

# フラッシュメモリ向けソリューション

フラッシュメモリ向けソリューションとして、SoFFS、マルチドライブサポート、ファイルアクセスライブラリ、シミュレーションモデル、ECCマクロ、NANDフラッシュメモリ制御・接続リファレンスなどをご提供しています。

## はじめに

当社ではフラッシュメモリ・デバイスだけでなく、多くのお客様に便利にフラッシュメモリをご使用いただくためのソフトウェア、ツール、環境、情報、サービスなどをフラッシュメモリ向けソリューションとして取りまとめ、お客様がフラッシュメモリを使用される際のご要求全体にお応えする「不揮発性メモリサービス業」を目指しています。

本稿では、これらフラッシュメモリ向けソリューションをご紹介します。

## SoFFs

当社では従来より、フラッシュメモリへの書き込み単位の小サイズ化と、書き込み/消去タイミングの管理などを行うソフトウェアSoFFS (Sophisticated Flash File System) を開発・販売しています。

SoFFSを使用すると、OSやアプリケーションから見たフラッシュメモリへの書き込みを、お客様が設定できる小さなサイズ単位（最小128バイト）で行えます。さらに、再書き込み前の消去動作が不要となります。また、ガーベッジ・コレクションやウェア・レベリングなどの機能により、セクタ消去時間の短縮や消去サイクル数の延長を、OSやアプリケーションに対してエミュレートしています。

SoFFSには、次のような機能があります。

- EEPROMライクに使用可能
- 高速アクセス
- ウェア・レベリングによるデータ書き込みの均一化
- 待ち時間を無くすバックグラウンド消去/ガーベッジ・コレクション
- メモリ使用量が小さい
- 各種のエラー検出
- 電力断時における完全なデータ保護機能

現在までに、SoFFSは国内外の多数のお客様に採用されており、システムの多機能化・小型化・堅牢性だけでなく、システム全体

の開発期間・コストの短縮に大きく寄与しています。

## マルチドライブサポート

従来のSoFFSでは、管理するフラッシュメモリ領域は1つのみ設定可能でした。このため、従来2バンク構成のデュアルオペレーション・フラッシュメモリ（4～32Mビット品）の場合は、バンク1からSoFFSコードやアプリケーションを読み出し、バンク2の全体もしくは一部分に対して書き込むなどしていました。

しかし、デュアルオペレーション・フラッシュメモリの64Mビット品（MBM29DL640）は4バンク構成となります。そこでは例えば、バンク1内のあるセクタを消去/書き込みしている間に、バンク2 バンク3 バンク4と異なるバンクアドレスから連続してデータを読み出すことや、物理的には離れたアドレスであるバンク2とバンク4を、仮想的に1つのアドレス空間に割り当てるなどのシステムが可能になってきます。

また、最近のお客様の製品が取り扱うアプリケーションの多さやデータ量の大きさから、すべてのデータを1つにまとめて取り扱うのではなく、ドライブという概念で分離して、個別に取り扱う方が管理しやすいシステムもあります。

このような動向に応えるべく、SoFFSがフラッシュメモリ上で管理するデータの上位概念として「ドライブ」の概念を導入し、かつ複数のドライブを管理できるマルチドライブサポート機能を追加しました。

この機能には次のような特長があります。

- ドライブの概念を導入
- 書き込み中にほかのドライブからの読み出しができる  
（例えばA：に書き込んでいる時に、B：、C：から読み出せる）
- 複数のバンクを1つのドライブに設定できる
- 1ドライブ内に不連続な物理アドレスを設定できる
- フラッシュメモリへのアクセス制御を非排他的にする
- 同一ドライブ内での書き込み中に読み出し（Read While Write）はできない
- 同一バンク内での複数ドライブ分割はできない

