

H16及びH32シングルボードコンピュータ

H16 and H32 Single Board Computers

ユーザーの多様化するニーズにこたえるため、新しいオリジナルマイクロコンピュータ「Hシリーズ」を開発した。この新シリーズを早く社会に受け入れてもらうためにはそれらの機能や性能を、簡便かつ短期間に評価できるとともに、スタートキットとしても利用できるサポートツールの提供が、ぜひ必要である。

このために本シリーズの中位・上位機種であるH16・H32ビットSBC(以下、H16及びH32SBCと略す。)の開発を行った。本ボードは、ユーザーがH16・H32マイクロコンピュータ(以下、H16及びH32と略す。)の持つ機能や性能を正しく評価できるように考慮したもので、ハードウェア、ソフトウェア両面のサポート機能を持っている。具体的には、はん(汎)用ホストマシンとの接続のサポート、ITRON仕様リアルタイムOSの動作環境の提供及び標準バスインタフェースのサポート(標準コモンバス採用、標準I/Oインタフェースサポート)などを実現した。

本間 和彦* Kazuhiko Homma
宮下 公一* Kôichi Miyashita
佐野 亮一* Ryôichi Sano
鈴木 公司** Takashi Suzuki
長谷川 淳** Atsushi Hasegawa

1 緒 言

日立製作所では、マイクロコンピュータに対するより高度で多様化するニーズにこたえるため、全く新しいオリジナルマイクロコンピュータHシリーズを開発した^{1)~4)}。しかし、新しいマイクロコンピュータを社会に普及させることは、ユーザーでの既存資源(ハードウェア及びソフトウェア両面)の活用度合、移植作業量と新マイクロコンピュータ仕様のトレードオフなどを考慮すると決して容易ではない。

特に、サポート環境の整備はユーザーにとって極めて重要な意味を持っている。なぜなら、より高度で複雑なマイクロコンピュータを使いこなすためには、その仕様把握、システム設計にかけるパワーが大きくなり、大変な労力を費やす。そればかりか、そのサポートツールの機能、性能、品質といった仕様の良しあしによって、ユーザーシステムの開発効率が大きく影響されるからである。したがって、Hシリーズマイクロコンピュータの開発に当たっては、その特長をよく生かし、より効率よくユーザーに使用してもらえるようにサポート環境の整備を最初から重要な開発テーマとしてきた。

Hシリーズマイクロコンピュータのユーザーサポートとして、ソフトウェア面では高級言語Cのサポート、標準的なホストマシンの上で使えるソフトツールの提供、TRON(The Realtime Operating system Nucleus)プロジェクトで推進されているITRON(Industrial The Realtime Operating System Nucleus)仕様リアルタイムOS(Operating System)の提供などがある。ハードウェア面では、ユーザーのデバッグを効率よくサポートできるエミュレータの提供、スタートキット及びLSI評価用としても使えるSBC(Single Board Computer)の提供

などがある。また、サードパーティとの協力による開発環境の整備等々と多方面からユーザーのシステム開発を支援している。

本稿ではH16・H32SBCについて紹介する。

H16・H32SBCは、Hシリーズマイクロコンピュータの機能、性能を手軽に評価でき、かつスタートキットとしても活用できるように設計されている。特筆すべきは、H16・H32SBC上に搭載されているモニタソフトウェアを活用すれば、ユーザーが本ボードを手にしたときから直ちにHシリーズマイクロコンピュータを現実のものとして扱えるようになっていることである。このモニタソフトウェアを搭載したH16・H32SBCを活用することで、手軽にHシリーズマイクロコンピュータの評価ができる。また、H16・H32SBCはユーザーシステムの中にそのまま組み込んで直ちに使用することができるため、ユーザーシステムの開発期間の短縮にも極めて有効である。

本稿では、まず2章でユーザーのニーズに基づいた開発方針を示し、3章、4章ではH16・H32SBCの概要を、5章ではその応用例について述べる。

2 HシリーズSBC開発方針

HシリーズSBCは、HシリーズCPU(Central Processing Unit)の持つ豊富な機能と高い性能をユーザーが容易に評価できるように、プログラム開発及びデバッグを支援する機能を充実させ、HシリーズCPUの発売と同期してユーザーに提供する。また、HシリーズSBCはユーザーが最新のデバイスを利用したシステムを短期間に開発するための高機能・高性能モ

* 日立製作所武蔵工場 ** 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社

ジュール部品としても利用できる。これらを具現化するに当たって、HシリーズSBC開発の設計方針を次のように設定した。

2.1 HシリーズSBC共通の開発方針

(1) 1ボード評価用ツール

ボード単体でHシリーズCPUの機能、性能を評価でき、手軽なプログラムの開発とデバッグができるようにする。このため、デバッグ用モニタプログラムEMS(Executive Monitor System)をシステムROM(Read Only Memory)として標準実装する。

