

16Mビット SDRAM型FCRAM[®] MB81E161622

低周波数でランダム性能が飛躍的に向上した16MビットシンクロナスDRAM（以下SDRAM）型FCRAM[®]です。従来のSDRAM機能に低レイテンシ（CL = 1）機能を追加し、中速SRAM程度の速いファーストアクセス時間を実現しています。

概要

近年、高速データ処理がますます要求されるようになり、それに伴ってシステムの動作周波数を上げる必要が出てきています。その一方で、EMI問題やボード設計の難易度がますます高くなり、設計者にとっては厄介な問題となっています。

このたび、当社は独自に開発したFCRAM[®]*コアを使い、低周波数でもランダム性能を飛躍的に高めた16Mビット（×16）SDRAM型FCRAM[®]（以下FCRAM）を開発しました。

今回開発したMB81E161622は、従来のSDRAM機能のほかCASレイテンシ1機能（低レイテンシ）を搭載し、2サイクルで1回のランダムアクセスを可能にしています。最速、30ns（66MHz、15ns×2サイクル）で1回のランダムアクセスができます。しかも現状システムのメモリが置き換えられるように、一般的に用いられているSDRAMインタフェースを採用し、使いやすさにも配慮しています。

現状のクロック周波数帯を維持し、かつランダム性能、実効バス効率を大幅に高めたいという場合に最適なメモリです。

- 低周波数でランダム性能を飛躍的に向上
- 低レイテンシ（CL = 1）で中速SRAM並みのファーストアクセス時間を実現
- 低周波数動作でEMIを低減
- 汎用SDRAMの機能をそのまま維持*
- SDRAMインタフェースを採用
- パッケージはTSOP-54（汎用64MビットSDRAMと互換）

* ただしCL = 3は削除されています。

汎用SDRAMの欠点

- 低周波数ではレイテンシの影響が大きい

主にパソコン（以下PC）向けに開発されたSDRAMは、PCの性能向上とともにメモリ動作周波数を66MHz、100MHz、

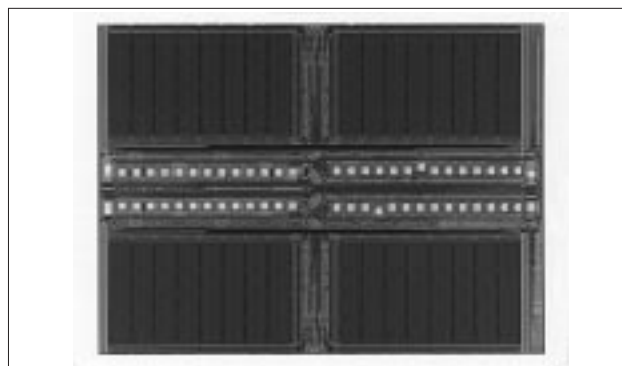


写真1 チップ

133MHzと高めてきました。SDRAMは動作クロックに同期して、コマンド、アドレス、入力データ、出力データを制御する同期型のメモリで、各コマンド等にはレイテンシ規定*が設けられています。SDRAMを66MHzや75MHzという現行PCより低周波数で使う場合、このレイテンシの制約がシステム性能を大きく損なう原因になっています。例えば、動作周波数が66MHz（15nsサイクル）のシステムでは、メモリを活性化するアクティブコマンド（ACTコマンド）を入力してから、最初のアクセスデータを得るまで約53ns、サイクル時間は80ns（クロック規定では9クロック、90ns）もかかります（図3のPC66/CL = 2を参照）。

* レイテンシ：遅れを表わすクロック数をレイテンシと呼びます。各コマンドの間には何サイクル間隔を置くかなどの規定が設けられています。

- EMI問題とボード設計の難しさ

前述のように、ファーストアクセスをより速く得るには、周波数を高めてレイテンシの影響を緩和するしか手段はありません。ところが周波数を高めると、電磁放射（EMI）問題を起こしたり、高速動作にも耐えられる慎重なボード設計が必要になってきます。

