路に行なわせることが多く、そのため図5に示すように入出力装置、通信装置、ファイルメモリなどの各種周辺装置に応じて多くの周辺LSIをそろえている。特に、ラスタスキャン方式CRTディスプレイコントローラ(CRTC: “HD46505R”)は、以下に述べるような特長をもち、使いやすいことから好評を得ている。

- (1) 1画面の表示文字数、1文字のドット構成、水平・垂直同期信号、インタレース/ノンインタレースモード、カーソルブリンクなどプログラマブル機能が豊富である。
- (2) リフレッシュデータのワード長の自由度が高いので、図形や漢字表示のときのコードの拡張、あるいはカラー、輝度などの表示機能の拡張が容易である。

4 16ビットマイクロコンピュータ“HMCS68000”

オフィスコンピュータなどのデータ処理領域にマイクロコンピュータが応用されるに至り、また高級言語が使われるようになってマイクロコンピュータにもより大きなメモリ容量と速い処理速度が要求され始めた。このような背景から、LSIの

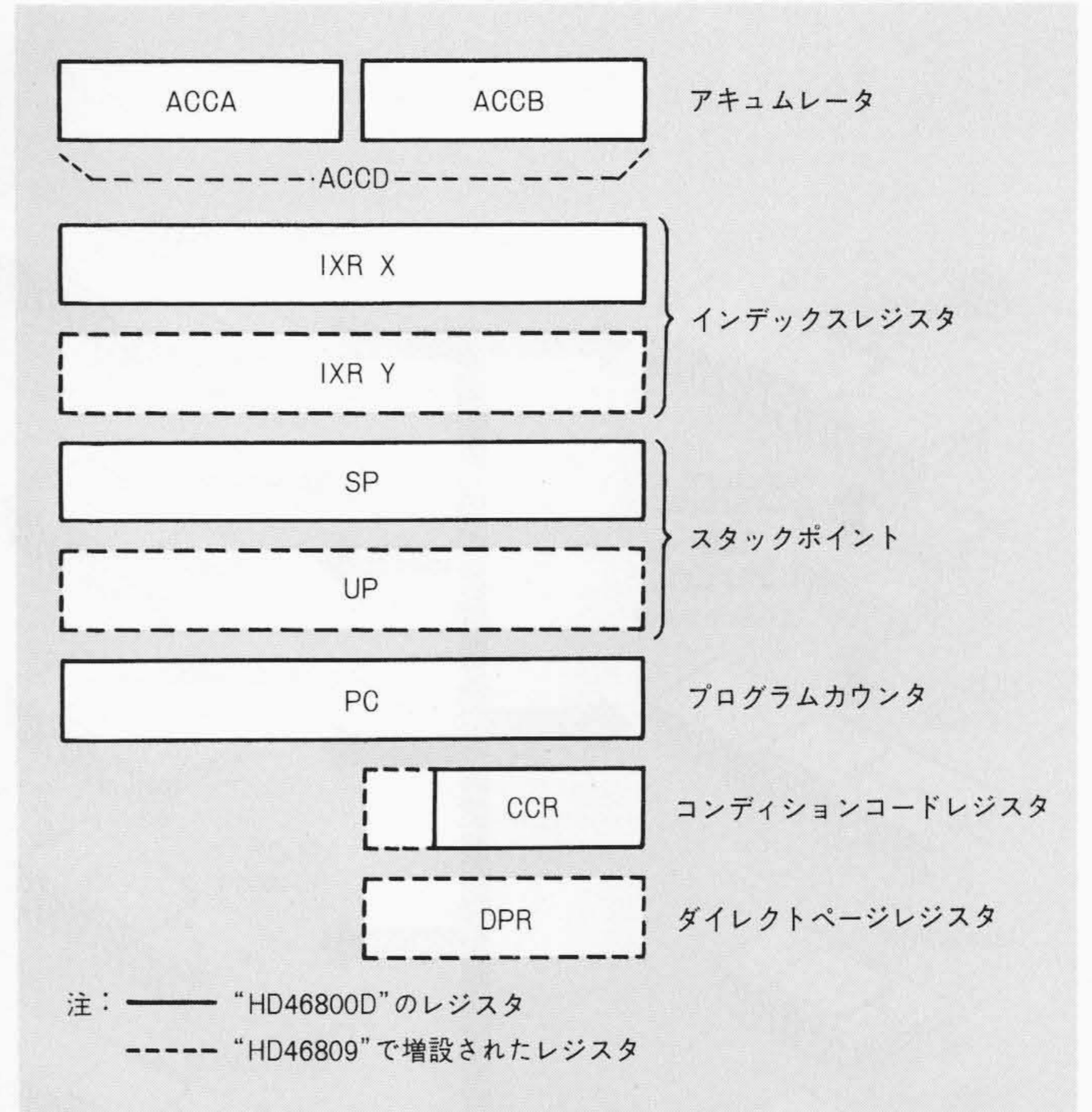


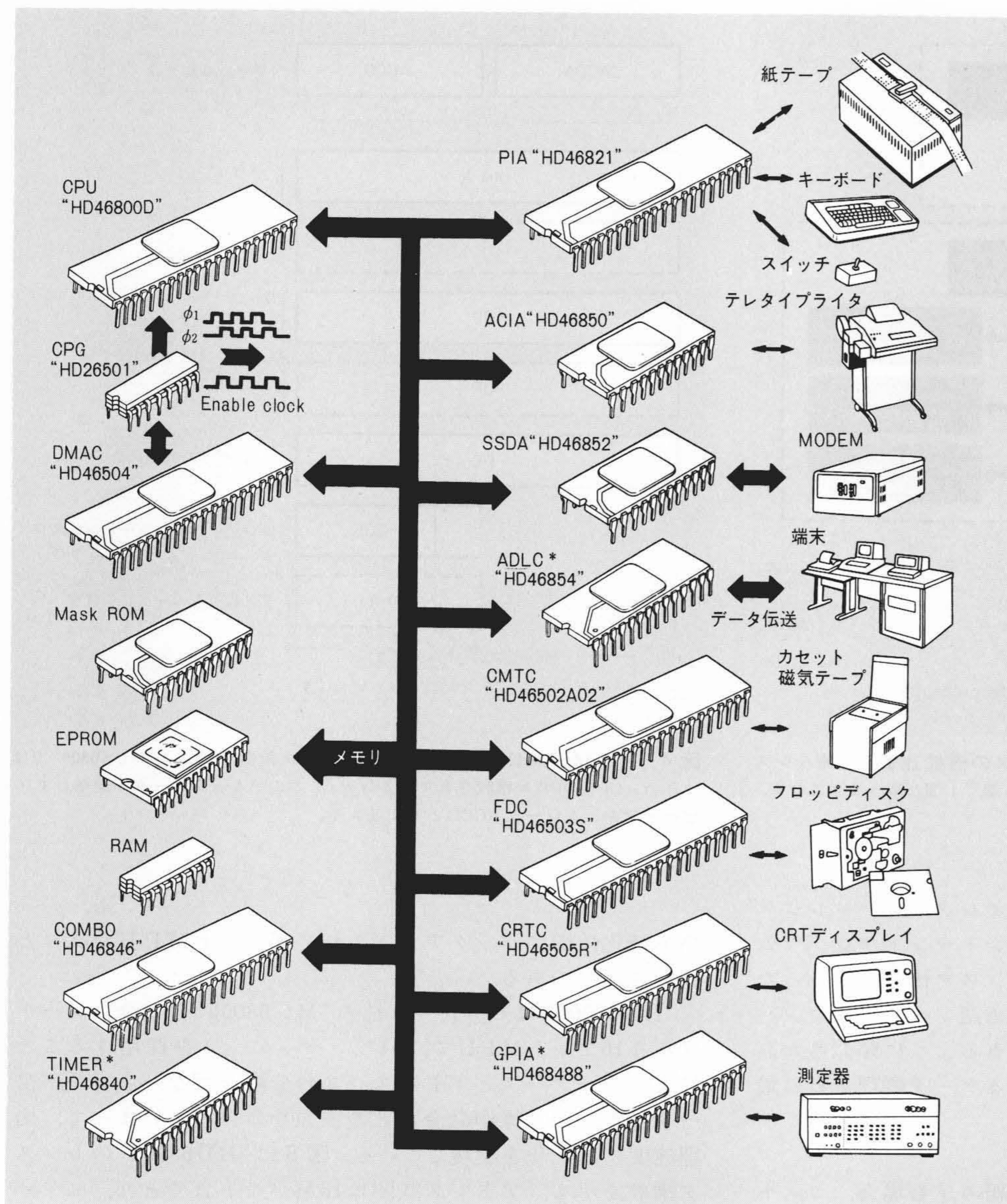
図4 “HD46800D”と“HD46809”のレジスタ構成 “HD46809”ではIXR Y、UP、DPRが増設されているほか、2本のアキュムレータを連結して16ビットアキュムレータACCDとして使える。

