

科学研究費補助金（基盤研究（S））研究進捗評価

| | | | |
|-------|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| 課題番号 | 19106005 | 研究期間 | 平成19年度～平成23年度 |
| 研究課題名 | ナノメートル誘電体薄膜の電子物性の理解と制御の研究 | 研究代表者 (所属・職) | 鳥海 明（東京大学・大学院工学系研究科・教授） |

【平成22年度 研究進捗評価結果】

| 評価 | 評価基準 |
|----|--------------------------------|
| A+ | 当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる |
| ○ | A |
| | B |
| | C |

(意見等)

本研究は、Si や Ge 上の High-k 誘電体薄膜の極薄化に伴うトンネル電流評価のための物性パラメータを定量化するとともに、物性を制御して最適な複合酸化膜作製を実証することにより、金属電極と絶縁膜のエネルギー障壁、High-k 膜の電子構造、積層絶縁膜内のダイポール層、絶縁膜中の酸素欠陥の評価とその MOS 構造の作製に関して、当初の目的に向けて着実に研究が進展している。

例えば、表面に極薄AuをレファレンスとしたXPSの測定から障壁量、High-kの電子構造を正確に決め、またGe酸化時に酸素同位体を用いて反応機構を解明し、さらにnチャネルMOSFETにより世界最大の移動度 $1000\text{cm}^2/\text{Vsec}$ を得るなど世界に先駆けて新たな知見と技術開発に成功している。

今後、本研究については計画通り研究を進めていけば良いと考えられるが、提案されている清浄で微細なデバイス構造の基板を作製可能な他研究機関との連携を図り、さらに目標の $1\text{A}/\text{cm}^2$ のゲートリーク電流を達成する具体策の構築に努力を傾けていただきたい。

【平成24年度 検証結果】

| | |
|------|---|
| 検証結果 | 研究進捗評価結果どおり研究成果が達成された。 |
| A | <p>金属/絶縁膜/半導体の界面は MOSFET の特性を決定する要因である。High-k 膜を絶縁層に複合化する新たな方法を提案し、評価技術を駆使して様々な未解決の問題を明らかにし、当初の研究目標を概ね達成している。研究進捗評価の意見で述べられている目標のゲートリーク電流は達成できていないが、研究進捗状況報告以降の研究成果は予想以上である。</p> <p>例えば、High-k 膜の構造相を制御することによって、通常の 2 倍以上の誘電率を実現し、更に誘電率を低下させることなく薄膜化させ、シリコン等価酸化膜厚の 0.5nm を実現した。また、絶縁膜界面のダイポール構造や半導体中の欠陥の振る舞い等について詳細な解析を行い、ナノ複合誘電体薄膜に革新的な理解と指針を与えている。研究成果は 34 件の雑誌論文、127 件の学会発表として公開されている。</p> |