

# 高速書換えを可能にした16 Mビットフラッシュメモリ

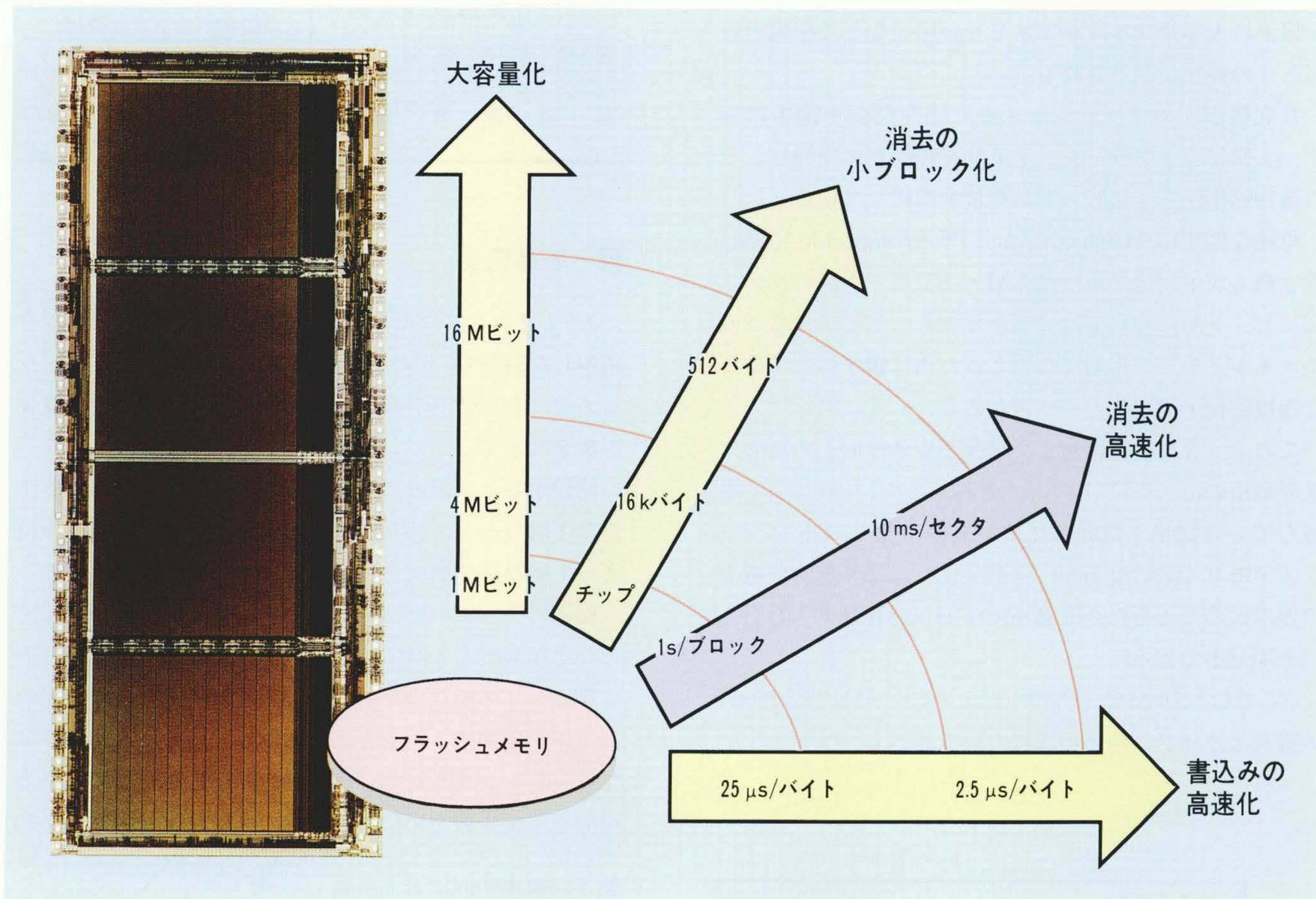
## High Reprogramming Speed 16 Mbit Flash Memory

