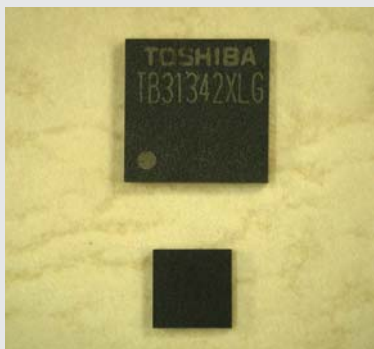


ユビキタス社会を支える新機能素子・材料の開発とその生産技術—携帯端末の小型・軽量化に貢献する高集積RF-LSIチップセット、高速大容量・低電圧駆動の16MビットMRAM、次世代LSI用のメタルソース・ドレイン電極技術、半導体クリーンルーム内作業の自動化システムなど、特長ある製品づくりを支える新しい材料・基盤技術の開発を進めています。



▲ 送受信IC (TB31342XLG) (上) と 低雑音増幅器IC (TB31341FTG) (下)
Receiver-transmitter IC (top) and low-noise amplifier IC (bottom)

■ トリプルバンドW-CDMA用 RF-LSIチップセット

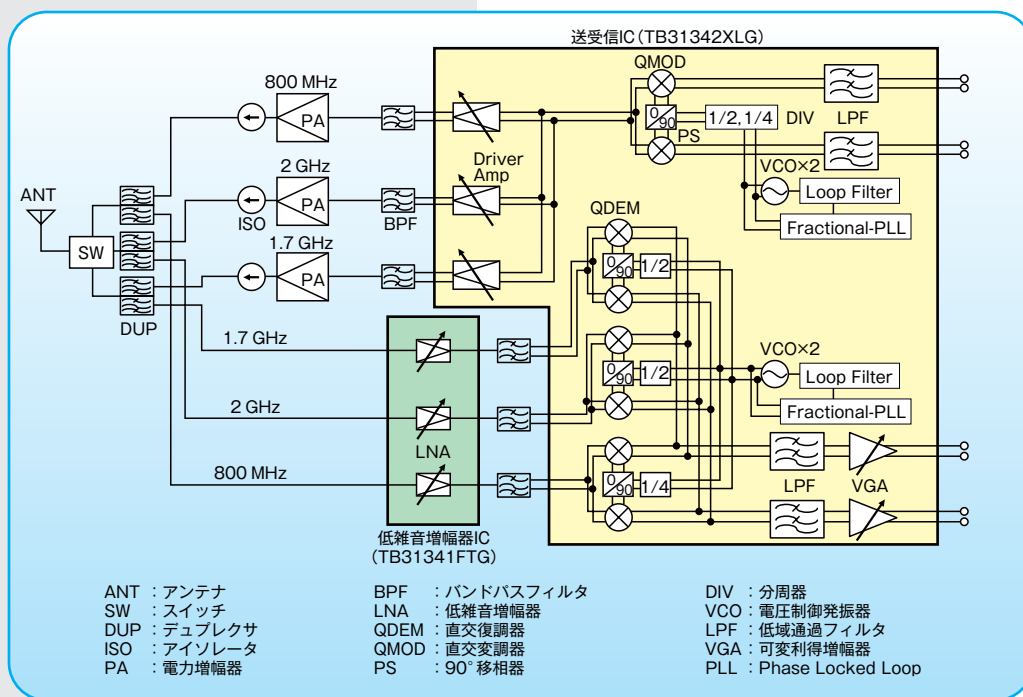
第3世代の携帯電話システムの一つであるW-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) のトリプルバンド化に対応するため、従来のデュアルバンド(800 MHz / 2 GHz)に加え、1.7 GHzにも対応できるRF (Radio Frequency)-LSIチップセットを開発した。

このチップセットは、送受信IC (TB31342XLG) と低雑音増幅器IC (TB31341FTG) の2チップで構成されている。SiGe (シリコンゲルマニウム)-BiCMOS (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor) プロセスを用いて製造され、それぞれFBGA80パッケージ(外形寸法: 7.0×7.0×0.8mm)と、VQON24パッケージ(外形寸法: 3.8×3.8×0.6mm)に実装されている。

