0.35μm強誘電体技術を用いた多機能ICカード用LSI MB94RV202/R202

世界初の0.35μm不揮発性強誘電体ランダムアクセスメモリ（FRAM®）技術を用い，512Kビット（64Kバイト）FRAM®と32ビットRISC CPUを混載した多機能ICカード用LSIチップです。大容量・高速書込みを実現しました。

はじめに

近年ICカードは，金融決済カードやIDカード，交通機関カード，インターネットを通じた電子商取引（EC）などに使用され始めています。ICカードの市場は，2005年には世界で80億枚に達すると予想されていますが，その基盤は「1枚のカードで複数のサービス」の実現にあるため，これを実行できる多機能ICカードが求められています。このような多機能ICカードでは，サービスごとのアプリケーションプログラムの高速なダウンロードと消去が必須の機能です。

現在，ICカード向けのデータ保存用メモリには，主にEEPROMが使用されています。しかしFRAM[*1]は，EEPROMに比べて書込み速度が約１万倍，書込み消費電力が約1/400，書換え回数が1000万倍という優れた特長を持っています。これをICカードに応用することで，アプリケーションプログラムや情報を強固な暗号システムで保護しながら，高速なダウンロードが実現できます。

本稿では，今後普及が見込まれる多機能ICカード用LSI向けに開発した「MB94RV202/R202」についてご紹介します。

写真１　チップ

概　　要

本製品は32ビットRISCプロセッサのFR30を搭載しており，ROM容量も96Kバイトあるため，マルチアプリケーション管理が行えるOSを搭載することが可能です。また，512Kビット（64Kバイト）の大容量FRAMを混載しており，多数のアプリケーションの実行と大容量データの保存ができます。さらに通信インタフェースとして接触・非接触の両方をサポートしているため，コンビカードへの対応が可能です。通信プロトコルはISO規格準拠ですから，互換性の高いシステム構築ができます。

また本製品は，認証機能のための暗号回路として楕円曲線暗号[*2]，DES[*3]を搭載しているので，高いセキュリティレベルを容易に実現できます。FRAMの特長である高速・低消費電力，高頻度書換えを活かす最適な設計により，複数のアプリケーションを高速