古野 毅\* Takeshi Furuno

戸塚 隆\* Takashi Totsuka

山崎和夫\* Kazuo Yamazaki

酒井 修\* Osamu Sakai



高性能が進むフラッシュメモリ 16 Mビットフラッシュメモリでは、512バイト単位のセクタ消去と64ビットのページ書込みを導入し、書換えの高速化を実現している。

高度情報化社会を支える情報・データ処理機器として、持ち運びができて場所をとらないという点で便利なノートブック型・パームトップ型パソコン（パーソナルコンピュータ）やPDA（Personal Digital Assistant）などの小型携帯電子機器が使われるようになってきた。

これらの携帯システムでの記憶用電子ファイルであるメモリカードやディスクなどに適した不揮発性

メモリとして、NOR型セル使用の、1 Mビット、4 Mビットフラッシュメモリに続く16 Mビットフラッシュメモリを製品化した。この16 Mビットフラッシュメモリは、メモリカードなどでの使用を考慮して設計されており、携帯システムの高効率化に有効な512バイト単位の自動消去機能や、書込み時間を従来の約 $\frac{1}{10}$ （対当社1 M比）に短縮できる自動ページ書込み機能を備えている。

\* 日立製作所 半導体事業部

## 1 はじめに

数年前からフラッシュメモリは、DRAM(Dynamic RAM)に次ぐメモリとして、大きな注目を集めている。最近の米国調査会社In-Statのデータによると、市場規模は1995年に130億円、1997年に200億円と立ち上がりが予想されているが、今後、大容量ファイル用途の16 Mビット以上の大容量フラッシュメモリの開発などで市場のいっそうの伸びが期待される。

日立製作所のフラッシュメモリ開発動向を図1に示す。1 Mビットフラッシュメモリを1990年に開発し、その後1993年から4 Mビット品を量産開始している。

単純なEPROM(Erasable and Programmable ROM)置き換えが主用途であった1 M・4 Mビット品に比べ、16 Mビット品に対してはメモリカード、ディスクなどのファイルとしての用途にこたえるために表1に示すような高機能化・高速化のニーズがある。

このようなニーズに対し、書換えの効率向上のために世界最小の消去単位512バイトを採用した、一般に広く浸透している読出し電源電圧5 V系の16 Mビットフラッシュメモリ“HN28F1600”を製品化し、より低消費電力の要求にこたえるため3.3V系の“HN28W1600”を引き続き開発中である。