EMI問題を避けるためにはシールドが必要です。また、高速動作に耐えられる高価なボードを使う必要があったり、設計期間が長

くなるため、コストアップや設計が遅れる要因にもなります。

●プリチャージ時間もシステムにとっては無駄

SDRAMではメモリからのリードデータを出力後、プリチャージ時間（リセット時間）を必要とします。この時間は、メモリにとっては次の動作の準備を行う重要な時間ですが、システムにとっては無駄な時間です。プリチャージ時間もシステム性能を阻害する要因となってきました。

SDRAM型FCRAM®の特長

●FCRAM®とは？

FCRAM®はFast Cycle Random Access Memoryの略で、当社が独自に開発した技術です。メモリ内部をパイプライン動作制御することで、アドレスを指定して一連の動作を行ったのち、データ出力を待つことなく次の動作（例えばリセット動作）を実行します。したがって、動作が完了した部分から自動的にプリチャージ（リセット）が行われるので、外部からはプリチャージ時間が無くなったようにみえます。

●低周波数でも飛躍的なランダム性能

空きサイクルを極力少なくしてシステムでの実効バス効率を高め、低周波数でも飛躍的にランダム性能を高めるよう配慮しております。そのため、汎用SDRAMではサポートしていないICASレイテンシ = 1機能が搭載されています。

図1に汎用SDRAMとFCRAM®でのライト動作時のタイミング比較を示します。

汎用SDRAM（図1の上段）では、 $t = 0$ 時点でアクティブコマンド（ACT）とローアドレスを入力後、 $t = 2$ 時点でライトコマンド（WT）とライトデータを入力します。 $t = 4$ 時点でプリチャージコマンドを入力し、 $t = 6$ 時点で次のランダムアクセス動作に移ることができます。

一方FCRAM®（図1の下段）では、 $t = 0$ 時点でアクティブコマンド（ACT）とローアドレスを入力後、次のサイクルの $t = 1$ 時点でライトコマンド（WT）とライトデータを入力します。汎用SDRAMのように $tRCD$ での空きレイテンシはなく、コマンドを最密充填にできるため無駄がありません。また、プリチャージ動作は内部で自動的に行うので、 $t = 2$ 時点には次のランダムアクセスに移行できます。したがって、FCRAM®は汎用SDRAMの約3倍もランダム性能が高いといえます。つまりFCRAM®は、SDRAMに対して同一周波数下において実効バス効率が高いといえます。

図2にリード動作でのタイミング比較を示します。FCRAM®は、リード動作時も空きサイクルがなくコマンドを詰めることができるため、汎用SDRAM®に比べて3倍のランダム性能を達成しています。

図3・4に、各種SDRAMとEDOについてのファーストアクセス時間とサイクル時間の比較を示します。図3中、最上段のFC（16M/CL = 1）は、FCRAM®を66MHz（15nsサイクル）、CL = 1で動作させたときのファーストアクセス時間とサイクル時間です。たとえば、PCに用いられている最速デバイス、PC133/2-2-2動作（133MHz、7.5nsサイクル、CL = 2）と比較してみると、ファーストアクセス時間がPC133/2-2-2では $tRAC = 28.5ns$ であるのに対し、FCRAM®では $tRAC = 25ns$ とPC133/2-2-2以上の高速動作

になっています。さらにサイクル時間の比較では、PC133/2-2-2品では $tRC = 52.5ns$ ですが、FCRAM®では $tRC = 30ns$ と、PC133/2-2-2に比べて1.75倍も高速に動作させることが可能です。

このように、FCRAM®では周波数が66MHzと低周波数でも133MHz動作品以上の高速動作が可能です。

図4は、図3をクロック数で比較したものです。システムではクロックを基準として動作するので、実質的なシステムでの性能向上がわかります。この図からもPC133/2-2-2に対してファーストアクセスは1.5倍、サイクル時間では2.0倍も性能が高くなっています。