従来、送信ICと受信ICとに分かれていたICを、今回のチップセットでは送受信ICとして集積化することでセットのチップ数を削減することができ、更に、IC内部の回路性能を向上させることで、外付けで用いていた部品を削減でき、世界トップクラスの高集積RF-LSIチップセットを実現した。それにより、携帯端末の小型・軽量化に寄与できた。

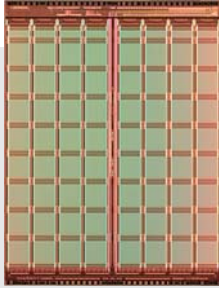
また、従来からの低消費電力性能を維持したまま、回路の低雑音化を行うことにより、良好な変復調精度 (EVM) を実現したことで、待受時間／通話時間の延長と高速通信性能を両立させた。

(セミコンダクター社／研究開発センター)



▲ トリプルバンド用W-CDMA用RF-LSIチップセット
Radio frequency (RF)-LSI chip set for triple-band W-CDMA transceiver



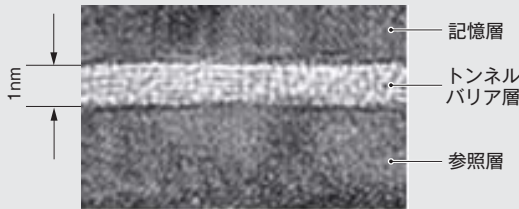


(a) チップ

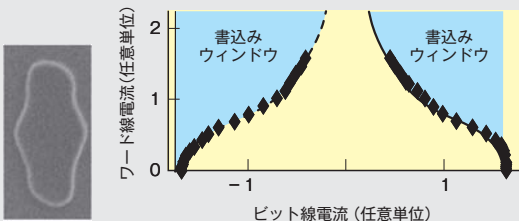
駆動電圧	1.8 V
アクセス時間	34 ns
バーストモード速度	200 Mバイト/s
セル占有率	42.3 %

(b) 主要性能

▲ 16 MビットMRAMのチップ(a)と主要性能(b)
16 Mbit MRAM chip (a) and its performances values (b)



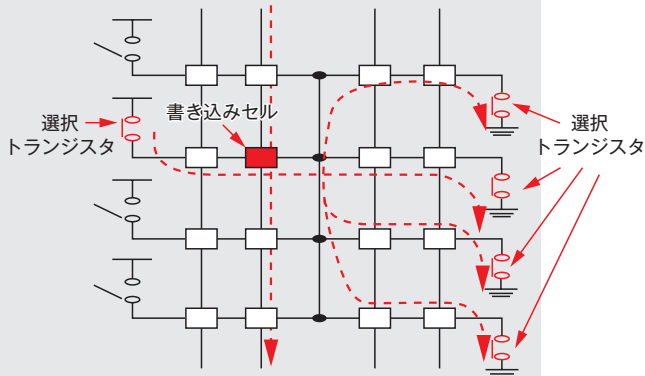
▲ 採用した350℃耐熱性MTJ記憶セル断面のTEM (透過型電子顕微鏡) 像
Cross-sectional TEM image of magnetic tunnel junction (MTJ) with 350°C process endurance



(a) SEM 像

(b) 書き込み電流しきい値曲線

▲ プロペラ形状のMTJ記憶セルの平面SEM (走査型電子顕微鏡) 像(a)とその書き込み電流しきい値曲線(b)
SEM image of "propeller-shaped" MTJ (a) and its write current threshold curve (b)



▲ フォーク状書き込み電流駆動方式
"Fork-shaped" write current flow

■ 42.3%のセル占有率を持つ 1.8 V駆動 16 Mビット高集積MRAM

既存のワークメモリは、電源がなくなれば蓄えられた情報が消えてしまい、情報の書換え回数に制限があり常に動作し続けるワークメモリとしては使えない。それに引き換え、MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory) は、書換え制限のない唯一の不揮発性メモリであり、SRAM (Static RAM) やDRAMなどのワークメモリを不揮発にし、モバイル機器の低消費電力化やインスタントオン機器を実現できるメモリである。

今回、独自のスイッチング方式と書き込み電流駆動方式により、世界最大容量(16 Mビット)・最高バーストモード速度(200 Mバイト/s)・最小駆動電圧(1.8 V)^(注)のMRAMを開発した。