(2) 高性能化

ユーザーがHシリーズCPUの持つ機能、性能を正しく評価できるように、HシリーズCPUの特長を十分に生かしたハードウェア構成とする。

(3) ホストマシンとのインタフェース

ユーザーがVAX/VMS^{※1)}及びIBM-PCといったホストマシン上で、クロスソフトやユーティリティを利用してプログラム開発を効率よく行い、それをHシリーズSBC上にダウンロードしてデバッグできるようにする。

(4) リアルタイムOS動作環境

HシリーズSBC単体でITRON仕様リアルタイムOSの評価が行えるように、その動作に必要な機能を1ボードに搭載する。

(5) 標準バス、標準I/O(Input/Output)インタフェース

HシリーズCPUの評価、応用システムの構築が容易に実現できるようにするため、豊富な流通ボードが有効活用できる32ビット標準バスIEEEP1014(VME bus: Versa Module Europe bus)をシステムバスに採用する。また、周辺I/Oインタフェースも標準仕様とし、一般的なI/O機器が利用できるようにする。

2.2 H16SBCの開発方針

H16SBCを開発するに当たって、HシリーズSBC共通開発方針とともに、次の2点を考慮して開発を行った。その一つは、デバッグ機能を充実させたハードウェア構成とする。ほかの一つは、標準I/Oインタフェースを搭載することで、標準I/O機器が手軽に活用できるようにする。

2.3 H32SBCの開発方針

H32/200マイクロコンピュータ(以下、H32/200と略す。)を搭載したH32SBCを開発するに当たって、次の2点を考慮して開発を行った。

(1) H32/200はG_{MICRO}(Global MICRO Computer)ファミリーのCPUであり、上位機種H32/300マイクロコンピュータ(以下、H32/300と略す。)、下位機種H32/100マイクロコンピュータ(以下、H32/100と略す。)の中間に位置している²⁾。この位置づけから、応用分野としてはワークステーション、制御用プロセッサ、グラフィック処理専用バックエンドプロセッサなどが考えられる。H32SBCは、このうち制御用プロセッサとしてITRON仕様リアルタイムOSのHI32を搭載して高い性能が発揮できることを目的とする。

(2) H32/200は、G_{MICRO}ファミリーで最初に製品化されるCPU

である。新たに32ビットCPUの市場に参入するには、サポートソフトウェアの早期整備が不可欠である。H32SBCは、これらのソフトウェアの開発、デバッグ用のターゲットシステムとして使用できることを目的とする。

3 H16SBCの概要

表1はH16SBCの機能一覧を示したものである。更に、図1は表1をブロック図に示したものである。H16SBCはH16を核に、RAM(Random Access Memory)、シリアル通信機能、デバッグ機能などシステム開発に必要な機能を内蔵したボード構成とした。以下にH16SBCの概要について述べる。

3.1 搭載メモリの容量と性能

ユーザーがH16の性能を評価するために、大容量のRAMがH16SBC内に必要となる。しかし、ボードサイズに制限があるため、RAM容量をはん用OSを搭載するのに十分な512 kバイトとした。この512 kバイトのRAMの動作モードについて、以下の2点に留意して開発した。

(1) H16及びVMEバス側の両方向からのアクセスサポート

ボード上に512 kバイトのRAMを搭載すると、H16はもちろんVMEバス上のファイルボードなどから、プログラムやデータのロード・アンロードできることがシステム性能向上のために必要である。H16からのアクセスとVMEバスからのアクセスを調停させるため、バス制御部では各々のアクセス要求に応じてどちらか一方がアクセスできる排他論理とした。

(2) 高速アクセス(リードサイクル: 500 ns, ライトサイクル: 400 ns)