高集積化技術にバックアップされて16ビットMPUが次々と開発されつつある。

“HD68000”はモトローラ社の“MC68000”と完全互換的な16ビットMPUで、64ピンパッケージを採用することによりデータバスとアドレスバスの分離を行ない、ロングワード(32ビット)操作命令などの強力な命令とあいまって、処理速度の高速化を実現している。図6に“HD68000”のレジスタ構成を示す。アドレス空間は16Mバイトまでとれ、スタックポインタやインデックスレジスタを豊富にもっているため、リロケーション、リエントラントの機能や構造化プログラム手法(Structured Programming)に適した高級言語を容易に効率良く扱える。また、エラートラップ機能、トレース機能、メモリプロテクト機能やマルチプロセッサ機能をもち、ミニコンピュータを上回る性能となっている。

5 マイクロコンピュータLSIの信頼性

信頼性は機能・性能とともに、システム設計に際して重要な項目である。日立マイクロコンピュータLSIの信頼性評価は、(1)テスト素子による設計ルール、製造プロセス、材料などの基本的な信頼性の評価、(2)MPUなど個々のLSIの信頼性評価と分けて行なっている。信頼性評価データの一例として表2に“HMCS6800”LSIの寿命試験結果を示す。Ta=125℃での94万個×時間の動作寿命試験で不良は1個であった。このデータとアクティブMOS素子のスレッショルド電圧の経時変化・環境試験などの評価を行なった結果を合わせると、使用環境にもよるが、Ta=75℃で約160FIT (Failure Rate)が期待値として求まる。また更に使用環境の良い状態では低い故障率が期待でき、100FIT以下も可能と考える。ここでは“HMCS6800”を例に挙げたが、このようにLSI全般にわたって高信頼化システムが実現できるよう設計・プロセス・製造・検査に細心の注意を払っている。



注：* = 開発中
 CPU=Central Processing Unit
 CPG=Clock Pulse Generator
 DMAC=Direct Memory Access Controller
 Mask ROM=Mask Read Only Memory
 EPROM=Erased & Electrically Programmable Read Only Memory
 PIA=Peripheral Interface Adapter
 ACIA=Asynchronous Communications Interface Adapter
 SSDA=Synchronous Serial Data Adapter
 ADLC=Advanced Data Link Controller
 CMTC=Cassette Magnetic Tape Controller
 FDC=Floppy Disk Controller
 CRTIC=Cathode Ray Tube Controller
 GPIA=General Purpose Interface Adapter