MRAMを大容量化するため、プロペラ形状にしたMTJ (Magnetic Tunnel Junction) を用いたスイッチング方式を開発し、大きな書き込みウィンドウの確保と、従来比40%に相当する書き込み電流値の低減を両立させた。書き込み電流値の低減により周辺回路の面積を減らし、チップ面積の42.3%の領域をメモリに割り当てることができた。

また、書き込み電流駆動方式では、フォーク状に書き込み電流を流すことにより、配線抵抗を実質で62.5%に低減し、モバイル用途に対応した1.8 Vの低電圧化を実現した。

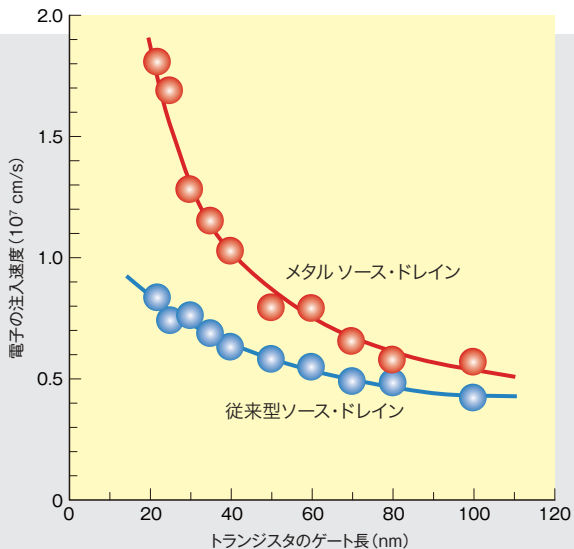
更に、世界最高^(注)の耐熱温度(350℃)を持つ独自のMTJ材料の採用でLSIプロセスとの整合性も確保し、また、懸案となっていた1 nm厚さのトンネル絶縁膜の信頼性にもめどをつけることができた。

このMRAMは、NEDO (独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構) の助成のもと、当社のセミコンダクター社、研究開発センターと日本電気(株)が共同で開発したものである。

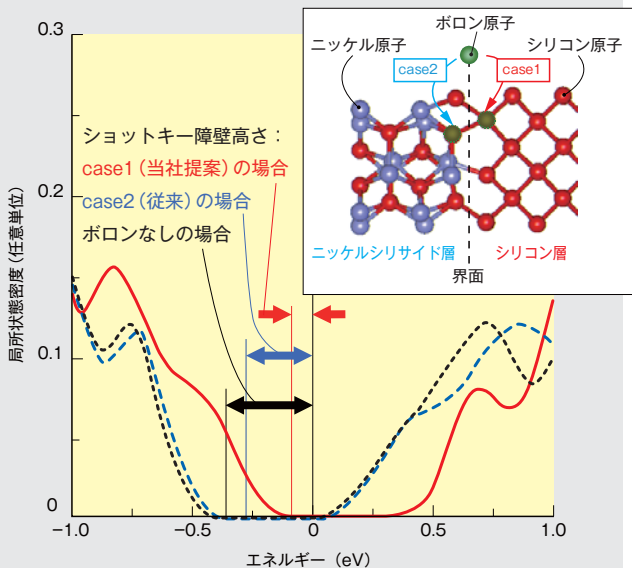
(注) 2006年12月現在、当社調べ。

関係論文: 東芝レビュー. 61. 9, 2006, p.72-73.

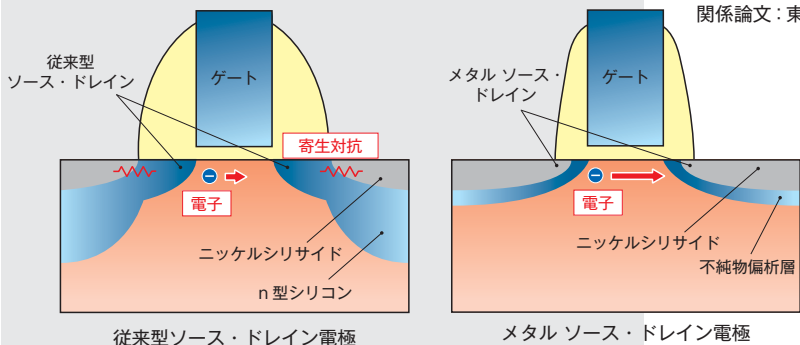
(研究開発センター/セミコンダクター社)