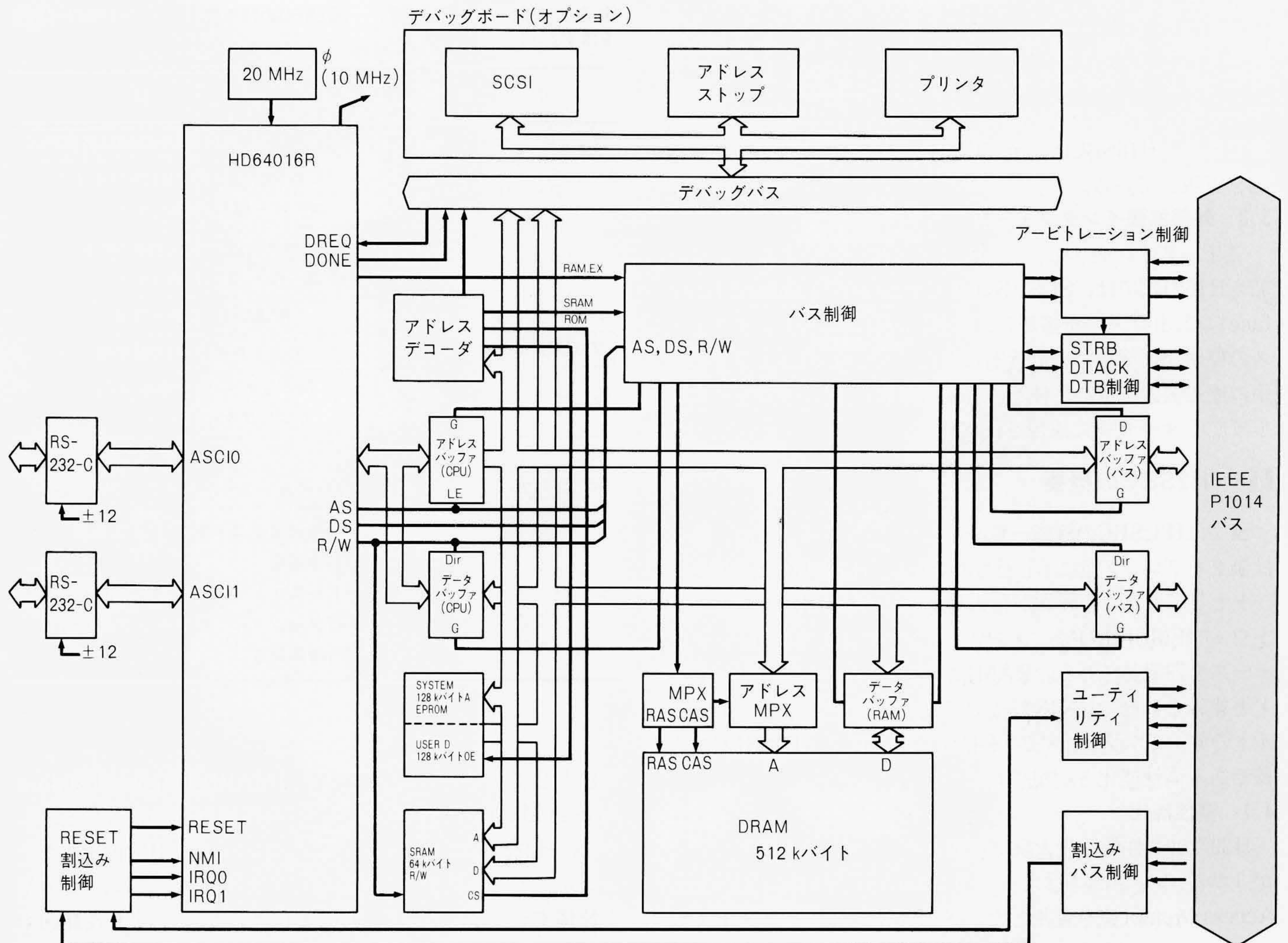
CPUクロックがいかに高速であっても、メモリのアクセス時間が遅くてもは処理速度の向上は期待できないため、H16本来の性能評価を行うことができない。図2は、CPUの動作周波数と採用するメモリのアクセスサイクル時間の関係を示したものである。検討の結果、CPUの動作クロックを10 MHzとし、RAMのリードサイクル500 ns(2 ウェイト)、ライトサイクル400 ns(1 ウェイト)に設定した。また、パリティ機能を付加し

表1 H16SBCの機能一覧 H16SBC実装の機能一覧を示す。

項 目	仕 様
プ ロ セ ッ サ	HD641016(H16)
R O M	モニタ用(EMS): 128 kバイト ユーザー用: 128 kバイト
R A M	モニタ用(EMS): 64 kバイト ユーザー用: 512 kバイト
シリアルインタフェース	RS-232C 2チャンネル
プリンタインタフェース	セントロニクス仕様準拠
タ イ マ	16ビット×2
割 込 み	3レベル
バ ス ア ー ビ タ	シングルレベル アービタ
S C S I	SCSIコントローラ搭載
デ バ ッ グ 機 能	デバッグ用モニタEMSを標準実装 アドレスストップ機能 リセット及びアポート機能

注: 略語説明 SCSI(Small Computer Standard Interface)
EMS(Executive Monitor System)

※1) VAX/VMS: VAX及びVMSは米国DEC社の登録商標である。



注：略語説明 MPX (Multiplex), DTB (Data Transfer Bus), RAS (Row Address), CAS (Column Address), DREQ (DMA Request), STRB (Strobe), DONE (DMA Done), R/W (Read/Write Strobe), AS (Address Strobe), DS (Data Strobe), ASCI0,1 (Asynchronous Serial I/O), IRQ0,1 (Interrupt Request), NMI (Nonmaskable Interrupt), SCSI (Small Computer Standard Interface), DRAM (Dynamic Random Access Memory), SRAM (Static Random Access Memory), DTACK (Data Transfer Acknowledge)