- 物理的な4バンク構成の枠を論理的なドライブ構成に反映させない

図1にマルチドライブの設定概念図を示します。

この新機能により、前述のような、より複雑な動作やメモリ空間の構成が可能となります。

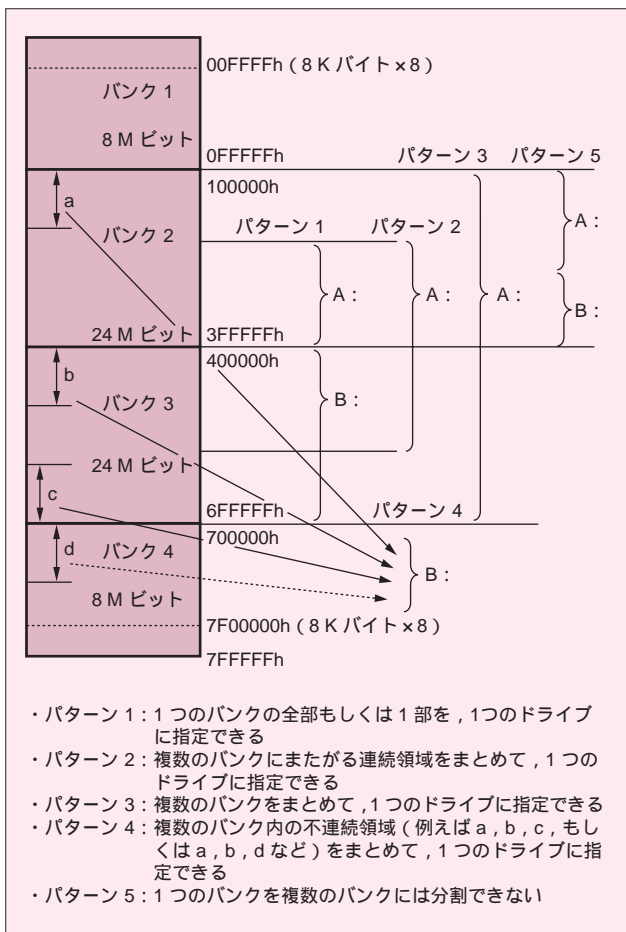
## SoLib

従来のSoFFSは、アプリケーションからのデータの管理は仮想ブロック単位で、アクセスしたいデータの仮想ブロック番号を指定するシンプルなものです。しかし、お客様の製品が多機能化・高機能化するに伴って、このようなインターフェースでは不十分となり、ファイル単位でのアクセスが必要になってきています。そのため、SoFFSの上位にファイルアクセスライブラリ（SoLib：SoFFS FAT Access Library）を新規に作成しました。このライブラリとインターフェースを取ることで、アプリケーションからはFATファイルシステム互換での読み出し/書き込みなどのアクセスが可能となります。

図2にSoLibの位置付けを示します。

SoLibは、PCなど外部システムとのデータの交換性にも問題はありません。またフラッシュメモリに対しては、従来通りSoFFSがインターフェースを取ることで、SoFFSの従来機能は継続してご使用いた

図1 マルチドライブの設定概念



だけます。

## シミュレーション

システムが高速化・多機能化・大容量化により複雑になるにつれ、システム設計にはハードウェア記述言語（HDL：Hardware Description Language）が利用されるようになります。フラッシュメモリにおいても、高速化・多機能化により動作が複雑になってきました。

当社では、フラッシュメモリの動作確認やシステム設計などの検証を行うために、Verilog-HDL/VHDLのシミュレーションモデルをご提供しています。当社で作成したモデルは、システム設計などの動作確認を目的としているため、データシートをもとにビヘイビアレベル（動作レベル）で作成しています。