16MビットFCRAM®

今回開発した16MビットFCRAM®であるMB81E161622の特性についてご紹介します。

機能

表1に汎用SDRAMとFCRAM®との機能比較を示します。本製品では汎用SDRAMの従来機能に加えて、次のような新たな機能が搭載されています。

図1 SDRAMとFCRAMでのライト時のタイミング比較

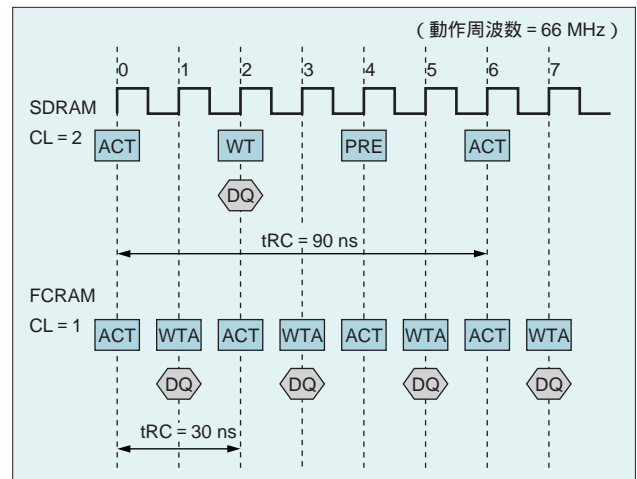
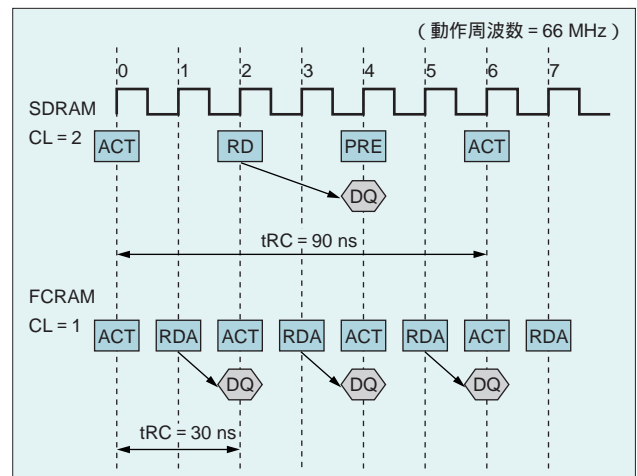


図2 SDRAMとFCRAMでのリード時のタイミング比較



●CASレイテンシ = 1 機能を搭載しCASレイテンシ = 3 機能を削除

低周波数動作を意識して開発したので、CL = 1 を新たに搭載し、比較的高い周波数で必要になるCL = 3 は削除しました。ただし、一部のメモリコントローラにはCL = 1 をサポートしていないものもあります。その場合は、CL = 1 機能をメモリコントローラに搭載する必要があります。

●プリチャージコマンドもサポート

現状のSDRAMと互換性を維持する目的で、各バンクごとにプリチャージするプリチャージコマンドもサポートしています。ただ、低レイテンシとショートサイクルの性能を十分に活かすには、オートプリチャージ付きリード/ライトコマンドの使用をお勧めします。

●出力バッファ駆動能力

小規模システムを想定して、出力バッファの駆動能力はPC用メモリ（メモリモジュールなど重い負荷の駆動が必要）の約1/2に抑え、伝送系でのインピーダンスマッチングをとりやすくしております。

●パッケージ

パッケージは将来のメモリ容量拡張を意識して、汎用64MビットSDRAMと互換性のあるTSOP-54ピンとしました。

図5に端子配列を示します。メモリ容量が16Mビットなので、20ピン、35ピンはNC（Non-Connection）ピンにしてあります。このパッケージは、当社が既に開発している64MビットSDRAMと互換性があります（ただし、20、35ピンはアドレスで埋まっています）。

特性

図6・7に本製品での実動作波形を示します。図6には、2サイクルごとにランダムアクセスを繰り返す動作を、図7にはその一部を拡大した図を示します。いずれも66MHz、15nsサイクルで動作させた場合です。