図1 H16SBCブロック図 H16SBC実装機能ブロックを示す。

た場合でもリードサイクルは600 ns(3ウェイト)であり、オーバーヘッドは1サイクルと最小にした。このパリティ機能の付加あるいは禁止は、ユーザーが選択できるようにしてある。

3.2 デバッグ機能

H16SBCは、評価用と機器組込みの二つの用途があり、デバッグ効率の向上を図るため、ソフトウェア及びハードウェアの両面からデバッグ機能の充実を図った。

(1) EMS

EMSは、H16SBC上に搭載してあるモニタソフトウェアである。EMSでは、通常のデバッグコマンドに加え、ユーザーが作成したプログラムをEMSに登録し、ユーザーコマンドとして実行することができる。ユーザーがデバッグするときなどに頻繁に利用するプログラムを登録しておくことによって、更に効率のよいデバッグ環境を整えることができる。

(2) アドレスストップ機能

プログラムをデバッグする場合、ユーザーの希望するアドレスを通過したときにプログラムを停止させる機能だけでは

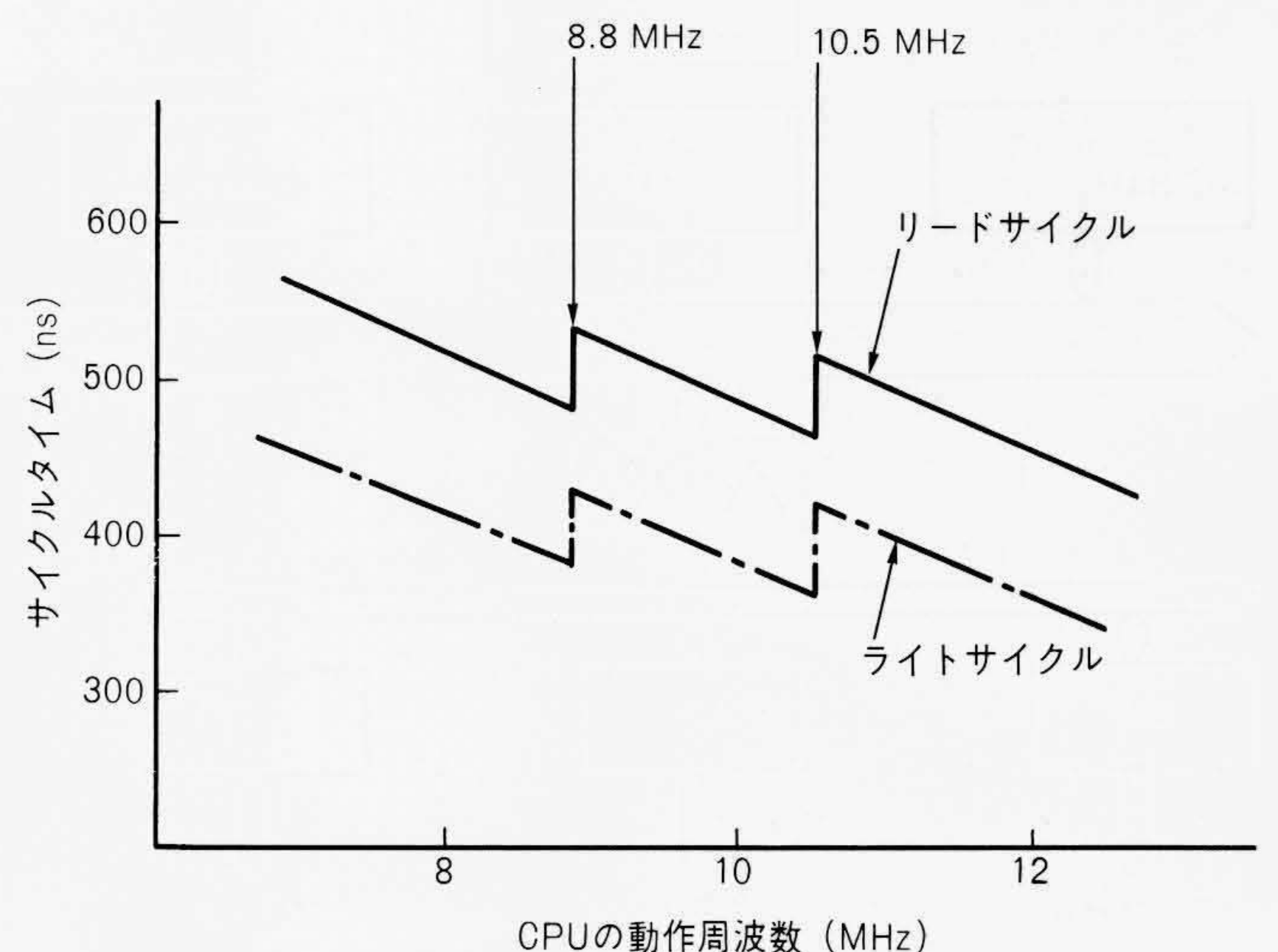


図2 DRAMリード・ライト時の相関 H16SBC上DRAM(Dynamic Random Access Memory)をリード・ライトしたときのH16動作クロックとDRAMアクセスサイクルタイムの相関関係を示す。

不十分である。プログラムを停止させる条件には、アドレス範囲(上限, 下限), 実行モード(スーパーバイザモード, ユーザーモード), アクセスサイクル(プログラムフェッチ, データフェッチ), データ転送などがアドレスストップ機能として必要である。H16SBCは、上記EMSと専用ハードウェアで本機能を実現している。

