

La₂O₃/InGaAs MOSFET におけるキャリア捕獲特性

Carrier Trapping Properties in La₂O₃/InGaAs MOSFETs

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@mofset.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】近年、InGaAs 上に High-k 絶縁膜として ALD La₂O₃ を形成した MOS 界面は、従来の Al₂O₃/InGaAs MOS 界面より低い界面準位密度(D_{it})が得られることが示され [1, 2]、容量換算膜厚(CET)として 0.73 nm の La₂O₃/InGaAs MOSFET も実現されている[1]。しかし、InGaAs MOSFET の共通課題である遅い準位へのキャリア捕獲特性は、La₂O₃/InGaAs MOSFET に対して調べられていない。そこで、本研究では、La₂O₃/InGaAs MOSFET を作製し、MOS 界面におけるキャリア捕獲が MOSFET に与える影響を評価し、Al₂O₃/InGaAs MOSFET 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 MOSFET と(b) Al₂O₃ (8.4 nm)/InGaAs MOSFET の I_D - V_G を示す。La₂O₃/InGaAs MOSFET のヒステリシスが Al₂O₃/InGaAs MOSFET より小さいことから、トランジスタが動作する伝導帯近くでのスロートラップ量は La₂O₃/InGaAs の MOS 界面の方が Al₂O₃/InGaAs より少ないことが分かる。La₂O₃/InGaAs MOS キャパシタでは、C-V 特性に大きなヒステリシスが見られ MOS 界面にスロートラップが多く存在することを報告してきた [2]が、これらのスロートラップは価電帯寄り分布しているため、La₂O₃/InGaAs nMOSFET への影響は小さいものと考えられる。さらに MOS 界面のキャリア捕獲効果をトランジスタで評価するため、La₂O₃/InGaAs 及び Al₂O₃/InGaAs MOSFET の有効移動度とホール移動度を評価した。その結果を図 2 に示す。図 2 に、La₂O₃/InGaAs MOSFET の有効移動度とホール移動度との差が Al₂O₃/InGaAs MOSFET より小さいことから、La₂O₃/InGaAs MOSFET にチャネル電子が誘起される際に、MOS 界面の欠陥に捕獲された電子量が Al₂O₃/InGaAs MOSFET より少ないことが示唆される。さらに、図 2 の結果を求める際に用いたトランジスタの反転層の表面キャリア密度(N_s)を、図 3 に示した。ここで、ホール測定での N_s とゲート容量モデルでの N_s の差は捕獲された反転層キャリアの量を示している。図 3 から、La₂O₃/InGaAs MOSFET での N_s の差が Al₂O₃/InGaAs MOSFET より小さいことから、La₂O₃/InGaAs MOS 界面において欠陥に捕獲された電子の量が Al₂O₃/InGaAs MOS 界面より少ないことが確

認できる。図 4 に、MOSFET の I_s の時間変化 (ドリフト) 特性の測定結果を示す。La₂O₃/InGaAs MOSFET の I_s の変化量は Al₂O₃/InGaAs MOSFET より少ないという結果から、遅い準位への電子捕獲による InGaAs MOSFET の正バイアス温度不安定性(PBTI)は La₂O₃/InGaAs MOS 界面を用いることで改善できる可能性があることが示唆される。

【結論】InGaAs MOSFET のヒステリシス、反転時の捕獲電子量、ドリフト特性の実験結果から、La₂O₃/InGaAs MOS 界面を用いることにより、チャネル中のキャリア捕獲効果が低減されることが明らかとなった。

【参考文献】[2] D. H. Zadeh, *et al.*, *IEDM*, 2.4.1 (2013)
[2] C.-Y. Chang *et al.* *JAP*, **118**, 085309 (2015).

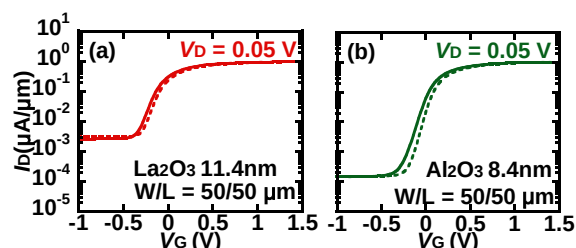


Fig. 1 I_D - V_G of (a) W/La₂O₃/InGaAs MOSFET and (b) W/Al₂O₃/InGaAs MOSFET.

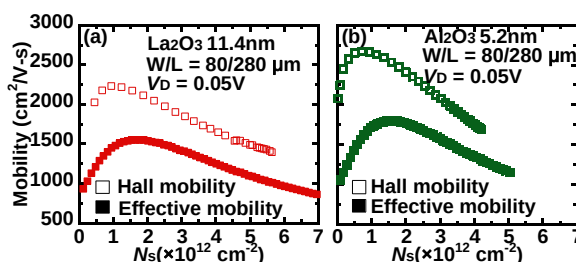


Fig. 2 Effective mobility and Hall mobility of (a) La₂O₃/InGaAs MOSFET and (b) Al₂O₃/InGaAs MOSFET.

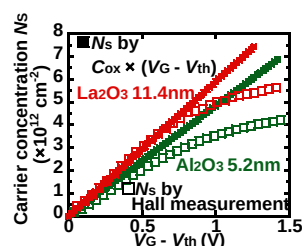


Fig. 3 N_s extracted from Hall mobility and effective mobility of La₂O₃/InGaAs MOSFET and Al₂O₃/InGaAs MOSFET.

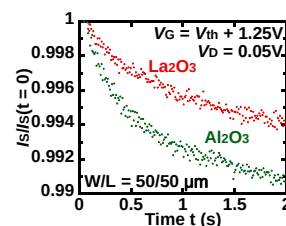


Fig. 4 The I_s drift current of La₂O₃/InGaAs MOSFET and Al₂O₃/InGaAs MOSFET.