図3にシミュレーションモデルを利用した、システム設計での開発工程の例を示します。

今後、当社のフラッシュメモリにおいては、全品種に対してVerilog-HDL/VHDLモデルをご提供していきます。

図2 SoLibの位置付け

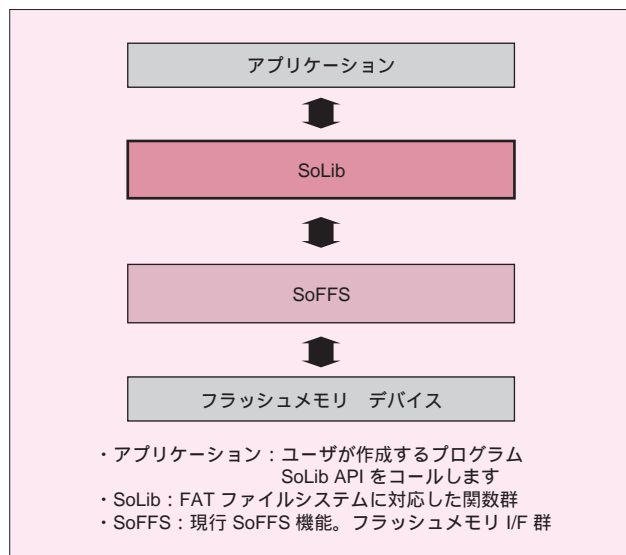
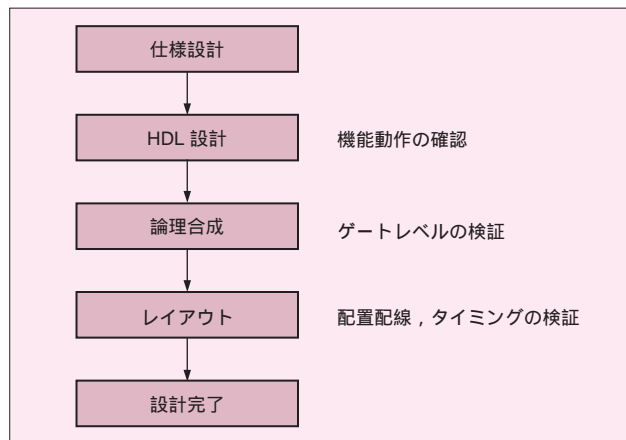


図3 シミュレーションモデルを利用した開発工程



また、米国デナリーソフトウェア社のMemory Modeler™によるモデルのサポートも行っています。同社のモデルは、独自に開発した言語を使用して実行時に占有されるメモリを軽減するなど、Verilog-HDL/VHDLでのシミュレーション・パフォーマンスを向上することができます。このモデルは当社のホームページよりダウンロードすることができます。

## NANDフラッシュメモリ向けソリューション

携帯機器の急速な普及に伴い、データ格納用の小型大容量記憶媒体の要求がますます強くなっています。このような市場要求に対応するため当社では、NORフラッシュメモリより大容量化が容易で、よりデータ格納用に適したNANDフラッシュメモリを開発・製品化しています。

図4に当社のNANDフラッシュメモリのロードマップを示します。

また表1に、NANDフラッシュメモリとNORフラッシュメモリの読出し/書込み/消去時間の比較を示します。このように、NANDフラッシュメモリはNORフラッシュメモリに比べて書込み/消去時間が速く、大容量データの保存に適しているといえます。

図5にフラッシュメモリの一般的な目的別利用例を示します。

当社では、フラッシュメモリ単体だけではなく、それをより効果的に短期間でお客様の製品に組み込んでいただくためのソフトウェア、ツール、情報等をソリューションとしてご提供することを重要視しています。

次にNANDフラッシュメモリについての各種ソリューションをご紹介します。

## ECCマクロ

1ビットエラーの訂正および2ビットエラーの検出が可能なECCマクロを、Verilog、VHDL、C言語にてご提供します。これはハミング符号方式の1つであり、1ページ(512バイト)単位に対して生成するECC符号が3バイトのみであることが特長です。このマクロを、お客様製品内のASICに搭載するハードウェア・マクロやグルーロジックとして実装することが考えられます。

図6にECCマクロの実装例を示します。具体的には、次のものをご提供することができます。

- ECCマクロソース (Verilog, VHDL, C)
- ECCマクロ仕様書
- ECCマクロアプリケーションノート

## SoFFS for NAND

従来、NORフラッシュメモリ用のソフトウェアとしてSoFFSをご提供していますが、これをNANDフラッシュメモリ用に展開したものがSoFFS for NANDです。アプリケーションソフトウェアとNANDデバイスの間に位置し、次のような主機能を持っています。