3.3 外部拡張インタフェース

プリンタインタフェースやシリアル通信インタフェースに加えH16SBCでは、SCSI(Small Computer Standard Interface)コントローラを搭載し、拡張I/O(入出力)インタフェースの標準化に努めた。最近着目されているSCSIは、ファイル系の周辺装置を中心に種々の装置の標準I/Oインタフェースとして広くユーザーに採用されている。

4 H32SBCの概要

表2はH32SBCの機能一覧を示したものである。更に、図3は表2をブロック図に示したものである。H32SBCは、単体ボードとしてもH32の評価が行えるように、RAM, モニタソフトウェアEMS用ROM, コンソールなどのはん用I/Oインタフェースを内蔵している。RAMは、ディスクコントロールボードと組み合わせてUNIX^{※2)}システムを構成できるよう1Mバイトのデュアルポートメモリを搭載した。以下、H32SBCの特長である高性能化と記憶管理について述べる。

4.1 高性能化

H32/200の性能を最大限に発揮させるため、RAMアクセスが3サイクルごとに行えるようにSRAM(Static Random Access Memory)を使用した。メモリアccessを高速化する

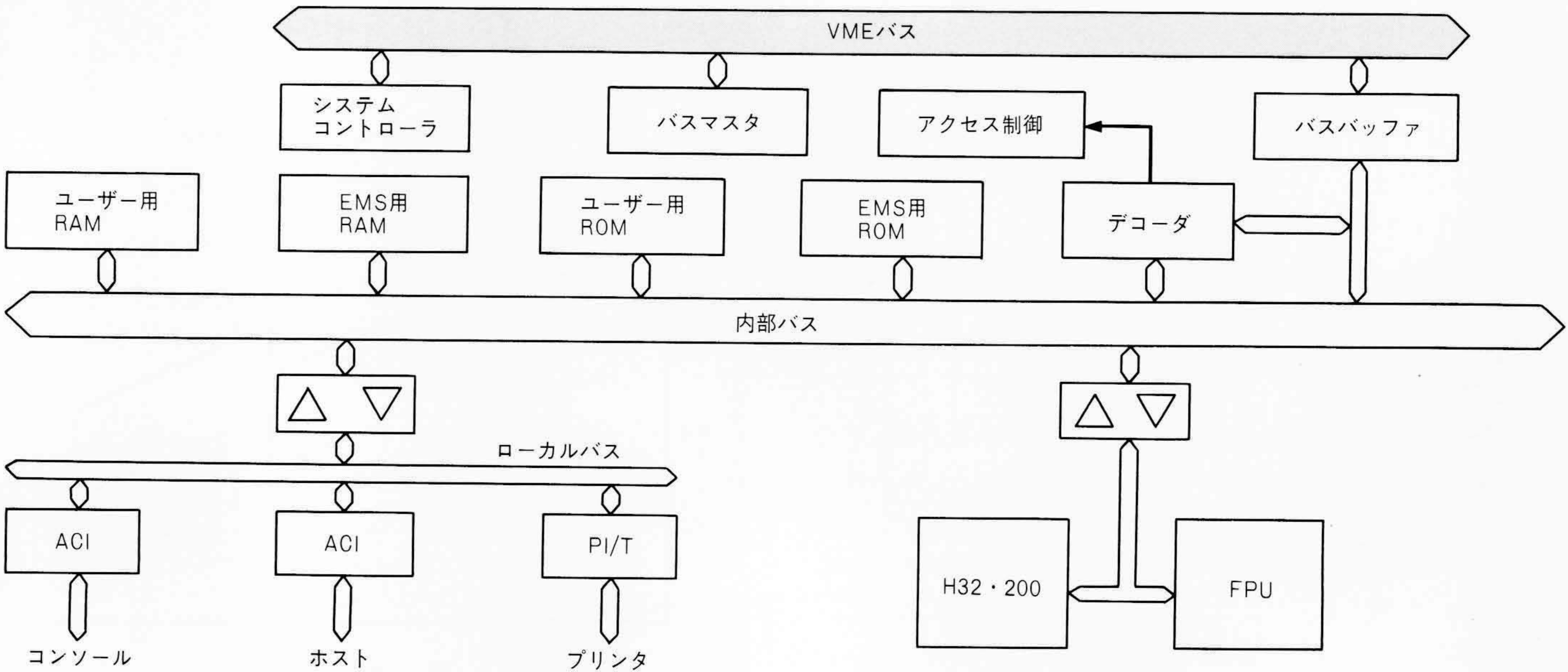
※2) UNIX：米国AT&T社ベル研究所が開発したオペレーティングシステムの名称である。

