

ALCA-Next

「半導体」領域

2024 年度 年次報告書

2023 年度採択

[研究開発代表者名:前田 辰郎]

[産業技術総合研究所先端半導体研究センター 研究主幹]

[研究開発課題名:性能バランスを最適設計した異種チャネル 3D CFET SRAM]

主たる共同研究者:

[服部 淳一 (産業技術総合研究所先端半導体研究センター 主任研究員)]

実施期間 : 2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発成果の概要

本研究課題では、sub-nm 世代技術として期待されている高性能 Ge(111) NS nFET/Ge(110) NS pFET および酸化物 nFET の微細な単体デバイスを試作し、その実デバイスからデバイスシミュレーションに必要なパラメーターを抽出し、各種 FET のデバイスモデルを新たに構築する。さらに、それらを統合することで 3D CFET SRAM のシミュレーションを実現し、そのエネルギー消費量を算出することで、高性能かつ低消費電力な SRAM の設計指針を提示することを目的としている。本年度はこの目標達成のために昨年に引き続き各種 FET 試作のプロセス課題の抽出と課題解決のための方策を検討する一方、3D CFET SRAM シミュレーションのための環境の改善を進めた。

今年度、前田グループでは、昨年度開発した Ge(111)OI 基板から、Ge GAA(Gate-All-Around)構造作成プロセスの検討を行なった。ナノシート幅 $W_{ns} = \sim 80 \text{ nm}$ 以下、ナノシート厚さ $T_{ns} = \sim 50 \text{ nm}$ 以下の Ge ナノシートを電子線露光装置を用いて作成した。さらに、GAA チャネル構造を形成するため ALD 法を用いて $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiN}$ の High-k/Metal Gate の連続堆積と PVD 法による TiN 堆積を実施、良好な GAA 構造の確認を行なったところである。Ge(110) NS FET に向けて、Si(110)基板を使った Ge エピ構造とその転写方法の検証を進めた。酸化物チャネルでは、ALD 装置を用いて sub-nm 世代に対応する数 nm 厚の In_2O_3 酸化物チャネル FET を作成した。3D 集積に向けて 400 度以下の低温で FET の作成可能であるが、その性能はわずかな膜厚変化に極めて敏感であり、最適化にむけた精密な作成条件を検証しているところである。

服部グループでは、Ge(111) NS nFET/Ge(110) NS pFET のシミュレーションに向けて Ge における移動度のモデリングに取り組んだ。特に、既存モデルの検証時や新規モデルの開発時に必要となる輸送特性の理論計算環境の構築を進め、試験計算を開始した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Mobility and stability improvements through in-situ AlOx passivation on extremely thin 2 nm-thick InOx back-gate FETs” Chia-Tsong Chen et al., Jpn. J. Appl. Phys. 64 01SP07 (2025)