

球面収差補正 (Cs-corrected) STEM-EELS による 金属電極/GeO₂ 絶縁膜界面反応の解析

Investigation of interface reaction between metal electrode and GeO₂ dielectric
by Cs-corrected STEM-EELS

TRC¹, 阪大院工² °小川 慎吾^{1,2}, 秀島 伊織², 箕浦 佑也², 木村 耕輔¹, 川崎 直彦¹,
安居 麻美¹, 宮田 洋明¹, 山元 隆志¹, 細井 卓治², 志村 考功², 渡部 平司²

Toray Research Center Inc.¹, Graduate School of Engineering, Osaka University²,

°S. Ogawa^{1,2}, I. Hideshima², Y. Minoura², K. Kimura¹, N. Kawasaki¹, A. Yasui¹, H. Miyata¹,

T. Yamamoto¹, T. Hosoi², T. Shimura² and H. Watanabe², E-mail: Shingo_Ogawa@trc.toray.co.jp

【はじめに】Si より高いキャリア移動度を有する Ge が MOSFET のチャネル材料として期待されている。Ge-MOS デバイスの実現には Ge 上に高品質な絶縁膜及び金属電極を形成する必要があるため、我々はこれまでに Ge 上の絶縁膜の候補である GeO₂ 膜と電極界面の反応メカニズムと界面反応抑制技術の研究を行ってきた[1]。今回、GeO₂ 膜と金属電極の界面反応メカニズムのさらなる理解のため、高空間分解能 STEM-EELS により Al/GeO₂ 界面構造を評価したので報告する。

【実験】p 型 Ge(100)基板上に、550 °C・4 時間の熱酸化を行うことで約 20 nm 厚の GeO₂ 絶縁膜を形成し、その後 Al 電極を室温で約 15 nm 形成しゲートスタック構造とした。一部の試料は、Al 電極形成前に GeO₂ 膜表面に反応性スパッタにより約 1 nm の極薄 Al₂O₃ 層堆積を施した[2]。Al/GeO₂ 界面付近の元素分布を、球面収差補正 (Cs-corrected) STEM-EELS により評価した。

【結果】Al/GeO₂/Ge 及び Al/Al₂O₃/GeO₂/Ge スタック構造における Al/GeO₂ 界面付近の断面 STEM 像及び EELS 元素分布を Fig. 1 に示す (酸素の分布は測定時の電子線ダメージを反映した可能性があるため参考値とする)。Al/GeO₂ 界面[Fig. 1(a)]では顕著な界面反応があり、Al の酸化及び Al 電極中に Ge の分布が認められた。Al 電極中の Ge は Al 電極の上下に存在し、かつ Al 電極とその酸化 (AlO_x) 膜の界面に偏析する。一方、Al/GeO₂ 界面にあらかじめ極薄 Al₂O₃ 層を挿入すると[Fig. 1(b)]、Al 電極中で Ge は認められないため、界面反応が抑制されたと考えられる。

【参考文献】[1] S. Ogawa *et al.*, APL. **101**, 201601 (2012). [2] T. Hosoi *et al.*, APL. **94**, 202112 (2009).

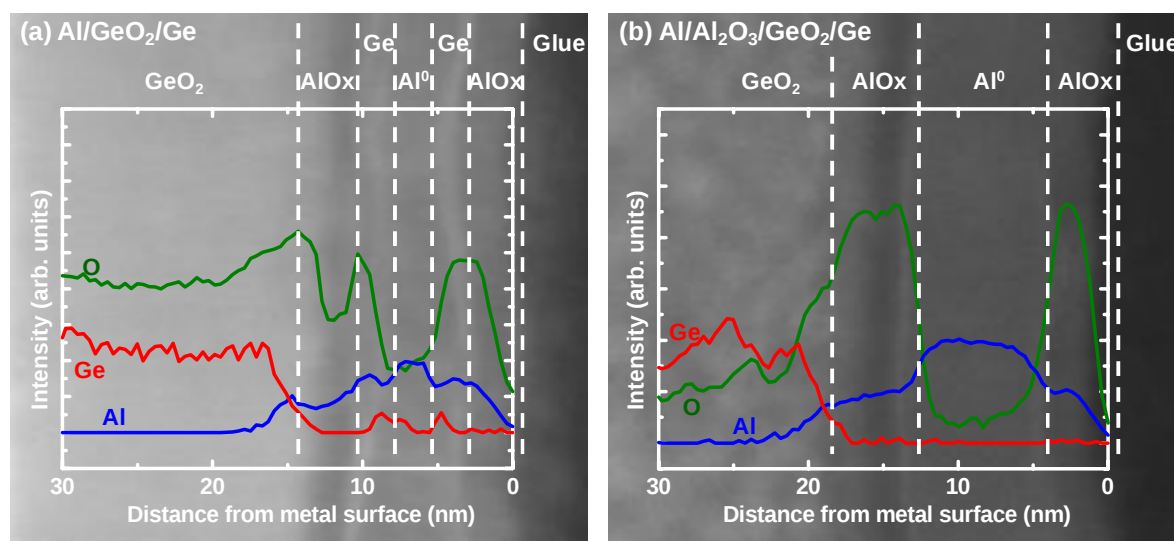


Fig. 1 Cross-sectional STEM images and EELS depth profiles of (a) Al/GeO₂/Ge and (b) Al/Al₂O₃/GeO₂/Ge stacks.