表2 H32SBC機能一覧 H32SBCの持つ機能とその仕様の一覧表を示す。

項 目	仕 様
プ ロ セ ッ サ	HD642032(H32/200)及びHD648132(FPU)
R O M	モニタ用(EMS)：512 kバイト ユーザー用：256 kバイト
R A M	モニタ用(EMS)：256バイト ユーザー用：1 Mバイト
シリアルインタフェース	RS232-C 2チャンネル
プリンタインタフェース	セントロニクス仕様準拠
タ イ マ	24ビット×1(分解能4 μs) カレンダータイマ×1
割 込 み	7レベル
バ ス ア ー ビ タ	4レベル・プライオリティアービタ
デ バ ッ グ 機 能	デバッグ用モニタEMSを標準実装 メモリ管理 アドレスストップ、ブレークポイント 一行アセンブル、逆アセンブル表示 実行時間測定

方法として、キャッシュメモリとDRAM(Dynamic Random Access Memory)を組み合わせた高性能化も考えられる。しかし、H32SBCはキャッシュメモリについてはH32内蔵のキャッシュメモリを活用し、H32周辺メモリについては、SRAMを使用することによって、DRAM使用に比べ、より性能向上を図ることができる。

また、H32SBCをプログラムの開発・デバッグ用マシンとして用いる場合、H32の性能とともにファイルアクセスに要する



注：略語説明
VME (Versa Module Europe), ACI (Asynchronous Communications Interface), PI/T (Parallel Interface/Timer), FPU (Floating Point Unit)

図3 H32SBCブロック図 H32SBCの機能ブロック図を示す。

時間が問題となる。現在のディスクコントロールボードはインテリジェント化され、データのバッファリング機能を持っているものが多い。このバッファリング機能を性能向上に結び付けるため、連続データ転送時にはバス方向をシステムバス側に固定する回路設計とした。これにより、H32SBCのバス方向切換えのオーバーヘッドがなくなり、システムバスからH32SBC上のRAMへ連続アクセスの高速化が図れる。

以上によって、H32SBCはH32評価ボードとして、また高性能なシステムを構成することができるスタートキットとしても利用できる。

4.2 記憶管理

図4は、H32SBCの仮想記憶モード、実記憶モードのメモリマップを示したものである。H32/200は、アドレス変換機能などを内蔵することで仮想記憶をサポートしている。H32SBCは記憶管理に関する機能として、実記憶モードと仮想記憶モードを選択できる機能を持っている。

H32/200の記憶空間は、高位アドレス側の共有領域と低位アドレス側の個別領域に分けられている。一方、今後開発されるH32/100は、仮想記憶をサポートしていないため、共有領域に対するアクセスをリングレベルによって保護している。H32SBCの実記憶モードでは、H32/200とH32/100との連続性を保つため、物理空間でのリングレベルによる記憶保護をサポートした。更に、ユーザー用RAM及びROMをそれぞれ共有領域と個別領域に二分して配置し、記憶保護を行う場合の評価と応用を容易にしている。

仮想記憶モードでは、記憶保護はH32/200のアドレス変換機

構を用いて行っている。記憶管理を容易にするため、ユーザー用RAM、ROMはそれぞれ連続した領域に配置できるようにしてある。このモードでは、EMSを起動すると、EMSは記憶空間をスキャンして、デフォルトのアドレス変換テーブルを作成する。その結果、EMSは実記憶空間構造に依存せずに動作することができる。また、デバッグ対象となるユーザープログラムが独自のアドレス変換テーブルを作成した場合でも、EMSは記憶管理を含めたOSのデバッグを行う機能を持っている。このように、H32SBCはEMSと専用ハードウェアによって、仮想記憶モード、実記憶モードいずれでも動作することができる。