ここでは、16 Mビットフラッシュメモリ“HN28F1600”の特長とカードへの応用例について述べる。

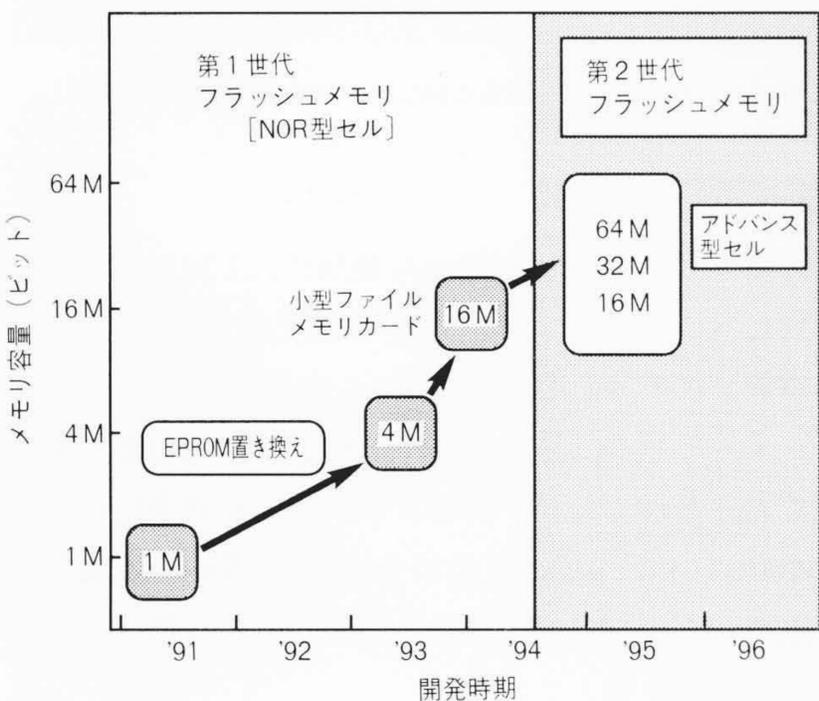


図1 フラッシュメモリの開発動向  
第1世代はNOR型セルを使用しており、将来は単一電源動作可能なアドバンス型セルで第2世代フラッシュメモリを開発する。

表1 ファイル用フラッシュメモリのニーズと16 Mビットでの対応

ファイル用途には、書換え性能向上の要求が強い。

ニ ー ズ		1 M仕様	16 M仕様
書換えの 時間短縮	消去の小ブロック化	チップ	セクタ (512バイト)
	消去の高速化	1s/チップ	10ms/セクタ
	書込みの高速化	バイトモード (25μs)	ページモード (2.5μs)
書換えの回数向上		10 <sup>4</sup> 回	10 <sup>5</sup> 回
低消費電力化		5V/12V	3.3V/12V ("HN28W1600" 開発中)

## 2 製品概要

0.5ミクロンプロセス技術を採用して、NOR型セルを使用した512バイトセクタ消去方式16 Mビットフラッシュメモリ“HN28F1600”を製品化した。製品の仕様概要を表2に示す。

使用するシステムに応じて、2 Mワード×8ビットまたは1 Mワード×16ビットの切換用信号の入力レベルによって簡単に語構成を設定することができる。

従来のチップ一括消去仕様の1 Mビットフラッシュメモリと16 kバイトのブロック単位消去仕様の4 Mビットフラッシュメモリは、消去時に、メモリソースに12 Vの高電圧を印加する消去方式を採用している。16 Mビットフラッシュメモリでは、512バイトの小分割セクタ消去機能を実現するために、消去時のメモリソース電圧を約

表2 HN28F1600の仕様概要

8バイトのページ書込み、512バイトのセクタ消去による書換えの高速化を図っている。

項 目	仕 様
プ ロ セ ス	0.5 μm CMOS プロセス
メ モ リ 構 成	2 Mワード×8ビット・ 1 Mワード×16ビット
電 源 電 圧	5 V ± 10% / 12 V ± 5%
消費電流	動作時 <i>I<sub>CC</sub></i> = 30 mA typ. (リード)
	待機時 <i>I<sub>CC</sub></i> = 5 μA typ.
ア ク セ ス 時 間	100 ns ・ 120 ns ・ 150 ns 最大
書 込 み モ ー ド	自動バイト・ページ(8バイト)
書 込 み 時 間	10 μs/バイト 20 μs/ページ
消 去 モ ー ド	自動セクタ・連続セクタ
消 去 単 位	512バイト
消 去 時 間	10 ms/512バイト
書 換 え 回 数	10 <sup>5</sup>
パ ッ ケ ー ジ	400 mil 48ピン TSOP II

注：略語説明 TSOP(Thin Small Outline Package)

