

フラッシュランプアニールによる HfO₂/Si 構造の界面特性改善

～高性能微細 CMOS の実現を目指して～

工学研究科 電気物性工学専攻

M1 ◎末政 涼、首藤 広大、吉仲 泰萌、教授 奈良 安雄

キーワード

FLA(Flash Lamp Annealing), 界面準位密度(D_{it}), HfO₂,
高誘電率(High-k)膜, NH₃, 加速劣化試験, ストレス試験

研究概要

微細 CMOS のゲート絶縁膜として用いられている高誘電率(High-k)膜の特性改善の熱処理技術として、FLA(Flash Lamp Annealing)が提案されている。従来の手法では熱処理に一秒程度の時間がかかるが、FLA ではミリ秒程度で熱処理を行うことが可能であり、ドーパントの不活性化を抑制できる。また、NH₃ 雰囲気 FLA 処理を施すことによりゲート絶縁膜の薄膜化が可能であることもわかっている。しかしながら、High-k 膜と Si 基板との界面状態の理解は十分でない。本研究では、NH₃ 雰囲気 FLA での界面準位密度(D_{it})の評価および、その長期安定性について調べることを目的とした。

NH₃ 雰囲気 FLA での界面準位密度の評価を行うため図 1 のような試料を作製した。試料は Si 基板に HfO₂ を成膜後、FLA 処理を行い、上部に TiN 電極、下部に Al 電極を形成した。FLA を行う際、NH₃ 濃度を振り分けた。また、比較のため N₂ 雰囲気 FLA 処理と、FLA なし(No anneal)の試料を作製した。図 2 にコンダクタンス法により求めた D_{it} を示す。NH₃ 濃度が高いほど D_{it} は低くなること、No anneal や N₂ と比較しても NH₃ で処理した試料の方が D_{it} は低くなることがわかった。さらに、一定のストレス電圧を長時間印加して D_{it} の変化を測定し、長期安定性を評価した。D_{it} の変化が 0.2×10¹²/cm²eV となる時間とストレス電圧の関係を図 3 に示す。これより NH₃ 雰囲気 FLA を行うことで長期安定性を改善できることもわかった。

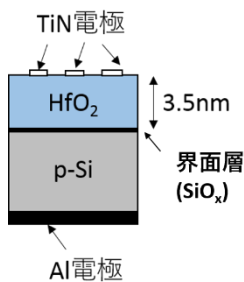


図 1 試料構造

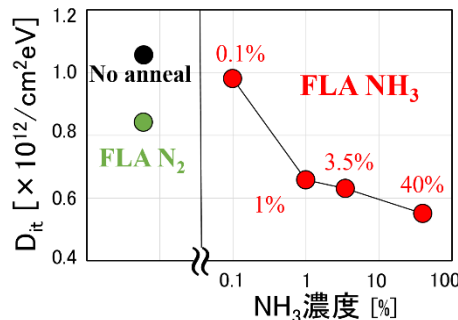


図 2 D_{it} の NH₃ 濃度依存

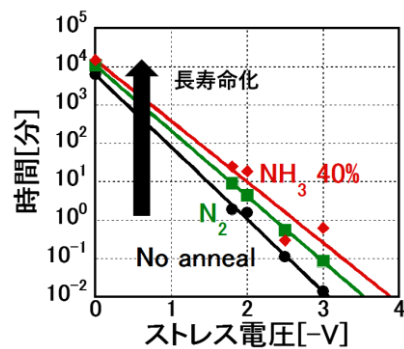


図 3 ストレス電圧と動作時間

アピールポイント

高濃度 NH₃ 雰囲気での FLA 処理により、界面準位密度の低減と長期安定性の向上の両者を実現できることを示した。このことから、FLA は高性能微細 CMOS 実現のための熱処理として有望であることがわかった。

本研究を進めるにあたり(株)SCREEN セミコンダクターソリューションズの支援を受けた。関係各位に感謝する。