図7から、アドレスアクセス（tCAC）は約7ns、ファーストアクセス（tRAC）約22nsで出力データが得られており、カタログスペックのtRAC = 25ns（最大）には未だ余裕があります。

表2に本製品の主要特性を示します。スピードバージョンとしては、最高周波数100MHz@CL = 2までの - 10品と、83MHz@CL = 2までの - 12品との2種類があります。

図8に汎用SDRAMとFCRAM®との電源電流比較を示します。動作周波数100MHz、CL = 2、BL = 4と同じ条件で比較しています。当社製品同士の比較ですが、汎用SDRAMに比べて通常

図3 ファーストアクセス時間、サイクル時間の比較（時間比較）

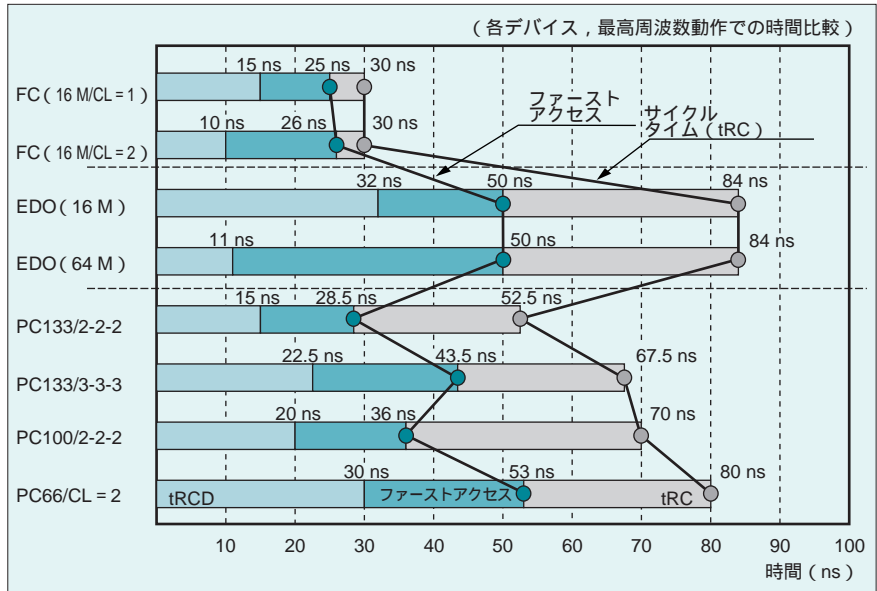


図4 ファーストアクセス時間、サイクル時間の比較（レイテンシ比較）

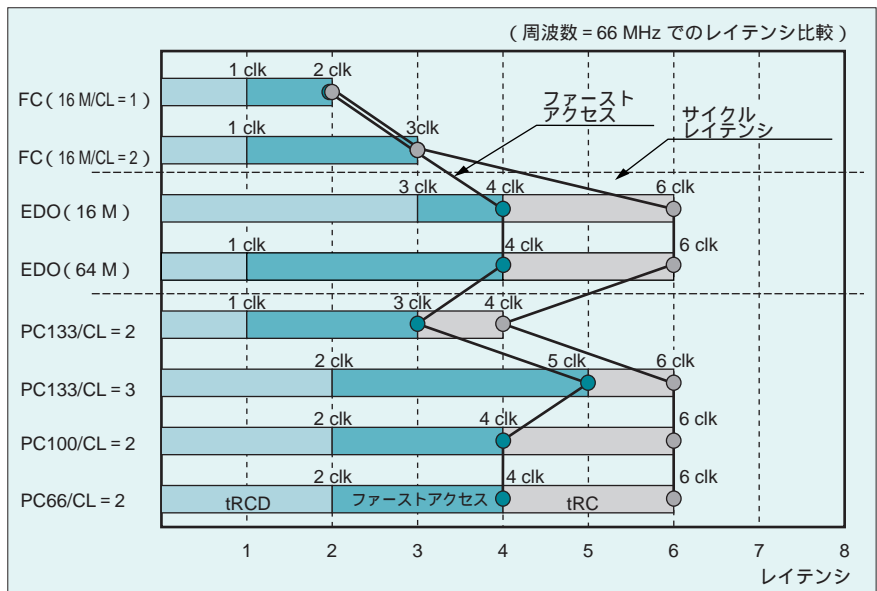


表1 汎用SDRAMとFCRAMの機能比較

項目	汎用SDRAM	SDRAM型FCRAM
CASレイテンシ	2/3	1/2
バースト長	1/2/4/8/FuLL	1/2/4/8/FuLL
サイクルクロック数 (最大周波数)	7クロック@100MHz	2クロック@66MHz 3クロック@100MHz
サイクルクロック数 (@66MHz)	6クロック@CL = 2	2クロック@CL = 1 3クロック@CL = 2