- ウェア・レベリング
- ガーベッジ・コレクション
- 無効ブロックの管理

また、FAT互換ファイルシステムを提供するアクセスライブラリとして、SoLibもご提供することができます。

図7にSoFFS, SoLibの実装例を示します。具体的には、次

図4 NANDフラッシュメモリロードマップ

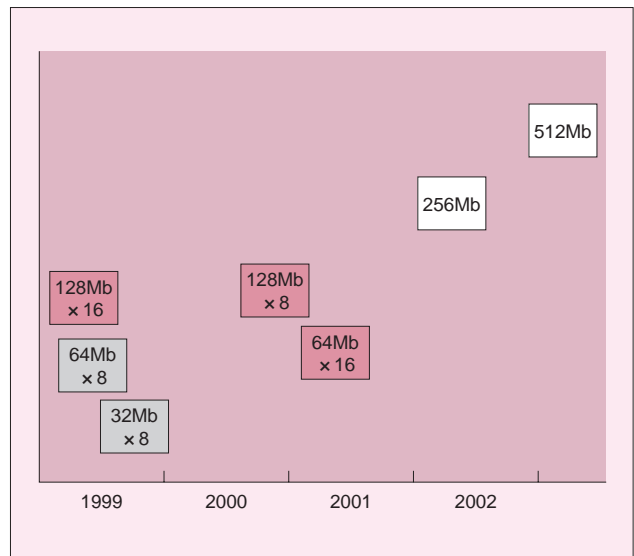


表1 NANDフラッシュメモリとNORフラッシュメモリの比較

| 項目           | NANDフラッシュメモリ*                      | NORフラッシュメモリ                         |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 読出し単位        | ページ (512 + 16バイト)                  | バイト/ワード                             |
| アクセスタイム (標準) | 7μs (イニシャルアクセス)<br>50ns (シリアルアクセス) | 90ns (ランダムアクセス)                     |
| 書込み単位        | ページ (512 + 16バイト)                  | バイト/ワード                             |
| 書込み時間 (標準)   | 200μs                              | 8μs/バイト<br>16μs/ワード<br>(4ms/528バイト) |
| 消去単位         | ブロック (8K + 256バイト)                 | セクタ (8K/64Kバイト)                     |
| 消去時間 (標準)    | 2ms                                | 1s                                  |

\* MBM30LV0064の場合

のものをご提供することができます。

- SoFFS for NANDソースコード
- SoFFS for NANDマニュアル
- SoFFS for NAND解説書
- SoLib for NANDオブジェクトコード
- SoLib for NAND仕様書

## NANDフラッシュメモリ制御・接続リファレンス

CLE, ALE, SEピンの制御・接続リファレンスとして、当社32ビットRISCマイコンFR30との接続例と回路図例をご提供できます。ここでは、これらの特有ピンをレジスタで制御しています。具体的には、次のものをご提供することができます。

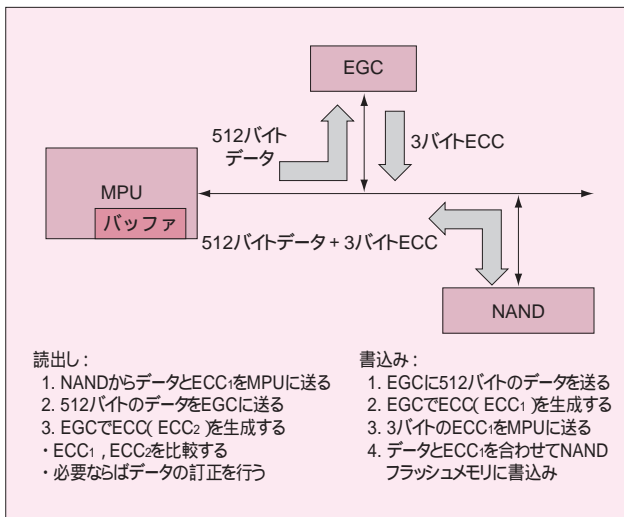
- FR30とNANDフラッシュメモリの接続仕様例
- FR30とNANDフラッシュメモリの接続回路図
- FR30評価ボード用NANDフラッシュメモリ拡張ボード  
(貸出しのみ)