でダウンロード/消去でき，かつ低消費電力で実行することが可能です。

多くの優れた特長を持つ本製品は，まさにブロードバンド・インターネット時代の多機能ICカードに最適なLSIです。

図1にマルチアプリケーションのイメージを，**図2**にICカード用LSI開発ロードマップを示します。

図1　マルチアプリケーションのイメージ

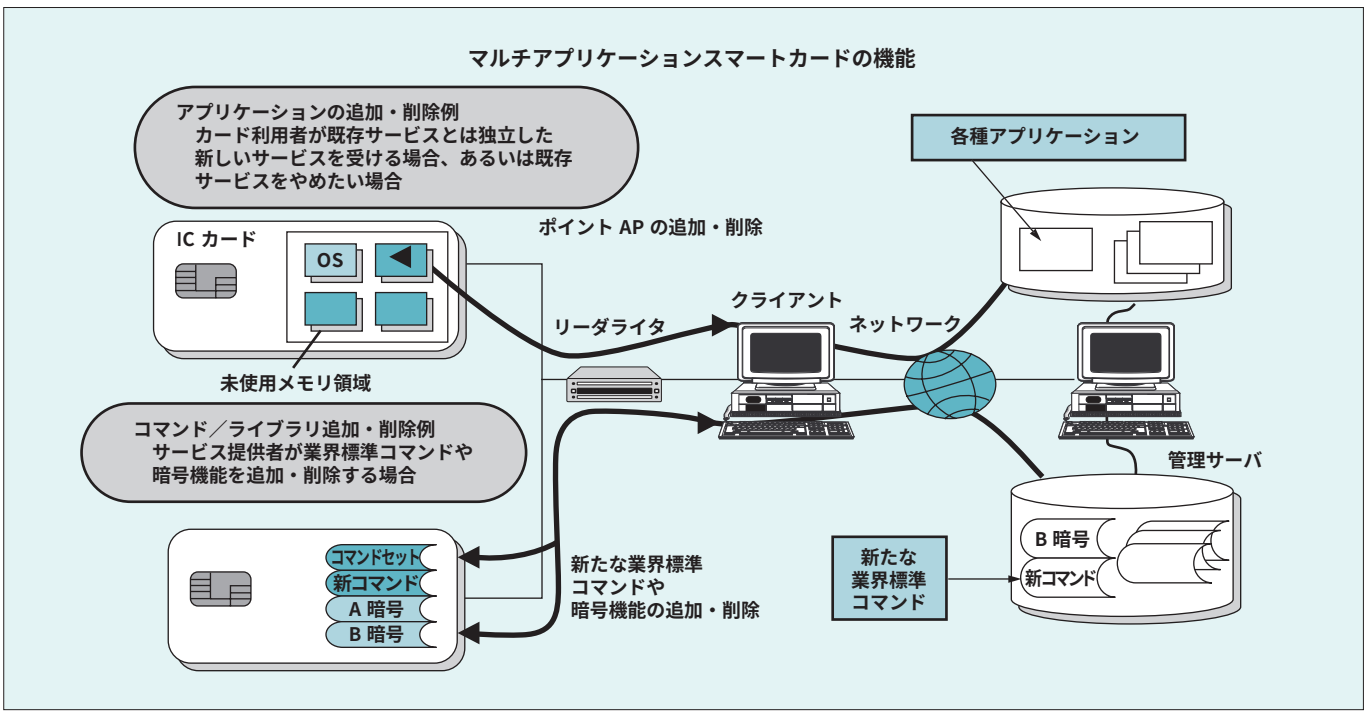
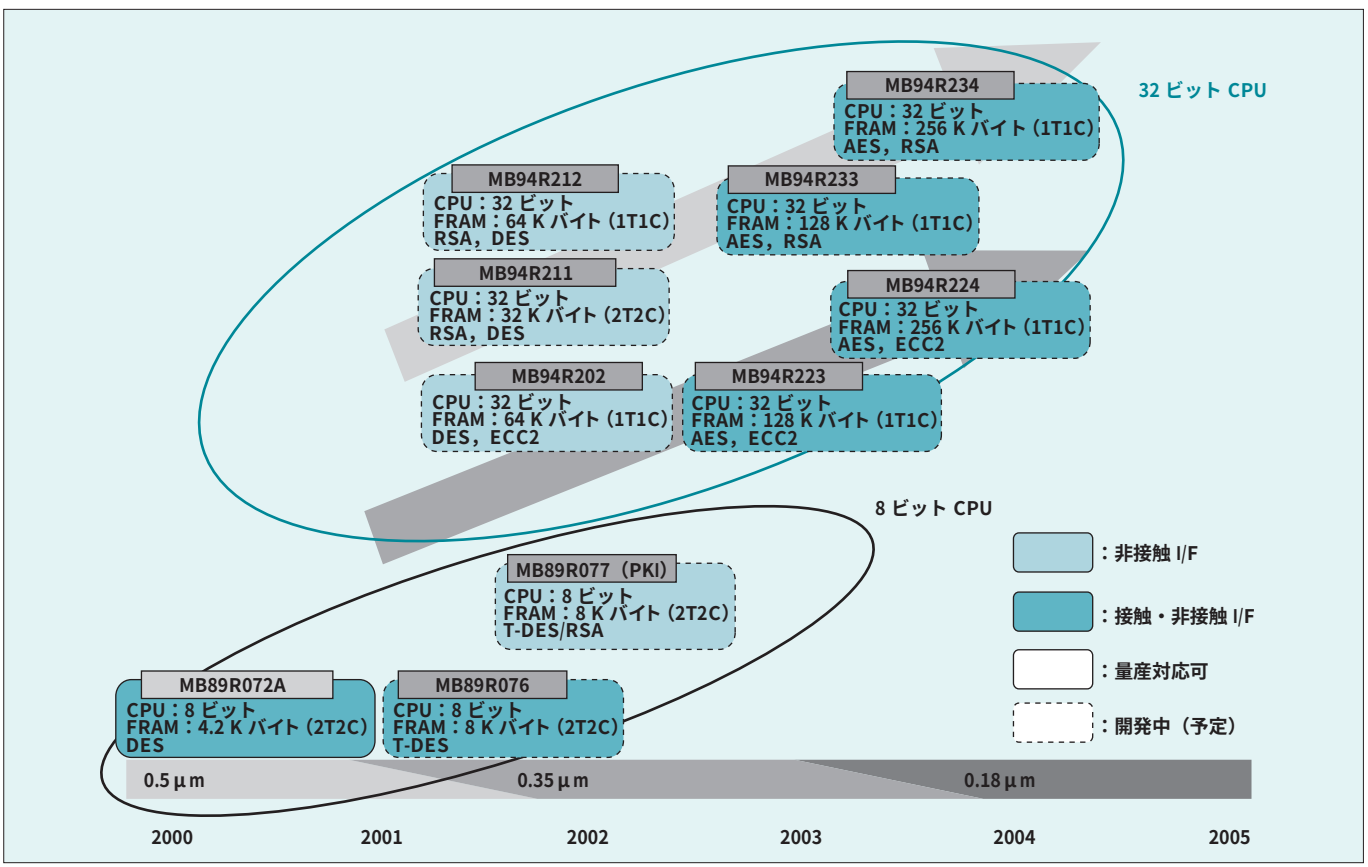


