

## La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> 積層絶縁膜 Si-MOS キャパシタの フラットバンド電圧の測定

Flatband voltage measurements of Si-MOS capacitors with  
La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> multi-stacked gate dielectrics

東工大フロンティア<sup>1</sup>, 東工大総理工<sup>2</sup>, ° 福井僚<sup>1</sup>, 中村嘉基<sup>1</sup>, 角嶋邦之<sup>2</sup>, 片岡 好則<sup>2</sup>,  
西山彰<sup>2</sup>, 若林整<sup>2</sup>, 杉井信之<sup>2</sup>, 筒井一生<sup>2</sup>, 名取研二<sup>1</sup>, 岩井洋<sup>1</sup>

Tokyo Tech. FRC<sup>1</sup>, Tokyo Tech. IGSSE<sup>2</sup>, °R. Fukui<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>1</sup> K. Kakushima<sup>2</sup>,  
Y. Kataoka<sup>2</sup>, A. Nishiyama<sup>2</sup>, H. Wakabayashi<sup>2</sup>, N. Sugii<sup>2</sup>, K. Tsutsui<sup>2</sup>, K. Natori<sup>1</sup>, H. Iwai<sup>1</sup>

E-mail: fukui.r.aa@m.titech.ac.jp

【背景】高誘電体(High-k)薄膜を Si-MOS キャパシタのゲート絶縁膜として用いると閾値電圧が変動することがわかっており、その原因として High-k/SiO<sub>2</sub> 界面に形成されたダイポールであると報告されている[1]。本研究では HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> および La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> の MOS キャパシタを測定し、フラットバンド電圧( $V_{fb}$ )の変化を調査したので、報告する。

【実験】化学洗浄を行った *n*-Si(100)基板上に膜厚 8.8 nm の熱酸化膜を形成し、HfO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> をそれぞれ電子線蒸着で堆積した。RF スパッタリング法により膜厚 50 nm の W 電極を形成し、パターンニングしてゲート電極とした。基板裏面の Al コンタクトを形成後、フォーミングガス (H<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=3%:97%) 雰囲気中で 420°C の熱処理を施し、電気特性を評価した。

【結果】Fig 1 に high-k の膜厚を変えた MOS キャパシタの CV 特性を示す。Fig 1 より HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> と La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> に  $V_{fb}$  の差を確認した。この結果を等価酸化膜膜厚 (EOT) にまとめて Fig.2 に示すと HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> と La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> の界面において、SiO<sub>2</sub> が 7.3nm のとき 0.44eV のポテンシャル差があることが分かる。Fig. 3 に HfO<sub>2</sub> の膜厚を変えて SiO<sub>2</sub> で挟んだ構造と、SiO<sub>2</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で挟んだ構造の  $V_{fb}$  を示す。SiO<sub>2</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 界面のダイポールを向きを考慮すると、 $V_{fb}$  は正の方向にシフトすること予想され、実際に La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を導入することで 0.2V 正のシフトを確認した。

【結論】W/SiO<sub>2</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/HfO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>/*n*-Si 構造において  $V_{fb}$  の 0.2V の正のシフトを確認した。このことから、high-k/SiO<sub>2</sub> 界面によって  $V_{fb}$  のシフトが可能であるということを示唆する結果となった。

[1] K. Kita, *et al.*, Appl. Phys. Lett., 94, 132902 (2009).

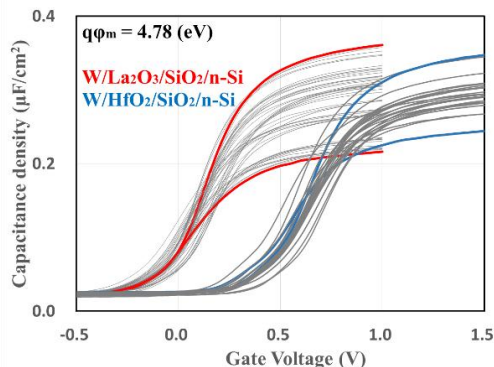


Fig. 1 CV characteristics with different oxide thickness.

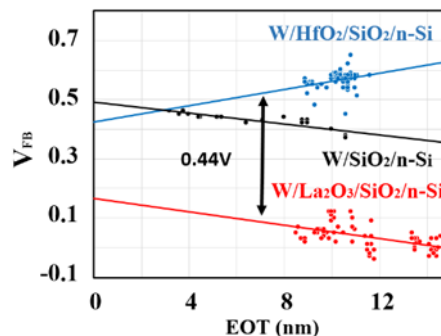


Fig. 2  $V_{fb}$  on EOT with different oxide thickness.

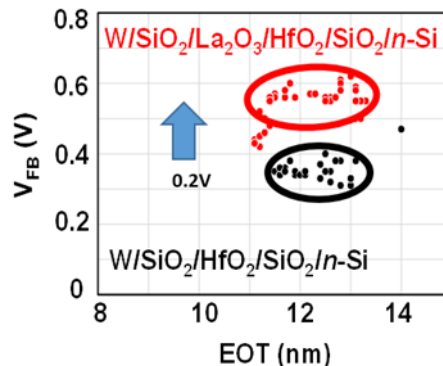


Fig. 3  $V_{fb}$  of HfO<sub>2</sub>/Si MOS capacitors capped with either SiO<sub>2</sub> or SiO<sub>2</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layers.