

La₂O₃/InGaAs MOS 界面におけるスロートラップ密度のエネルギー分布 Energy Distribution of Slow Trap Density at La₂O₃/InGaAs MOS Interfaces

張志宇^{1,2}、竹中充^{1,2}、高木信一^{1,2} (東大院工¹、JST-CREST²)

C.-Y. Chang^{1,2}, M. Takenaka^{1,2} and S. Takagi^{1,2} (The University of Tokyo¹, JST-CREST²)

E-mail: cychang@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】ALD-La₂O₃/InGaAs MOS 界面は、低い界面準位密度をもち、有望なゲートスタック構造であるが、C-V特性に大きなヒステリシスが見られ、スロートラップが多く存在する点が課題である[1]。一方、High-k/InGaAs MOS 界面のスロートラップは、エネルギー的に分布しており、結果としてC-V特性のヒステリシスはゲートバイアスによって変化することが報告されている[2]。ここで、ゲートバイアスを変えながらC-Vのヒステリシスを見ることによってスロートラップ密度のエネルギー分布を評価することができる。そこで本研究では、この方法を用いてALD-La₂O₃/InGaAs MOS 界面のスロートラップ密度とそのエネルギー分布を評価して、ALD-Al₂O₃/InGaAs MOS 界面の結果と比較したので、その結果を報告する。

【実験結果】図1に(a) La₂O₃ (11.4 nm)/InGaAs と(b) Al₂O₃ (8.4 nm)/InGaAs MOS キャパシタのC-Vを示す。ここで、ゲート電圧掃引はV_{start}からV_{end}まで増大させた後、V_{start}に戻している。V_{start}を一定として、V_{end}をパラメータとして変化させている。V_{end}でのフェルミレベル位置は伝導帯端近傍にあるため、このC-Vのヒステリシスから伝導帯近傍のスロートラップの密度が分かる。図1から、La₂O₃/InGaAs と Al₂O₃/InGaAs のヒステリシスの大きさはほとんど変わらないことから、伝導帯端に近くのスロートラップ密度は、両者で殆ど変わらないことが分かる。図2にV_{end}を一定としてV_{start}を変えた(a) La₂O₃/InGaAs と(b) Al₂O₃/InGaAs MOS キャパシタのC-V特性を示す。V_{end}でのフェルミレベル位置は伝導帯近傍、V_{start}ではmidgap (E_i) から価電子帯側にあるため、このC-V特性のヒステリシスからmidgapから価電子帯側のスロートラップ密度が分かる。図2(a)のLa₂O₃/InGaAsのヒステリシスが、図1(a)の結果よりかなり大きいことから、La₂O₃/InGaAs MOS界面のスロートラップはmidgapから価電子帯にかけて多く存在することが分かる。

midgap 近傍のスロートラップ密度のエネルギー分布を定量的に解析するため、V_{start}から一定のV_{end}までゲート電圧を掃引した時のスロートラップ密度の変化量 ($\Delta N_{\text{eff}} = \Delta V_{\text{FB}} \cdot C_{\text{ox}}/q$) を各V_{start}に対応する表面ポテンシャル($\phi_{\text{s,start}}$)の関数としてプロットした結果を図3に示す。

さらに、図3の結果から、 ΔN_{eff} を表面ポテンシャルで微分することで、単位エネルギー辺りのスロートラップ密度(N_{eff})のエネルギー分布を求めた結果を図4に示す。結果として、midgapから価電子帯にかけて、La₂O₃/InGaAsのスロートラップ密度はAl₂O₃/InGaAsより2~3倍程度大きくなること分かる。

【結論】La₂O₃/InGaAs と Al₂O₃/InGaAs MOS 界面におけるスロートラップ密度のエネルギー分布をC-V特性のヒステリシスを定量的に解析することにより求めた。La₂O₃/InGaAs MOS キャパシタのC-V特性で見られる大きいヒステリシスは、midgapから価電子帯にかけて存在する高密度のスロートラップに起因することが分かった。

【参考文献】[1] C.-Y. Chang *et al.* JAP, **118**, 085309 (2015) [2] A. Vais, *et al.*, APL, **107**, 223504 (2015).

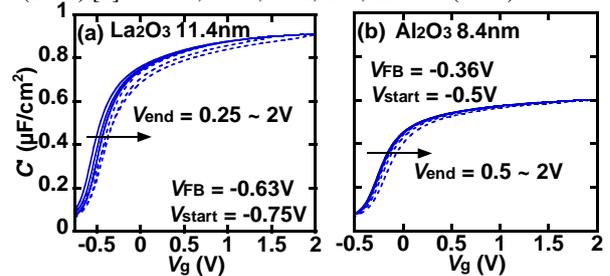


Fig. 1 V_{start} fixed and V_{stress} varied C-V curves of (a) W/La₂O₃ (11.4 nm)/InGaAs and (b) W/Al₂O₃ (8.4 nm)/InGaAs.

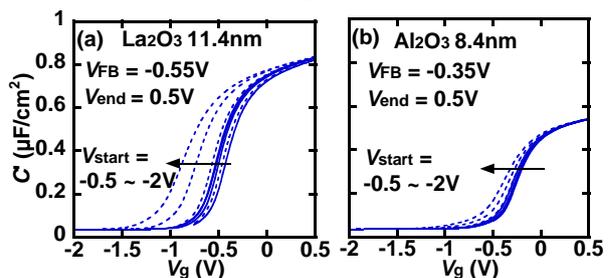


Fig. 2 V_{stress} fixed and V_{start} varied C-V curves of (a) W/La₂O₃ (11.4 nm)/InGaAs and (b) W/Al₂O₃ (8.4 nm)/InGaAs.

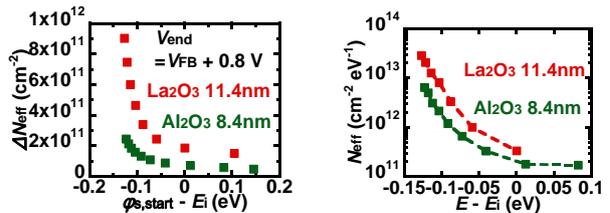


Fig. 3. ΔN_{eff} vs $\phi_{\text{s,start}}$ of W/La₂O₃/InGaAs and W/Al₂O₃/InGaAs. Fig. 4. The energy distribution of N_{eff} of W/La₂O₃/InGaAs and W/Al₂O₃/InGaAs