

縦型BC-MOSFET による 三次元集積工学と応用展開



平面から縦型へ、トランジスタの進化でイノベーションを起こす

スマートフォンなどの電子機器が高機能化するにつれて、バッテリーのもちの悪さが課題となっています。飛躍的な低消費電力化の要となるのがトランジスタですが、これまで工業製品化されている平面型での改良は限界に近づいています。平面型トランジスタは小型化が進むにつれて電極間の電流の制御が難しくなり、リーク（漏れ）電流が発生してしまうという問題があるのです。

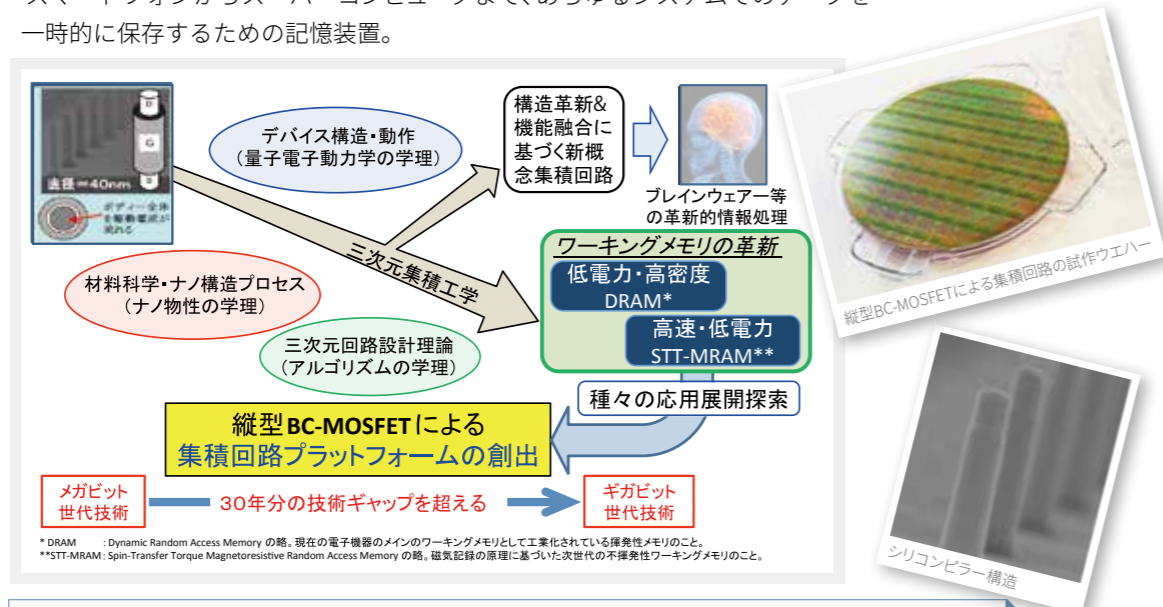
そこで全く新しい縦型のトランジスタ「縦型ボディチャネル (BC-) MOSFET」を開発し、既存のトランジスタと比べて100分の1から1000分の1のリーク電流の低減と、チップサイズの縮小を同時に達成しました。さらに縦型トランジスタによる集積回路として、1メガビットのメモリの動作に世界で初めて成功したのです。

縦型トランジスタが、集積回路とさまざまな電子機器の発展を加速させる

ACCELでは縦型トランジスタの特徴を最大限に生かし、高速で大容量、低消費電力なワーキングメモリ*を開発しています。また、さまざまな集積回路への応用展開にもつながるよう、基盤となる共通技術を戦略的に構築していきます。

そして開発と技術構築を推進することで、半導体集積回路の新しい技術プラットフォームを創出し、革新的な省電力集積回路を先導します。これによって、例えばスマートフォンの性能が従来の100倍向上し、なおかつ充電は1カ月も不要になるなどの新しいエレクトロニクスシステムが生まれ、情報化社会・省エネルギー社会・ユビキタス社会に貢献していきます。

*スマートフォンからスーパーコンピュータまで、あらゆるシステムでのデータを一時的に保存するための記憶装置。



縦型ボディチャネル (BC-) MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor)

縦型BC-MOSFETは、直径数十ナノメートルのシリコン柱の周囲をゲート電極で取り囲み、その上下にソース・ドレイン電極を配置した構造になっています。これにより柱全体が電気の通り道（チャンネル）となって、従来よりも低電圧で動作しリーク電流も抑えることができます。



研究代表者

遠藤 哲郎 東北大学 国際集積エレクトロニクス
 研究開発センター センター長 (大学院工学研究科 教授)

私は以前から、リーク電流が情報端末の発展と普及において根本的な課題になると考えていました。平面型トランジスタの世界は現在微細化に伴う消費電力増大の課題に直面しており、デバイス構造自体を変えていかなければという強い思いのもと、三次元集積により高性能化する研究を進めてきました。そしてシリコンの柱に直接電流を流す「ボディチャネル型動作」を閃いたことで、半導体は平面型であるべきという常識を打ち破ることができました。

ACCELでは、縦型トランジスタをさらに高性能化させることによって、大容量・高速・低消費電力のワーキングメモリからロジックLSIの開発にチャレンジしています。現在まで驚異的な成長を続ける半導体分野は、社会のあり方を左右する重要な産業であり、特に、さらなる大容量・高速・低消費電力によってIoTやAIなど様々な大きな市場の創出が期待されますので、今後も我が国としても中核的に研究開発を続けていかなければならないのです。

ナノサイエンスでの新しい物理現象をコツコツ解明するとともに、集積エレクトロニクス技術を一步一步構築し、ここまで来ることができました。

プログラマー

政岡 徹
 科学技術振興機構 ACCELプログラマー

縦型トランジスタの可能性が示されてから、3次元構造化は次世代の集積回路開発の潮流になりつつあります。私の役目は、世界のトップ企業に先んじて研究開発を進め、産業応用の目処をつけることです。

ACCELでは、ユーザー企業を訪問し、縦型トランジスタの有効性を広めるための活動を行っています。現在は、ワーキングメモリの実現に加え、ロジックLSIへの応用展開に向けた基盤技術開発に本格的に着手しています。縦型トランジスタによって、ロジックLSIの課題であるセル面積の縮小とリーク電流の削減が期待できることも明確化してきました。

本技術が実用化されれば半導体産業に変革が起こり、情報管理やインフラをはじめ、社会に大きな変化をもたらすことは間違いありません。今後、企業との連携をさらに深め、縦型トランジスタの実用化に向けて貢献できればと思っています。

縦型トランジスタは、世界中の研究者から驚きをもって迎えられました。次は社会を驚かせるような産業応用の創出を目指します。

縦型トランジスタ技術が
 IoT・AIなどの
 さらなる進化を支え、
 未来の省エネ社会を
 切り拓いていきます。



PROFILE

TETSUO ENDOH
 1987年、東京大学理学部物理学卒業。同年、(株)東芝に入社。1995年に東北大学に移り、2008年に東北大学電気通信研究所 教授。2012年より現職。集積回路、不揮発性メモリ・ロジック、パワーエレクトロニクスなどの研究開発に従事。博士 (工学)。

PROFILE

TORU MASAOKA
 1974年、慶應義塾大学大学院工学研究科修士課程修了。同年、(株)東芝に入社。岩手東芝エレクトロニクス(株)(現:(株)ジャパンセミコンダクター)、グローバルウェーブ・ジャパン(株)などを経る。システムLSIの技術開発から半導体先端技術の事業化の企画立案まで従事。