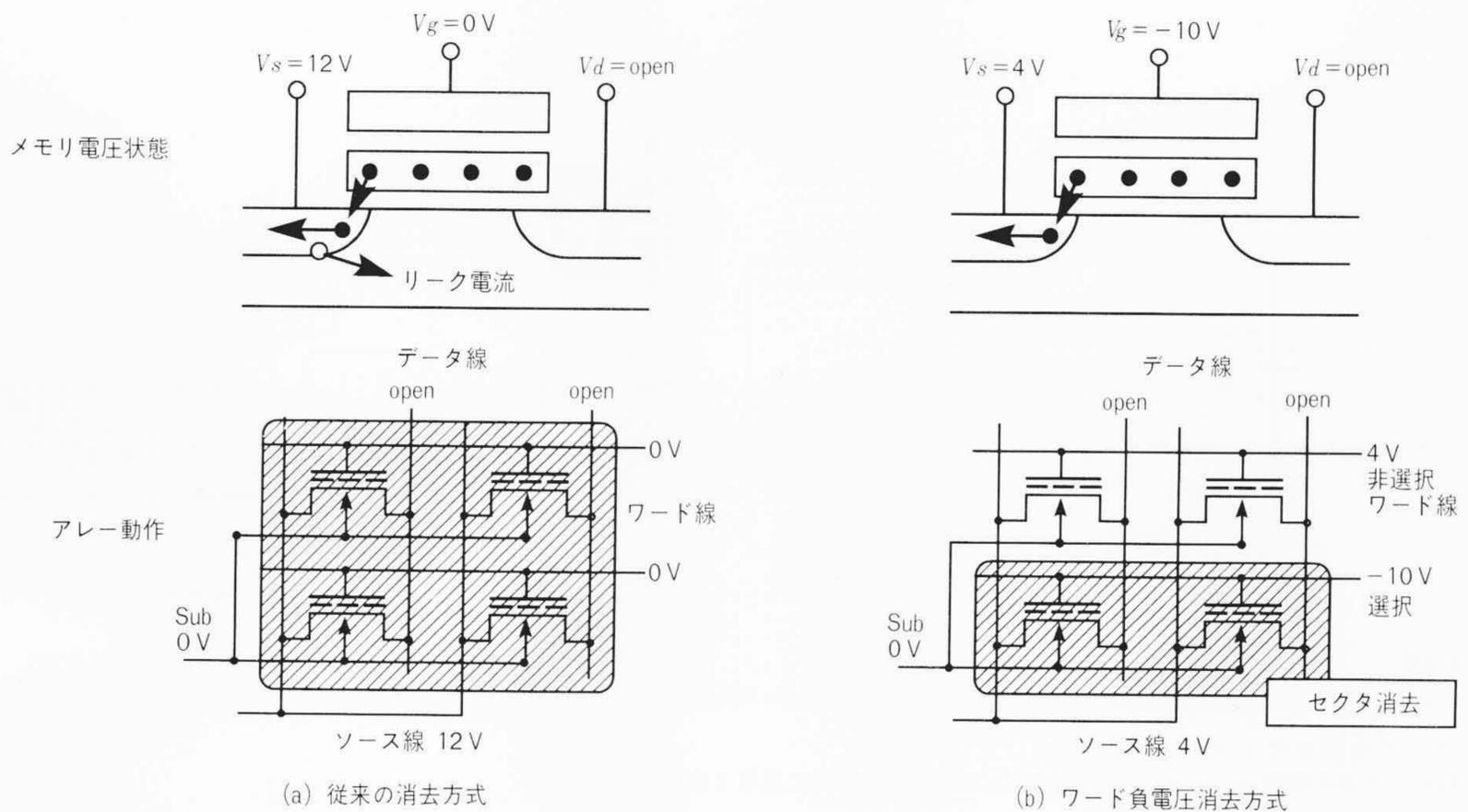


図2 消去方式の比較

従来のソース高電圧印加方式に対して、ワード線単位での負電圧印加方式を採用することで小分割セクタ消去機能を実現した。

4 Vに下げ、選択ワード線だけ-10 Vの負電圧を印加する消去方式を新しく導入した(図2参照)。また、消去時のワード線の負電圧を最適化することにより、セクタ消去時間約10 msと短時間化を実現した。さらに16 Mビットフラッシュメモリでは、連続したセクタアドレス空間のデータを消去したい場合に最適な連続セクタ消去モードもサポートしている。チップの消去時のアドレス空間を図3に示す。