図2　ICカード用LSI開発ロードマップ



特　長

●FR CPU
・32ビット RISC，ロード/ストアアーキテクチャ，パイプライン５段
・最大動作周波数：15MHz
・16ビット固定長命令（基本命令），１命令/１サイクル
・メモリ－メモリ間転送，ビット処理，バレルシフト等の命令：組込み用途に適した命令
・関数入口/出口命令，レジスタ内容のマルチロードストア命令：高級言語対応命令
・レジスタ，インターロック機能：アセンブラ記述の容易化
・乗算器の内蔵/命令レベルでのサポート
・符号付32ビット乗算：５サイクル
・符号付16ビット乗算：３サイクル
・割込み（PC，PSの退避）：６サイクル，16プライオリティレベル
・ハーバードアーキテクチャにより，プログラムアクセスとデータアクセスを同時に実行可能
・FRファミリとの命令互換

●バスインタフェース
・最大動作周波数：15MHz
・24ビットアドレスフル出力可能（16Mバイト空間）
・プリフェッチバッファ搭載
・未使用データ/アドレス端子は汎用入出力ポートとして使用可能
・各種メモリに対するインタフェースのサポート　SRAM/ROM/FRAM
・基本バスサイクル：２サイクル
・領域ごとにプログラマブルでウェイト挿入可能な自動ウェイトサイクル発生機構
・RDY入力による外部ウェイトサイクル

●内蔵メモリ
・96Kバイトのマスク ROM
・4Kバイトのデータ RAM
・64Kバイトの FRAM：不揮発性メモリ。データの読み書きのほか，命令コードを書き込むことにより命令用 RAMとして使用することが可能。

●DMAC：DMA Controller
・５チャネル（外部→外部は３チャネル）
・２つの転送要因（内部ペリフェラル/ソフトウェア）
・アドレッシングモード：32ビットフルアドレス指定
・３つの転送モード（バースト転送/ステップ転送/ブロック転送）
・転送データサイズ：８/16/32ビットから選択可能