## NANDフラッシュメモリのシミュレーションモデル

現在、64Mビット容量のMBM30LV0064製品に対して、VHDL, Verilog, IBIS, Denaliモデルをご提供できます。

表2にNANDフラッシュメモリでの留意項目と、それらへの当社のソリューションを示します。

図6 ECCマクロの実装例



## 今後の展開

当社ではこれらのソリューションを、今後製品化するすべてのフラッシュメモリに適用していきます。またデバイス本体だけでなく、フラッシュメモリに関連するソフトウェア、ツール、モデル、情報等多くのソリューションやサービスをお客様にご提供してまいります。

図5 フラッシュメモリの目的別利用例

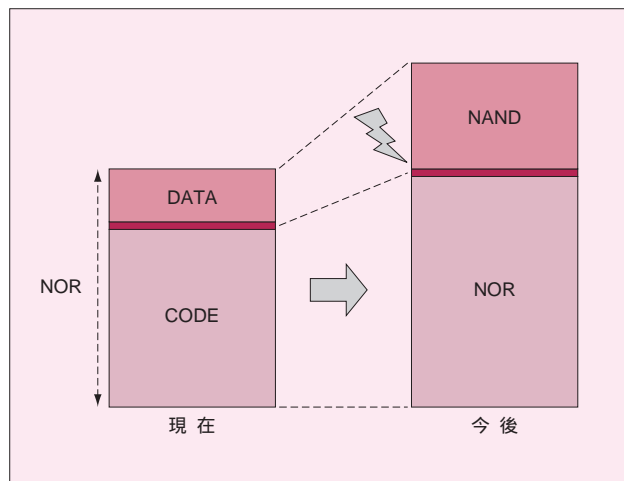


図7 SoFFS/SoLibの実装例

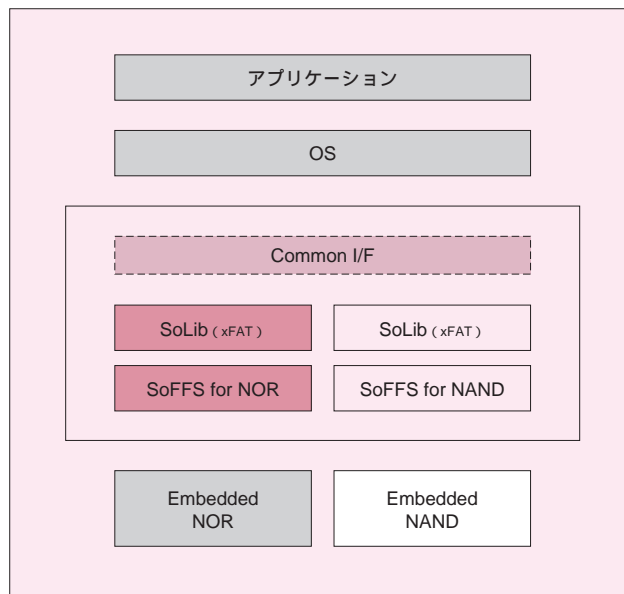


表2 NANDフラッシュメモリでの留意項目と当社ソリューション

| 留意項目       |              | 富士通ソリューション                   |
|------------|--------------|------------------------------|
| 対応が必須である項目 | 無効ブロックの管理    | SoFFS for NAND               |
|            | 特有ピンの制御      | FR30との制御・接続リファレンスシミュレーションモデル |
| 対応が望ましい項目  | ECCの実装       | ECCマクロ                       |
|            | ウェア・レベリング    | SoFFS for NAND               |
|            | ガーベッジ・コレクション | SoFFS for NAND               |