I/Oインタフェース	LVTTTL	LVTTTL
出力バッファ能力	PC100	PC100の約1/2
tSI/tHI	2ns/1ns	2ns/1.5ns
リフレッシュサイクル	= tRC	50ns (tRC = 30ns (最小))
パッケージ	TSOP-50	TSOP-54

動作条件 (ICC1S) で約25% , パース時の電源電流 (ICC4) で約12%も電源電流が減少しています。

まとめ

本稿では、当社が独自に開発したFCRAM®コアを使い、低周波数でも飛躍的にランダム性能を高めた16MビットSDRAM型FCRAM®をご紹介します。今までに当社では、SDRインタフェースFCRAM®として姉妹商品の64MビットSDRAM型FCRAM®を、そしてDDRインタフェースFCRAM®として64MビットDDR型FCRAM®を開発してきました。

本製品は携帯用端末機器、民生用機器などを中心に、従来の機能との互換性やボード設計を維持し、EMI低減を意識しつつ、かつ大幅に性能を高めてエンドプロダクトの付加価値を高め、差別化を図りたいというお客さまのご要求にマッチした商品です。

今後も当社では、FCRAM®コア技術、高速インタフェース技術をもとに、お客さまのご要求に対応した高付加価値FCRAM®製品を開発・ご提供していきます。

図5 端子配列

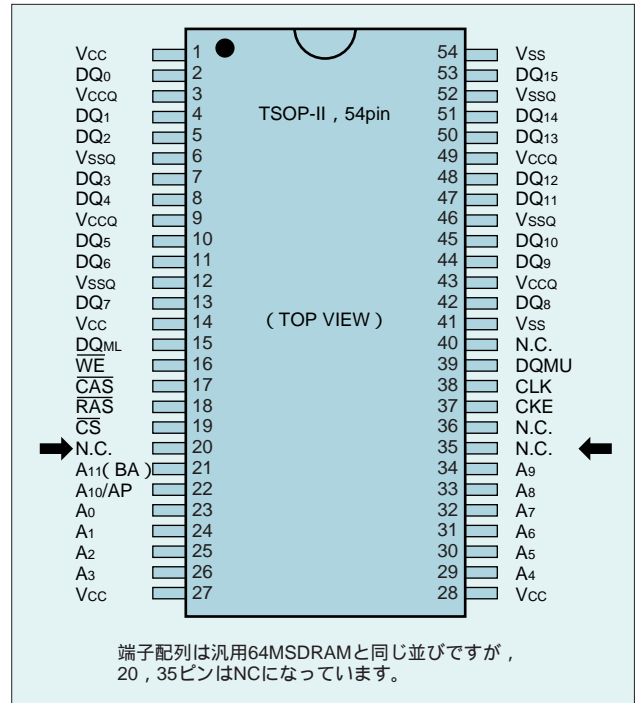


図6 動作波形図 (2サイクル)