連続セクタ消去モードは、消去開始セクタアドレスと消去終了セクタアドレスを指定することにより、その間の連続したセクタの消去を自動的に行うことができる。

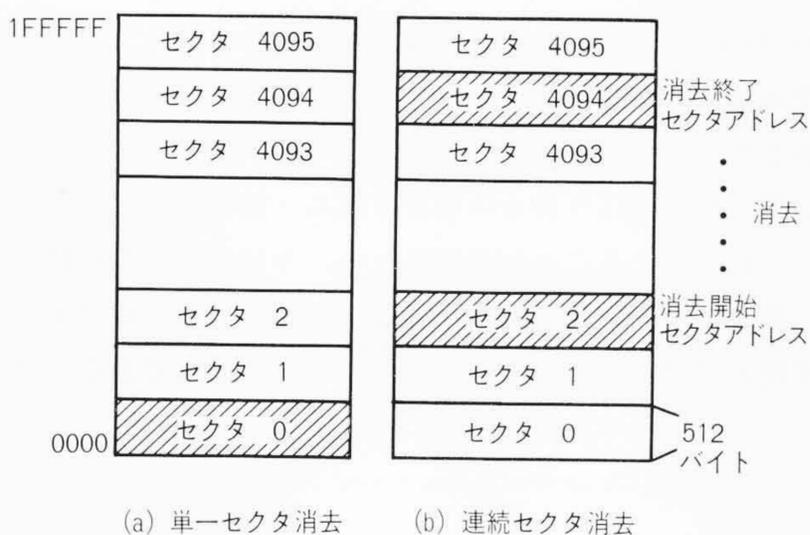


図3 “HN28F1600” 消去時のアドレス空間

任意の1セクタまたは連続した複数セクタの同時消去が可能である。

書込みの高速化のために、64ビットの並列書込みが可能なページモードを設けた。これは、8バイト分のデータを連続して内部ラッチへロードし内部で同時に書込みパルスを印加することにより、1バイト当たり平均2.5 μsと1 Mビットフラッシュメモリの約10倍の高速化を図っている。

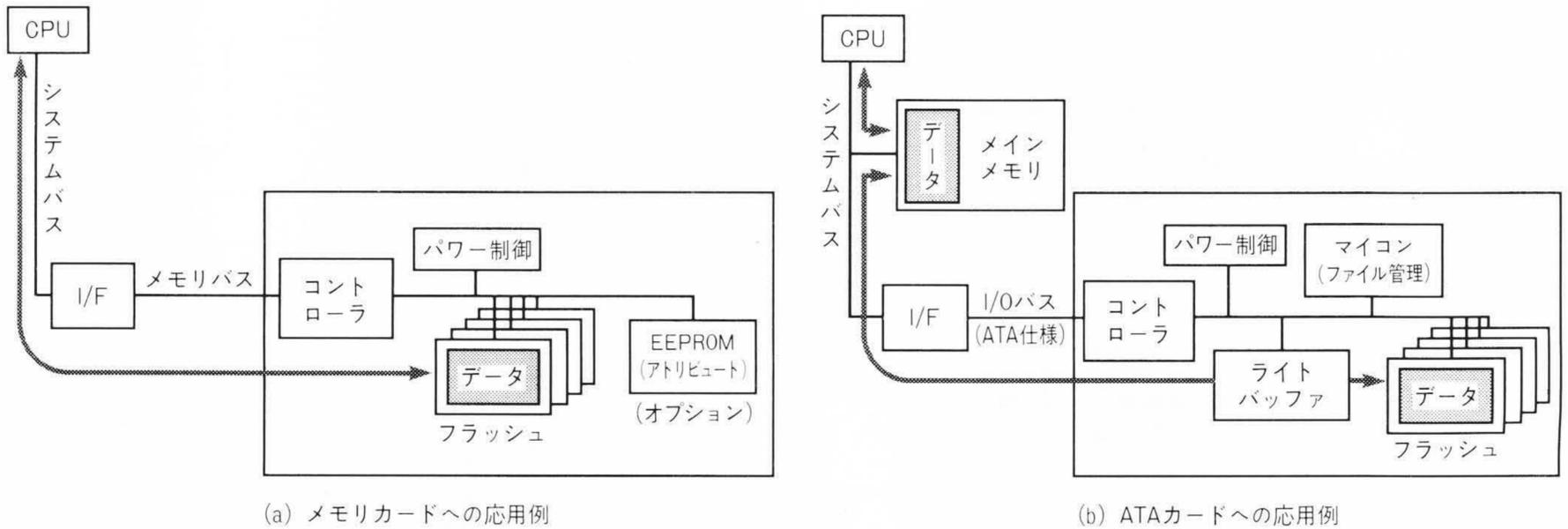
以上述べたように、16 Mビットフラッシュメモリでは512バイト単位のセクタ消去と64ビットのページ書込みを導入して書換えの高速化を実現している。