5 HシリーズSBCの応用例

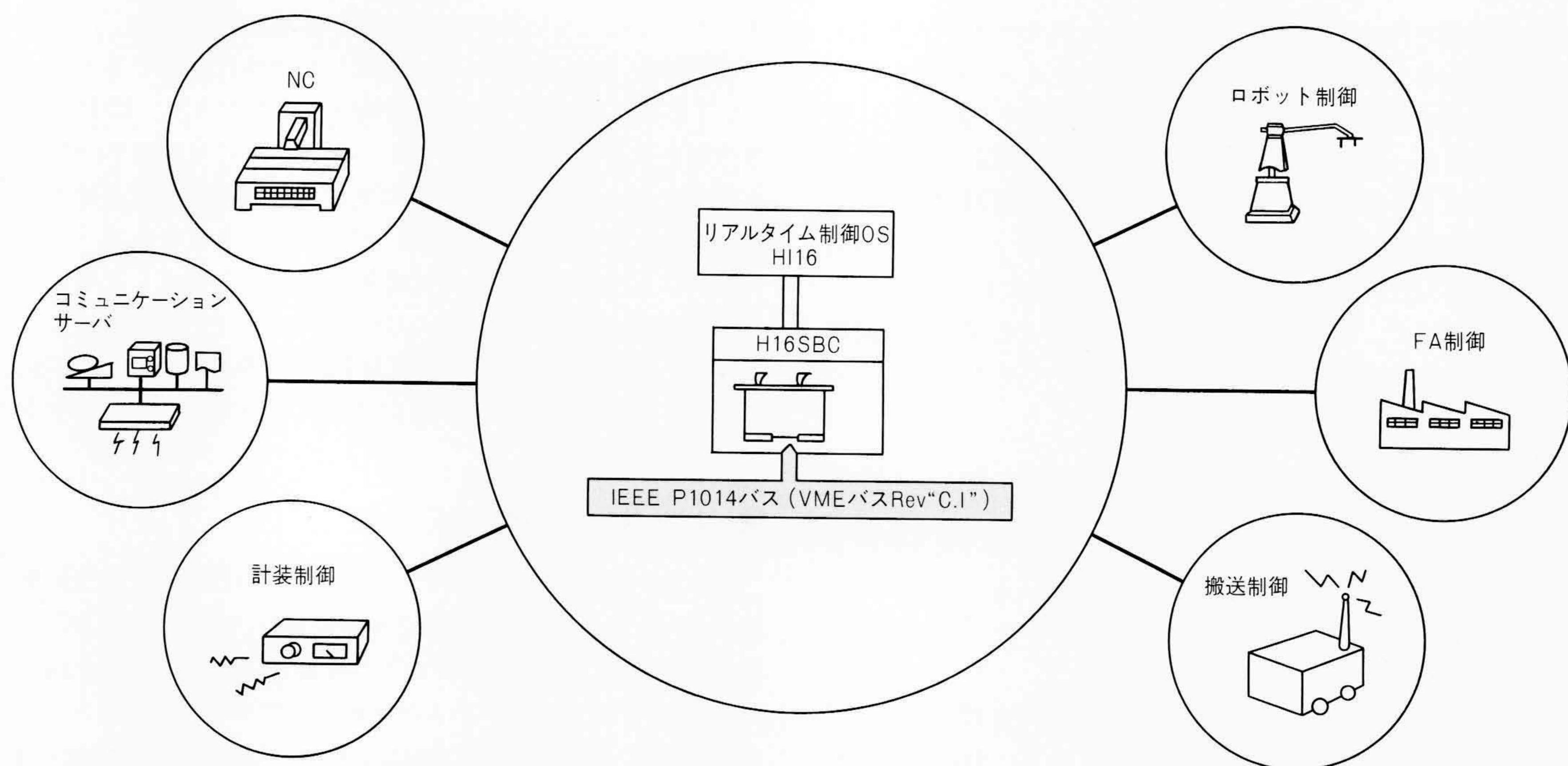
図5は、ITRON仕様リアルタイムOSのHI16とH16SBCを組み合わせたときの応用分野を示したものである。H16SBCは、HI16と組み合わせて使用することにより、高い信頼性を持ったコンパクトな制御システムが手軽に、効率よく実現できる。応用分野は、FA(Factory Automation)制御、NC(Numerical Control)、計装制御、搬送制御などをはじめ多くの分野に適用できる。このように、H16SBCは主目的である評価用、スタートキットとしての用途のほかに、HI16と組み合わせて使用することで多品種少量製品の実機組込み用として活用することができる。

