

酸素添加が W ゲート MOS デバイスの電気特性に与える影響

Effect of oxygen incorporation on electrical characteristics in W gated MOS devices

東工大フロンティア研¹, 東工大総理工² ○川那子高暢¹, 角嶋邦之², Parhat Ahmet¹,筒井一生², 西山彰², 杉井信之², 名取研二¹, 服部健雄¹, 岩井洋¹Tokyo Tech. FRC¹, Tokyo Tech. IGSSE² ○T. Kawanago¹, K. Kakushima², P. Ahmet¹,K. Tsutsui², A. Nishiyama², N. Sugii², K. Natori¹, T. Hattori¹, H. Iwai¹

E-mail: kawanago.t.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】 閾値電圧の制御は High-k/Metal ゲートスタックの大きな技術課題の一つである。閾値電圧を制御するために Hf 系絶縁膜中に異種材料を添加する技術が盛んに報告されている[1]。一方で、Metal ゲート電極の実効仕事関数そのものを制御あるいは変調する技術も極めて重要であると考えられる。最近 TiN 電極や W 電極への酸素導入によって大きな正のフラットバンド電圧 (V_{FB})あるいは高い実効仕事関数が得られたという報告がある[2] [3]。我々はこの酸素導入による効果に注目し、フラットバンド電圧シフトの検証および W 電極の実効仕事関数を変調させることを試みた。

【実験方法】 素子分離を施し、化学洗浄と希フッ酸処理をした n-Si(100)基板上に 1000°C の Dry 酸化によって SiO₂を形成した。基板濃度は $3 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ である。超高真空中で RF スパッタ法により W ゲート電極を形成した。電極形成後、水素濃度 $\text{H}_2/(\text{N}_2+\text{H}_2)=3\%$ の条件で 800°C30 分間の熱処理(F.G.A)を行った。その後、一部の試料に対して希釈酸素雰囲気中で熱処理を行った。酸素濃度 $\text{O}_2/(\text{N}_2+\text{O}_2)=5\%$ の条件で 30 分間の熱処理とした。作製した n-MOS キャパシタの C-V 特性からフラットバンド電圧(V_{FB})を評価した。

【実験結果】 図 1 に作製した n-MOS キャパシタの C-V 特性を示す。希釈酸素雰囲気中の熱処理温度増加に伴い、正側へのフラットバンド電圧のシフトが観測された。これは希釈酸素雰囲気中の熱処理によって、SiO₂上の W 電極の実効仕事関数が増加したためと考えられる。金属-酸化物界面において界面が酸素終端ならば、金属のフェルミレベルと絶縁体の価電子帯とのエネルギー差が小さいという報告がある[4]。今回の実験結果は金属-酸化物界面での終端元素の違いを反映しているものと思われる。詳細な結果は当日報告する予定である。

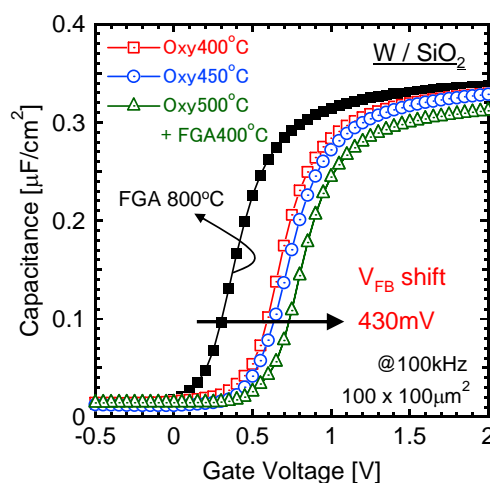


Fig.1 C-V characteristics before and after oxygen ambient anneals. Large positive V_{FB} shifts are observed by increasing the annealing temperature.

【参考文献】 [1] N. Mise et al., Tech. Dig. IEDM (2007) 527. [2] E. Cartier et al., Appl. Phys. Lett., 95 (2009) 042901. [3] M. E. Grubbs et al., IEEE Electron Device Lett., 24 (2009) 925. [4] 吉武道子 応用物理 第 76 巻 第 4 号 (2007) 399.

【謝辞】 本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援により実施された。