### 3 応用製品例

PCMCIA/JEIDA(Personal Computer Memory Card International Association/Japan Electronic Industrial Development Association)の規格に準拠したクレジットカードサイズのICカードをPCカードと呼んでいる。このカードにメモリチップを内蔵したPCメモリカードは、メモリカードとATAカードの2種類に大別される。メモリカードは外部からランダムアクセスが可能なカード、ATAカードはHDDコンパチブルが可能なカードである。

メモリチップとして16 Mビットフラッシュメモリ“HN28F1600”を採用したカードの応用例を表3に示す。

メモリカードでは、512バイトの書換えを行う場合、従来品(日立製作所の4 Mビットフラッシュメモリ)では消去



注：略語説明

I/F (インタフェース), EEPROM (Electrically Erasable and Programmable ROM), I/O (入出力), マイコン (マイクロコンピュータ)

図4 カードを使ったシステム構成例

小分割セクタ消去機能は、メモリカードやATAカードへの応用で活用できる。

表3 16 Mビットフラッシュを使用したPCカードの仕様例  
フラッシュメモリ単体性能をフルに活用している。

項目	メモリカード	ATAカード
記憶容量	最大15個搭載可能 30 Mバイト相当	最大10個搭載可能 20 Mバイト相当
カードインタフェース	PCMCIA	PCMCIA-ATA
アクセス方式	ランダムアクセス サイクル250 ns	512バイトシーケンシャルアクセス データ転送速度：5 Mバイト/s
消去単位	512バイト	512バイト
書換え時間	11.3 ms/セクタ 90.4 ms/ 4 kバイト	5 Mバイト/s (割込みライト時の待ち時間：11.3 ms/セクタ)

注：略語説明 PCMCIA-ATA(PCMCIA-AT Attachment)

単位が16 kバイトであるため、その書換えに約4.6秒要した。16 Mビットフラッシュメモリを用いたカードでは、セクタ消去機能とページ書込み機能の活用により、書換え時間は11.3 ms/セクタと従来の400倍(当社比)の高速化が可能となる。

ATAカードの場合は、カード内のライトバッファでバッファリングしているため、ライトスピードはリード同

様5 Mバイト/sと高速であるが、ライトバッファから内部のフラッシュメモリに書込み中に外部からライトが割り込んだ場合も、書換え待ち時間は最小の11.3 ms/セクタとなり、16 Mビットフラッシュメモリ単体性能をフルに活用できるメリットがある。

カードを使ったシステム構成例を図4に示す。ATAカードはHDD同様、データをいったんメインメモリにダウンロードし、処理後コピーバックされる。メモリカードは、ハード的にはI/F回路(PCカードコントローラ)を介してシステムバスから直接アクセスができるので、メモリ空間の有効活用が可能となる。

#### 4 おわりに

ここでは、ノートブック型・パームトップ型パソコンや、PDAなどの個人向け携帯システムの小型化・高性能化ニーズに対応した16 Mビットフラッシュメモリの特長とカードへの応用例について述べた。携帯システムの小型・軽量化は今後もいっそう進み、低消費電力化要求が一段と強まることが予想される。今後は、携帯用製品に適した単一電源で動作可能なアドバンス型セルで第2世代のフラッシュメモリを開発していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 和田, 外・シリコンファイルへの道を開くフラッシュメモリの開発, 日立評論, 72, 12, 1227~1234(平2-12)