●ビットサーチモジュール
・１ワード中のMSBから最初の‘１’/‘０’の変化ビット位置をサーチ

●各種タイマ
・16ビット リロードタイマ：３チャネル
・内部クロック：２/８/32分周から選択可能

●UART
・UART全二重ダブルバッファ
・２チャネル（チャネル０：非接触，チャネル１：接触）
・パリティあり/なしが選択可能
・非同期（調歩同期），CLK同期通信が選択可能
・専用ボーレート用タイマ内蔵
・豊富なエラー検出機能あり（パリティ，フレーム，オーバーラン）

●割込みコントローラ
・内部ペリフェラルからの割込み
・マスク不可割込み以外は，優先レベルをプログラマブルに設定可能（16レベル）

●ICカードI/F
・接触・非接触検出およびUARTポートのI/F
・コンビネーション機能付き
・接触時：
ISO 7816-Class A，T＝0，1　ボーレート9600/19200/38400bps
・非接触時：
ISO 14443 TypeB，T＝CL　ボーレート106K/212Kbps
・電源の安定化と低電圧検出機能を搭載
・接触・非接触時のクロック・リセットを抽出し，CPUクロック・リセットを供給

●暗号機能コプロセッサ
・シングル・トリプルDES回路〈FIPS準拠〉
・楕円曲線暗号回路（２の拡大体）〈IEEE1363準拠〉

●その他のインターバルタイマ
・16ビットタイマ：２チャネル（Uタイマ）
・ウォッチドッグタイマ（リロードタイマ）

図３にMB94RV202/R202の構成を示します。

0.35μm強誘電体技術

当社では，1999年10月より0.5μm技術を用いてFRAMデバイスの量産を開始し，現在までに4000万個以上のFRAM製品を出荷しました。そして，このほど世界に先駆けて0.35μmのFRAMデバイスプロセス技術を完成し，量産を開始しました。本技術では，0.35μmの微細加工技術を用いることによりFRAMメモリの集積度を高め，書換え速度，消費電力，書換え回数の向上を実現しています。

本技術を実現するため，PZT[*4]結晶と電極を高性能化するとともに，PZTのプロセス劣化を抑制する特殊な保護膜を開発するなど，プロセス技術に工夫を凝らしました。さらに，FRAMを量産するためには，強誘電体プロセスの製造装置の安定性が重要です。当社は，FRAMのキープロセスであるPZTのスパッタ装置，およびエッチング装置を装置メーカと共同開発し，0.5μmFRAMの量産を開始しました。今回の0.35μmFRAMでも，これらの装置をさらにブラッシュアップすることにより安定した量産を実現しました。

また，0.5/0.35μmFRAMデバイスプロセスは，通常のCMOSロジックプロセスにPZTキャパシタの形成プロセスのみを追加することで構築されています。したがって，容易かつ低コストでFRAMとCMOSロジックとの混載が可能になり，既存の設計資産をそのまま継承することができます。 ■

＊1：FRAM（Ferroelectric Random Access Memory）
強誘電体材料を利用した，電源を切ってもデータが消えない不揮発性メモリ。低消費電力で，高速書込み，高頻度書換えが行える。

