

高温短時間熱処理を用いた希土類 MOS キャパシタへの TiN キャップ効果

TiN Capping Effect on High Temperature Annealed RE-Oxide Capacitors

for Scaled EOT

東工大フロンティア研¹, 東工大総理工², 〇来山大祐¹, 小柳友常¹, 角嶋邦之²,
パールハット アヘメト¹, 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¹
Tokyo Tech. FRC¹, IGSSE² 〇D. Kitayama¹, T. Koyanagi¹, K. Kakushima²,
P. Ahmet¹, K. Tsutsui², A. Nishiyama², N. Sugii², K. Natori², T. Hattori¹, H. Iwai¹

E-mail: kitayama.d.aa@m.titech.ac.jp

[はじめに] SiO₂ 界面層を有する high-k ゲートスタックの構造で 0.5 nm の酸化膜換算膜厚(EOT)を達成することは困難であり、high-k 膜を直接 Si 基板に接合する技術が求められている。希土類酸化物はシリケートを形成することにより high-k/Si 直接接合を容易に達成でき、例えば La₂O₃ は high-k/Si 直接接合構造で良好な界面特性が達成されている[1]。希土類酸化物の課題は高温熱処理の際、酸素原子の過剰な供給によりシリケート形成量が増加しそれに伴って EOT が増加してしまうことである。一方、絶縁膜への酸素供給量が不足すると酸素欠損による膜中欠陥が増加してしまうという課題も有している[2]。そのため絶縁膜への酸素供給量の制御は重要である。本研究では酸素の供給源である W 電極上に[3]、酸素ゲッターリング効果が報告されている TiN をキャップすることで[4]絶縁膜への酸素供給量を制御し、高温熱処理における EOT 増加の抑制を試みた。

[実験] SPM 洗浄後に HF 処理をした n-Si(100)基板(不純物濃度 $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$)上に電子線蒸着法により膜厚 3.5 nm の La₂O₃ を堆積し、その後大気暴露することなく RF スパッタリング法により W 電極を 6 nm 堆積した。TiN 電極も RF スパッタリング法で堆積した。熱処理は TiN 電極堆積前または後にフォーミングガス(N₂:H₂=97:3%)雰囲気中に行った。電極のパターニングは SF₆ を用いた RIE により行った。最後に裏面に Al コンタクトを形成し電気特性を測定した。EOT は C-V 曲線から NCSU の CVC プログラムにより求めた[5]。

[結果] W 電極を堆積後、TiN 電極を堆積する前後にそれぞれ PMA 800 °C, 2 秒を施した TiN(40

nm)/W(6 nm)/La₂O₃(3.5 nm)ゲートスタック構造のキャパシタの C-V 特性を Fig. 1 に示す。この結果より TiN キャップをすることで、熱処理による EOT の増加が抑えられていることを確認でき、EOT=0.53 nm を達成した。また、C-V 特性のヒステリシスが W 層の膜厚や熱処理温度の調整で減少できることも確認され、その詳細は当日報告する。

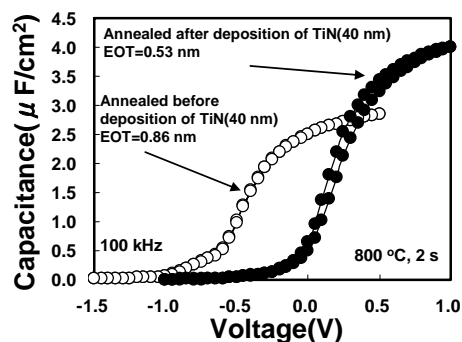


Fig. 1 C-V characteristics of TiN(40 nm)/W(6 nm)/La₂O₃(3.5 nm)/n-Si capacitors annealed at 800 °C for 2 s.

- [1] J. A. Ng, et al., IEICE Electronics Express, 2006, vol. 3, No. 13, pp.316-321.
- [2] H. Kim, et al., J. Appl. Phys., 2004, vol. 96, No. 6, pp.3467.
- [3] E. J. Preisler, et al., Appl. Phys. Lett., 2004, vol. 85, No. 25, pp. 6230.
- [4] L. Wu, et al., Appl. Phys. Lett., 2010, vol. 96, pp. 113510.
- [5] J. R. Hauser, et al., AIP Conf. Proc., 1998, vol. 449, pp.235-239.

謝辞:本研究はNEDOの支援を受け実施された。