研究課題別中間評価結果

1．　研究課題名：　Ge High-k CMOS に向けた固相界面の理解と制御技術の開発

2．　研究代表者：　鳥海　明　（東京大学大学院工学系研究科　教授）

3．　研究概要

More Moore 技術の科学的深化と進展は、それ自身の展開に意味があることに加えて、More than Moore 技術、Beyond CMOS 技術につながり次世代エレクトロニクス用デバイスの実現に向けた重要なテーマである。Ge は Si と似た性質を持つが、界面制御という観点からは大きく異なることがわかってきた。Ge CMOS の実現に必要となる種々の固相界面の理解と制御を材料科学的に理解し制御手法を構築することによって、Ge CMOS の基本技術を構築する。具体的な研究目標として次の三点を設定する。

① Ge FET チャネル界面の理解に基づく世界最高値のモビリティの実現。

② Ge/High-k 界面の理解に基づく高性能ゲートスタックの実現。

③ Ge/Metal 界面の理解に基づく低抵抗 Ge Source/Drain コンタクトの実現。

この研究目標を達成するために、研究項目として大きくは下記の三点を設定する。

(1) 各種固相界面の材料学的理解と制御

(2) 低欠陥素子分離端の実現

(3) Ge CMOS 動作実証および Ge CMOS デバイス物理の解析

4．　中間評価結果

4－1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

n、p チャネル共に世界最高の移動度を実現し、Ge MOS トランジスタの高い駆動力性を短期間で実証した点は高く評価できる。高圧酸化による Ge/GeO_2 をはじめとした固相界面の理解と制御、新デバイス構造の動作実証と物理の解析も全体として順調な進捗である。界面準位の発生機構の解明など Discovery Science を重視した研究にもなっており、そのレベルの高さは国際会議の招待講演の数にも表れている。加速資金で、Ge ウエハ、試作装置、評価装置などを導入したが、GeOI MOSFET の試作実験やその他の解析にそれらを用いた実験が前倒しに進められており、有効に活用されている。

4－2. 今後の研究に向けて

高電界領域における移動度が高くならない課題の解決、Ge MOS 界面構造、界面欠陥、FLP などの理解を深め、今後の微細化・低電圧化トレンドにおける Ge CMOS の優位性を見極め、Ge 界面物性の統一的描像を確立してほしい。また、豊富な科学的知見をエンジニアリングに活かせるよう特許出願を増強することが必要である。

4－3. 総合的評価

理想的な CV 特性を有する絶縁膜/Ge 界面の作製法を提示し、世界最高の移動度を実現するという、世界をリードする結果が得られており、進捗は順調である。高圧酸化というやや難しい作製法で得られた知見を量産手法に活かすことを期待する。Ge MOS 界面構造、界面欠陥、混入させた希土類金属のパッシベーション効果の解析など基礎的な理解は進んだので、残りの研究期間では、微細 CMOS としての Ge 優位性を明確にしたい。