

32nm 世代 VLSI を担う More Moore 技術 ——三次元ゲート MOSFET——

小特集編集にあたって

編集チームリーダー 安藤 淳

20 世紀半ばに集積回路が発明されて以来、回路の集積度は飛躍的に向上し、有名な「Moore's Law」を技術革新における指導原理として、MOSFET はその微細化の一途をたどってきた。しかしながら、21 世紀に変わりつつあるところから、微細化に伴う諸問題、特に短チャネル効果による待機時消費電力の増大が深刻になり、従来技術の延長としての微細化限界が議論されるとともに、「More Moore」, 「More than Moore」, 「Beyond CMOS」といった概念整理に基づき、材料技術や素子構造からデバイス動作原理に至るまで、様々な対応策が検討されるようになってきている。

これらの取組みの中で、従来のプレーナ形 MOSFET の代わりに三次元ゲート構造を導入したいいわゆる三次元ゲート MOSFET は、これまでに蓄積された CMOS 技術が延命できるものとして、32nm 世代 VLSI デバイスの重要な候補として注目を集めている。その研究・開発の歴史は意外と長く、1984 年には当時の電総研より、短チャネル効果抑制を解決するダブルゲート MOSFET 構造が文献発表され、「XMOS (FET)」と命名されている。この「XMOS」は、プレーナ形であったため作製プロセスが複雑であったが、トランジスタのチャネル部を 90 度回転させて基板に対して垂直に立てるという新しい発想が、1989 年に日立より「DELTA」として発表され、三次元ゲート MOSFET の技術開発が大きく前進することとなった。そして、1998 年に、同じく日立より発表された FinFET を中心として、過去 10 年余りのうちに、MOSFET 単体から VLSI への集積技術まで幅広く検討さ

れるようになってきており、その実用化も具体的な視野に入りつつある。

このような状況をかんがみ、32nm 世代 VLSI を担っていく More Moore 技術の一つと考えられている三次元ゲート MOSFET の現状について、FinFET を中心に概観し解説するために本小特集を企画した。

まず、第 1 章では、三次元ゲート MOSFET を回路応用するのに必要な動作特性を解析する手法として広く用いられているデバイスシミュレーションと物理モデルに関して最近の技術動向をまとめるとともに今後の展望を解説する。

第 2 章においては、32nm 世代以降の VLSI への適用を目指した「実用化」に向けてのプロセス・集積化技術における取組みの現状と、FinFET 適用の有力な候補として考えられている SRAM への応用例を紹介する。

第 3 章と第 4 章では、四端子デバイスであるダブルゲートデバイスについて紹介する。まず、FinFET 構造を発展させた四端子 FinFET の作製プロセス並びに単体デバイスと CMOS 回路の特性について、第 3 章において解説する。次に、第 4 章において回路応用技術の観点から、ダブルゲートデバイスにおける二つの動作モードの得失を解説した後、新しい動作モードの提案とそのキラーアプリケーションとしての Flex Power FPGA について紹介する。

本小特集が、その限界がささやかれ始めた MOSFET の微細化を更に進展させる大きなポテンシャルを持つ三次元ゲート MOSFET 技術の現状を理解する一助となれば幸いである。最後にお忙しいところ原稿の執筆を御快諾頂いた執筆者の皆様、編集に御尽力頂いた編集委員会の皆様並びに会誌編集担当の学会事務局の皆様にご心より御礼申し上げます。