図6は、H32SBCを応用したUNIX^{®2)}システムを示したものである。このシステムはH32SBC、ファイル制御ボード、メモリボード、シリアルI/Oボード及びLAN制御ボードによっ



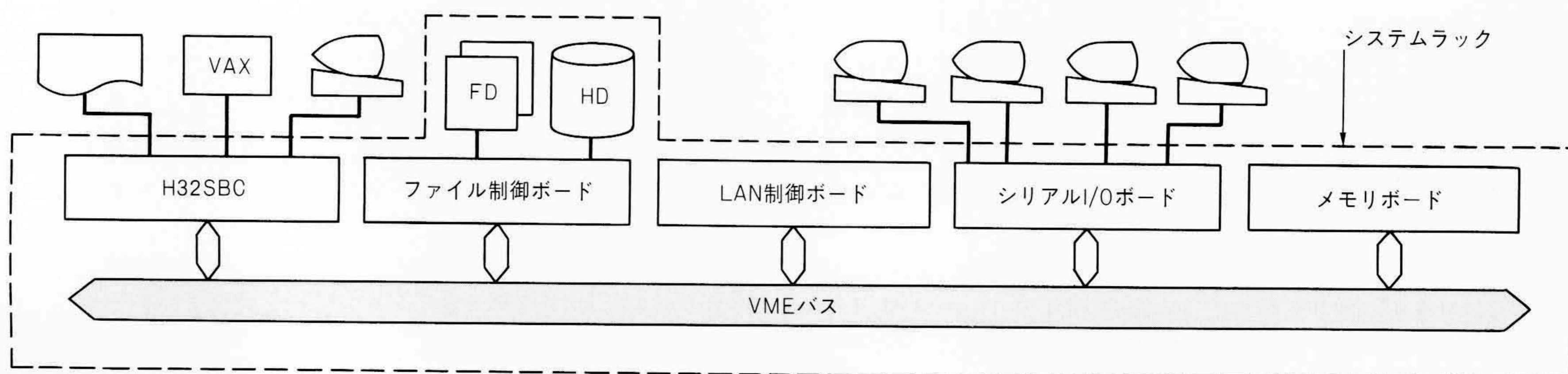
注：略語説明
RAM (Random Access Memory)
ROM (Read Only Memory)
SBC (Single Board Computer)
I/O (Input/Output)
EMS (Executive Monitor System)

図4 H32SBCのメモリマップ H32SBCの持つ二つのメモリマップを示す。メモリマップの切換えはスイッチで行う。



注：略語説明 NC (Numerical Control), FA (Factory Automation), OS (Operating System)

図5 H16SBC応用例(HI16+H16SBCコンパクト応用例) HI16とH16SBCを組み合わせての応用分野を示す。



注：略語説明 FD (Floppy Disk driver), HD (Hard Disk driver), LAN (Local Area Network)

図6 H32SBC応用のUNIX^{*2)}システム H32SBCと同時に開発したファイル制御ボード、LAN制御ボード、シリアルI/Oボード、メモリボードを組み合わせて構成したUNIX^{*2)}システムを示す。

て構成される。このように、H32SBCは評価用、スタートキット用として利用できるほか、同時に開発するファイル制御ボードと組み合わせ、コンソールターミナル、フロッピーディスク及びハードディスクを接続するだけではん用OSであるUNIX^{*2)}を動作させることができる。

6 結 言

本稿は、H16、H32の持つ豊富な機能、性能が評価でき、スタートキットとしての活用からシステム構築のモジュール部品としての利用までを考慮したH16・H32SBCの開発方針、特長、機能及び応用について述べた。

H16・H32SBCには、ユーザーがH16、H32の持つ機能、性能を正しく評価できるように、ハードウェア、ソフトウェア両面からのサポート機能、はん用ホストマシンとの接続サポート機能、ITRON仕様リアルタイムOSのSBC単体での動作サポート機能、標準バスインタフェースのサポート機能などを実装した。

これらH16・H32SBCに実装したサポート機能によって、ユーザーは全く新しいオリジナルマイクロコンピュータH16・H32の評価からH16、H32応用システムの開発、構築を短期間に行うことができる。

今後も、Hシリーズマイクロコンピュータの開発展開に合わせ、LSIと同期したHシリーズSBCの開発を行い、よりユーザーの立場に立った使いやすいサポートツールを提供していく予定である。

参考文献

- 1) HD641016ユーザーズマニュアル, pp.3~509(1987)
- 2) 日立32ビットマイクロプロセッサ H32/200オペレーションアーキテクチャマニュアル, pp.1~94(1988)
- 3) 日立32ビットマイクロプロセッサ H32/200ハードウェアマニュアル, pp.3~59(1988)
- 4) 日立32ビットマイクロプロセッサ H32/200プログラミングマニュアル, pp.1~238(1988)