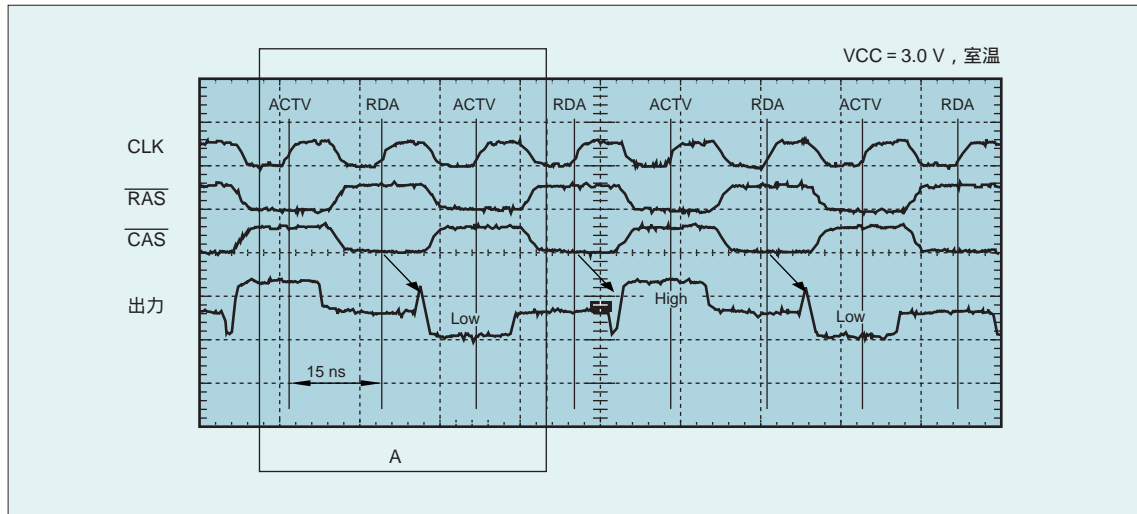


図7 動作波形図 (図6のA部を拡大)

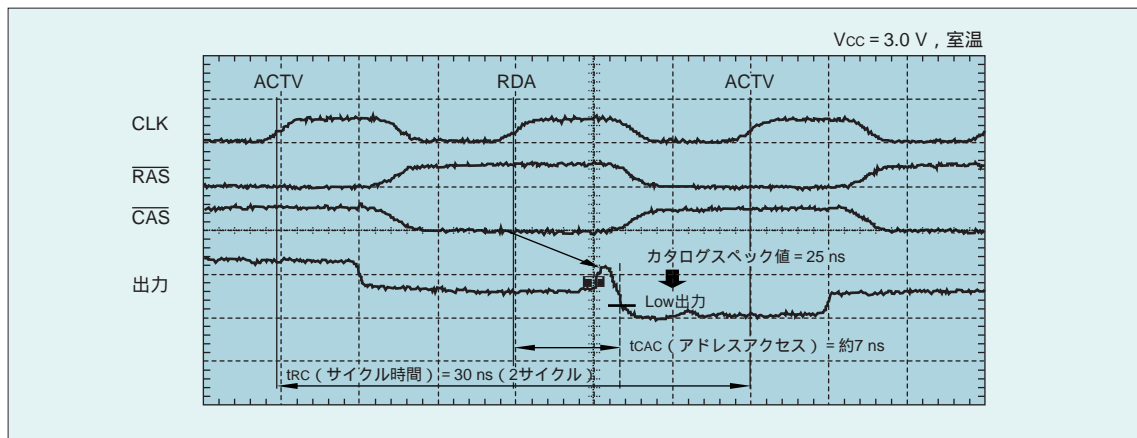


表 2 主要特性

	MB81E12161622-10		MB81E12161622-10	
	CL = 1	CL = 2	CL = 1	CL = 2
tCK	15ns	10ns	20ns	12ns
tRC	30ns		36ns	
tRAC	25ns		34ns	
ICC1	130mA		120mA	
ICC4	105mA		95mA	
電源電圧	VCC = 3.3V +/- 0.3V			
パッケージ	プラスチック, 54ピン TSOP(汎用64Mビット SDRAMと同じ)			

図 8 汎用SDRAMとFCRAMとの電流比較