▲ 電子注入速度のゲート長依存性
Effect of gate length on electron injection velocity



▲ ニッケルシリサイド／シリコン界面の局所状態密度の計算結果
Calculated local density of states for nickel silicide and silicon interface



◀ 従来型ソース・ドレイン電極とメタルソース・ドレイン電極の模式図
Schematic of conventional- and metal-source/drain electrodes

■ 次世代高性能トランジスタのためのメタルソース・ドレイン電極技術

トランジスタの電極材料を、従来の半導体から金属(メタル)に置き換えることによって、電極部の寄生抵抗を低減する、メタルソース・ドレイン電極技術を開発した。

計算科学も取り入れ、物理的な理解に基づく電極構造設計を進め、2010年以降に量産予定の次世代LSIへの投入を目指す。

今回、東芝が独自に開発してきた不純物偏析^(注1)技術を用いたメタルソース・ドレイン電極に適用したところ、従来型トランジスタと比べて、寄生抵抗を約40%低減でき、電子の注入速度を最大で2倍程度まで向上(従来型トランジスタと比較して駆動電流が50%改善)できることが実験によって確認された。

更に、ソース・ドレイン電極にあたる、ニッケルシリサイド／シリコン界面近傍において、ボロン原子の分布を制御することにより、界面抵抗の大きさを表すショットキー障壁高さ^(注2)が0.3 eV以上も低減できることを、第一原理計算^(注3)から見いだした。

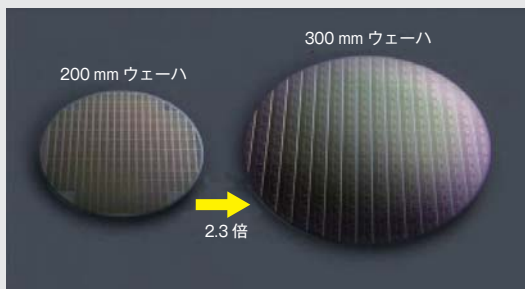
特徴的な事柄は、この効果がボロン原子の周りに発生する電気双極子^(注4)によって生じている点である。界面抵抗は、寄生抵抗の大部分を占めており、この知見は、メタルソース・ドレインだけでなく、従来型トランジスタ電極の寄生抵抗も大幅に低減できる可能性を示したことになる。

以上の成果は、高駆動電流のトランジスタを実現するために極めて意義の大きいものであり、今後も、実験と計算を連携させながら、極限性能の新型トランジスタに向けたイノベーションの実現を目指していく。

(注1) 関係論文参照。
(注2) メタル／半導体界面に現れるエネルギーの壁。
(注3) 原子レベルでの量子力学的計算。
(注4) 大きさが等しく、符号の異なる点電荷が結合した状態。

関係論文：東芝レビュー. 61. 5. 2006. p.33-36.

(研究開発センター)



▲ 300mm ウェーハの効果
300mm wafer efficiently allows us to make 2.3 times as many chips as previously



▲ 製造装置へのウェーハ自動搬送
Automated system for transporting wafers between manufacturing stages

■ 300 mm ウェーハ製造棟クリーンルーム 運用効率化のための自動化システムを開発

メモリやロジックなどの半導体製造の生産性を向上させるために、従来の直径200 mmのウェーハから、直径300 mmへの移行が進められている。

300 mmウェーハは重量が重く、人手での搬送が困難なため、製造装置上に設置されたレール上を移動・巡回する搬送車によって製造装置へと自動的に搬送される。

このようなウェーハの300 mm化や搬送の自動化とともに、更なる作業の効率化を図り、生産性向上を進めるために、クリーンルーム内の作業や判断業務を自動化するシステムを開発した。

従来、製造指示作業は作業者の判断に依存していたが、これを自動化するために、処理・加工の実行が可能な製造装置の選択、適切なウェーハの選択と製造装置への割付け、製造開始のタイミングなど、経験に基づく作業者の運用ノウハウを形式知化することで、判断ルールを作成した。

開発したシステムは、作成した判断ルールに基づき、ウェーハの処理・加工の優先度を自動的に判断し、搬送、製造の指示を行う。更に、作成した判断ルールをライブラリ化することで、製造ラインを停止させることなく判断ルールの追加や変更を行うことができるようにし、また、異なる工場でも再利用できるようにした。

(生産技術センター)