図5 “HMCS6800” LSIファミリ
 豊富な周辺LSIとマイクロコンピュータの組合せてコストパフォーマンスの高いシステム構成ができる。

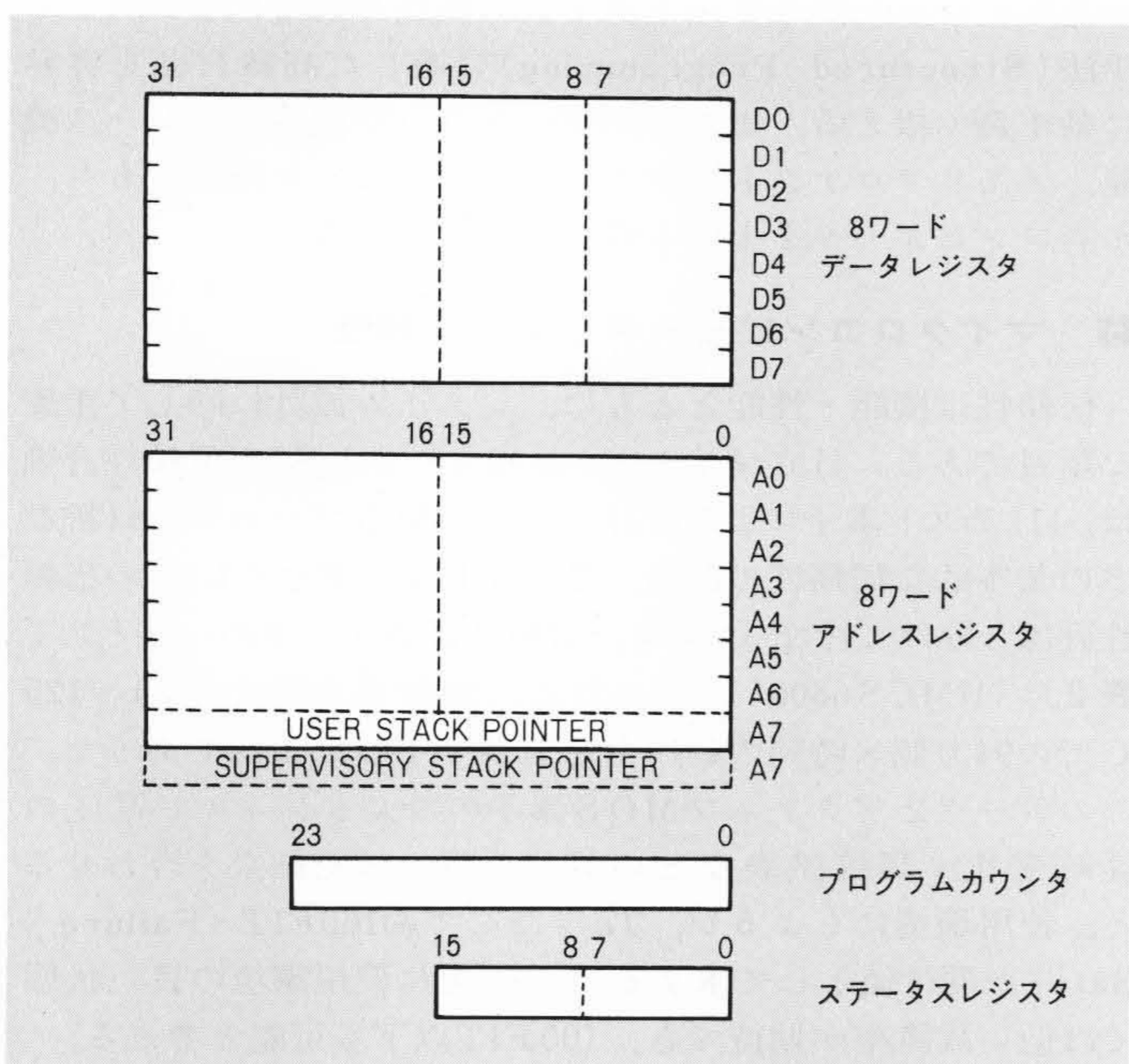


図6 “HD68000” のレジスタ構成 A0～A7はスタックポインタとベースアドレスレジスタとして使うことができる。またD0～D7, A0～A7はいずれもインデックスレジスタとして使うことができ、融通性が高い。

表2 “HMCS6800” LSIの寿命試験結果 不良1個はリーク電流増加の軽不良で、機能は正常であった。

試験項目	試験条件	試料数	総試験時間	故障数	故障率
動作寿命	$T_a = 125^\circ\text{C}$ V_{DDmax}	1,027個	9.4×10^5	1	6.6×10^{-5}
高温放置	$T_a = 150^\circ\text{C}$	270個	2.7×10^5	0	8.1×10^{-6}
低温放置	$T_a = -55^\circ\text{C}$	44個	0.4×10^5	0	5.5×10^{-5}
高温高湿	$T_a = 85^\circ\text{C}$ RH=85 バイアス印加	90個	0.9×10^5	0	24×10^{-5}
温度サイクル寿命	$-20 \sim 125^\circ\text{C}$	225個	(1,000～)	0	—

6 結 言

以上、日立マイクロコンピュータのLSIについて述べたが、今後もA/Dコンバータ、バブルメモリコントローラ、複合機能LSIなど、まだまだ多くの応用領域が残されており、ユーザーからのシステムLSI化率向上の要求もますます強くなる。今後共、マーケットに合った製品をタイムリーに作る行くためには、ユーザーニーズの的確な把握が不可欠であり、従来に増してユーザー各位の密接な御協力、御指導をお願いしたい。