

GeO₂/Ge 界面特性に与える High-k 層の影響

Influence by the High-k layer to give GeO₂/Ge interface characteristics

農工大院工, °和知 祥太郎, 北原 義典, 岩崎 好孝, 山田 浩史,
上野 智雄, 並木 美太郎

Tokyo Univ. of Agri.&Tech, °Shotaro Wachi, Yoshinori Kitahara, Yoshitaka Iwasaki, Koji Yamada,
Tomo Ueno, Mitaro Namiki

E-mail: s177498y@st.go.tuat.ac.jp

①研究背景

現在 MOS-FET の微細化による性能向上は限界を迎えつつあり、新材料(High-k 材料・High- μ 材料)の導入が検討されている。新材料 MOS-FET として、SiO₂ の約 5 倍の誘電率を持ち、絶縁性にも優れた HfO₂ と、電子移動度のみならずホール移動度も優れている Ge を用いて、界面に拡散防止膜の GeO₂ 層を挿入した、HfO₂/GeO₂/Ge 構造が注目されている。しかしながら、GeO₂ 層を挿入した場合でも、HfO₂ 堆積時に、Hf が GeO₂ 層を拡散し界面に到達してしまい、界面特性を劣化させてしまうことが報告されている。そこで、本研究では、Al₂O₃ を High-k 材料とした Al₂O₃/GeO₂/Ge 構造を作成し、HfO₂/GeO₂/Ge 構造と界面特性を比較した。今回は、高いホール移動度を生かせる p-MOS を念頭に、n 型 Ge について調査を行った。

②実験方法

Ge 基板を HF 洗浄した後に、500°C 酸化を 2 分間行い GeO₂ 層 3.4nm の GeO₂/Ge 構造を作成した。次に、GeO₂ 層生成後に、反応性スパッタ法にて HfO₂ と Al₂O₃ をそれぞれ Ar 流量 30sccm, O₂ 流量 10sccm, DC ターゲット電力 50W, 成膜時間 1min の条件で、20nm 堆積し、N₂ 雰囲気下にて、400°C アニールを 30 分間行った HfO₂/GeO₂/Ge 構造と Al₂O₃/GeO₂/Ge 構造を作成した。この 2 つそれぞれの特性を GeO₂/Ge 構造の特性と比較し、HfO₂ と Al₂O₃ それぞれの界面への影響について調査した。

③実験結果・考察

Fig1. に GeO₂/Ge 構造の C-V 特性を示す。高温 500°C 酸化による GeO₂/Ge 構造としては、n 基盤を用いると、周波数分散も少なく、比較的良好な界面特性を得られた。一方で HfO₂ を堆積させた場合には、Fig2. に示すように界面特性が悪化してしまっている。しかしながら、Al₂O₃ を堆積させた場合には、界面特性は悪化するどころか改善されている。このことは、Fig4. の D_{it} 値からも分かる。2 つの材料によって特性が大きく変わっている原因は、アニール処理を施した際の金属の拡散の違いであると考えた。HfO₂ 層、Al₂O₃ 層内の酸化不足による金属部分が拡散したと考えられるが、Hf は Al に比べて拡散しやすいため、400°C の条件では、HfO₂ の場合には、過剰な量の Hf が拡散してしまい、特性を劣化させたのではないかと考えられる。一方で、Al₂O₃ の場合には適当な量の Al が拡散したことにより PMA 効果で特性が改善されたのではないかと考えられる。

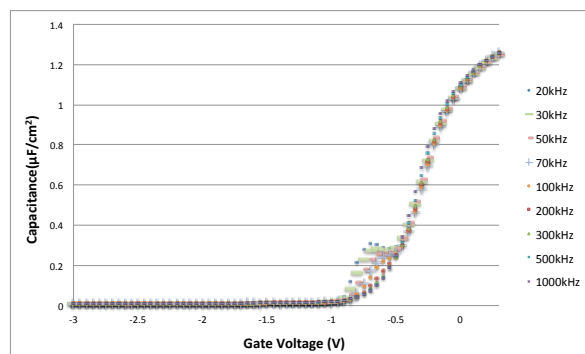


Fig1. GeO₂/Ge 構造 C-V 特性

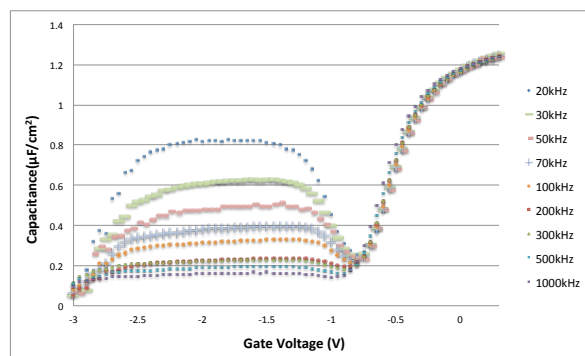


Fig2. HfO₂/GeO₂/Ge 構造 C-V 特性

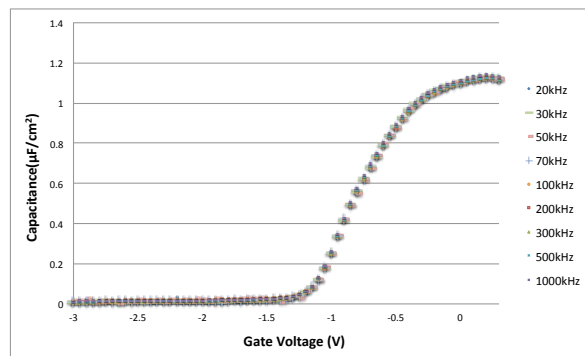


Fig3. Al₂O₃/GeO₂/Ge 構造 C-V 特性

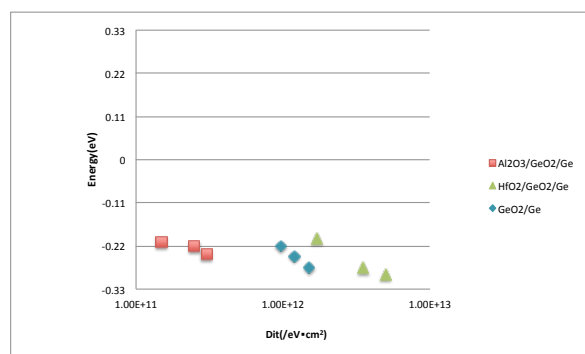


Fig4. D_{it} 値