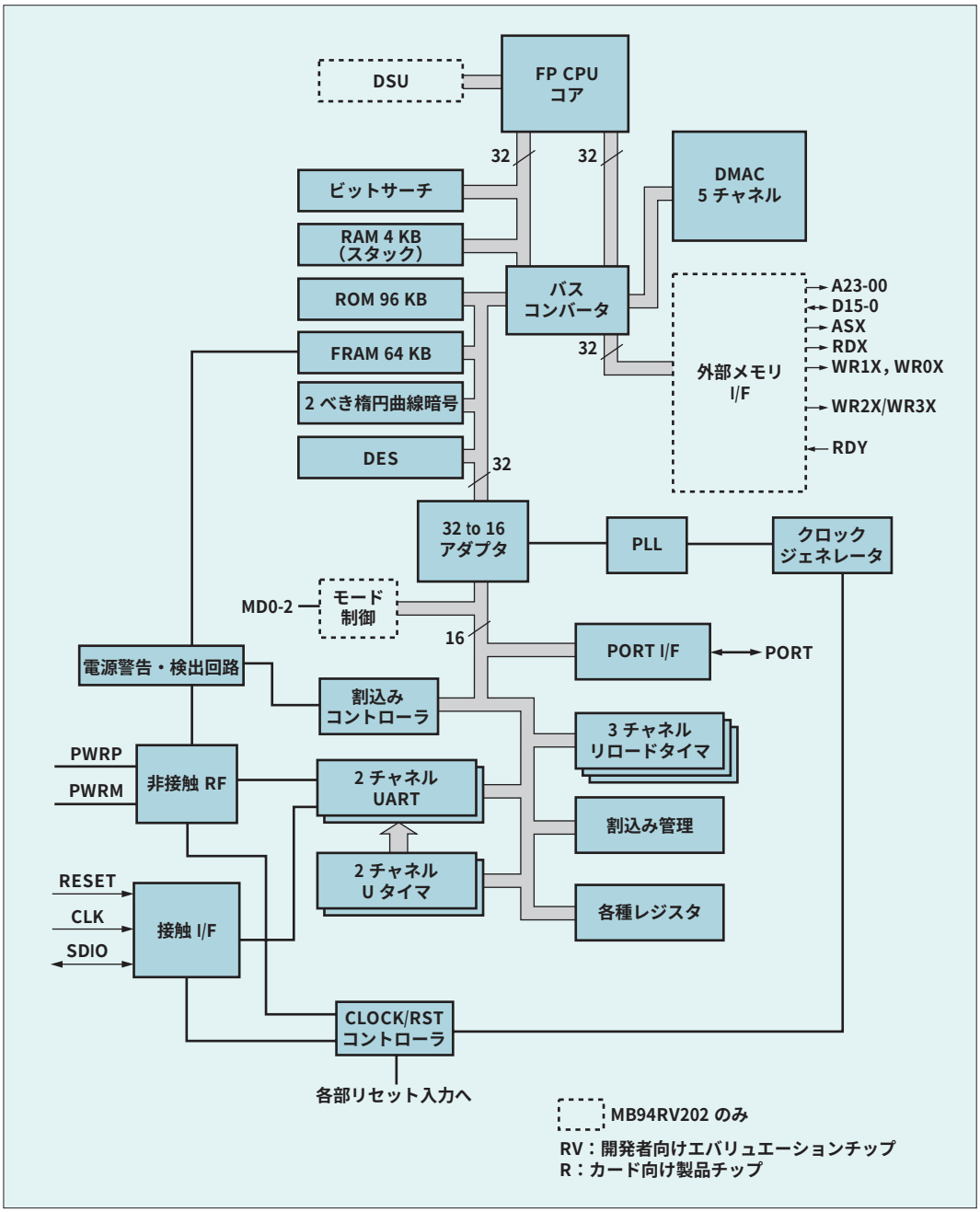
＊2：楕円曲線暗号（Eliptic Curve Cryptography）
1985年にKoblitz，Millerらが発明した公開鍵暗号方式。RSA方式に比べて，短い鍵の長さで同等の安全性を実現でき，高速処理が可能。

＊3：DES（Data Encryption Standard）
1970年代に米国IBM社が開発した共通鍵暗号方式。米国政府連邦処理標準（FIPS）に登録，米国規格協会にも採用されており，幅広く利用されている暗号方式。

＊4：PZT（Pb（Zr,Ti）O3）
FRAM用の強誘電体薄膜キャパシタ材料（チタン酸ジルコン酸鉛）

＊FRAMは米国ラムトロン社の登録商標です。

図3　MB94RV202/R202の構成



技術に関するお問い合わせ先：電子デバイス事業本部　FRAM事業部部
TEL（042）532-1422　FAX（042）532-2448
営業に関するお問い合わせ先：最寄りの営業部門（裏表紙をご参照ください）