

GaSb MOS 界面特性に与える GaSb 酸化物の影響

Impact of Ga and Sb oxides on GaSb MOS interface properties

東京大学¹, 日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所²
○(PC)横山正史¹, 朝倉佑吏¹, 横山春喜², 竹中充¹, 高木信一¹The University of Tokyo¹, NTT Photonics Laboratories, NTT Corporation²○(PC) M. Yokoyama¹, Y. Asakura¹, H. Yokoyama², M. Takenaka¹, and S. Takagi¹

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



【はじめに】

高い電子移動度を有する III-V 族化合物半導体は、LSI ロジック向けトランジスタにおいて、Si に代わるチャンネル材料として期待されている[1]。近年、InGaAs をベースにした III-V nMOSFET の研究が盛んである[2]-[4]。一方、Sb ベースの III-V 族化合物半導体は、高い正孔移動度を有し、さらに、歪の導入で、より高い正孔移動度が利用できるため、InSb [5],[6]や GaSb [7],[8]をベースにした III-V pMOSFET も研究されている。そこで問題となるのが、GaSb MOS 界面の制御、特に界面での III-V 族酸化物の処理である。我々は、塩酸処理により GaSb 基板表面の自然酸化膜を除去し疎水性表面を得ることで、平坦な表面を実現することができることを示した[9]。また、この塩酸処理では、Sb 酸化物、Ga 酸化物ともに残存する一方、熱処理によりほとんどの Sb 酸化物を除去できることにとも示した[9]。今回、我々は、GaSb MOS キャパシタの容量特性を通じて、Sb 酸化物と Ga 酸化物の GaSb MOS 界面特性に与える影響を調べたので報告する。

【実験結果】

塩酸処理により GaSb の自然酸化膜を除去した後、原子層堆積(ALD)装置を用いて、5 nm の Al_2O_3 を絶縁膜として成膜した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS キャパシタを作製した。ここで、ALD Al_2O_3 の成膜温度を 150, 200, 250, 300 °C と変化させた。図 1 に、各 ALD 成膜温度で作製した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS キャパシタの室温における容量曲線を示す。ここで、周波数は 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz で測定を行った。ALD の成膜温度が上がるにつれて、容量曲線が劣化していることがわかる。また、容量変化が小さいことは、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS 界面に大きな界面準位が存在していることを示唆している。

この ALD 成膜温度依存性の原因を調べるために、X 線光電子分光 (XPS) 測定により Sb 酸化物と Ga 酸化物の変化を調べた。図 2 に、150, 200, 250, 300 °C の各 ALD 成膜温度で 1 nm の Al_2O_3 を成膜した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS 構造に対する、XPS の測定結果を示す。ALD 成膜温度が低い場合は、Sb 酸化物が残存しているが、ALD 成膜温度を上げるにつれて、Sb 酸化物が減少していることがわかった。一方、Ga 酸化物は ALD 成膜温度によらず残存していることがわかった。

これらの結果から、Sb 酸化物を除去することが GaSb MOS 界面特性を劣化させる主な原因であり、Ga 酸化物は、GaSb MOS 界面特性への影響が小さいことが示唆された。

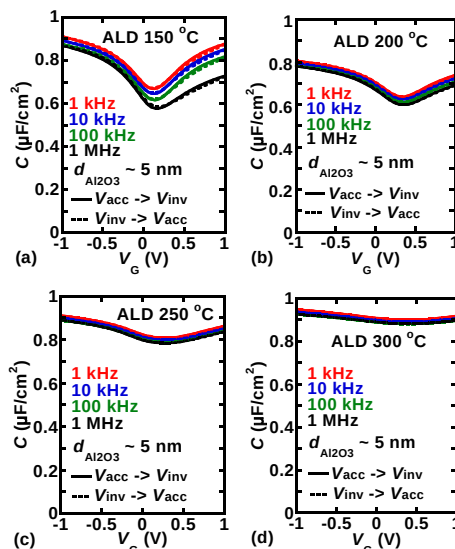


Fig. 1 Frequency dispersion (1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, and 1 MHz) of $C - V$ curves of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS capacitors with Al_2O_3 deposited at (a) 150, (b) 200, (c) 250, and (d) 300 °C. The solid and broken curves correspond to the measurements by sweeping the voltage from V_{acc} to V_{inv} and from V_{inv} to V_{acc} , respectively.

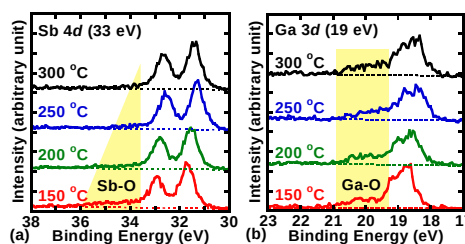


Fig. 2 XPS spectra of (a) Sb 4d and (b) Ga 3d from the $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaSb}$ MOS structures. The red, green, blue, and black curves are the ones at ALD temperature of 150, 200, 250, and 300 °C, respectively.

【謝辞】 本研究は、NEDO「省エネルギー革新技術開発事業・極低消費電力III-V族化合物半導体CMOSの研究開発」の委託により実施した。

【参考文献】 [1] S. Takagi *et al.*: SSE **51** (2007) 526; TED **55** (2008) 21. [2] Y. Xuan *et al.*: IEDM Tech. Dig. (2007) 637. [3] M. Yokoyama *et al.*: APEX **2** (2009) 124501; APL **96** (2010) 142106; EDL **32** (2011) 1218. [4] M. Radosavljevic *et al.*: IEDM Tech. Dig. (2009) 319; (2010) 126; (2011) 765. [5] M. Radosavljevic *et al.*: IEDM Tech. Dig. (2008) 727. [6] A. Ali *et al.*: IEDM Tech. Dig. (2010) 134. [7] A. Nainani *et al.*: IEDM Tech. Dig. (2009) 857; (2010) 138. [8] M. Xu *et al.*: EDL **32** (2011) 883. [9] M. Yokoyama *et al.*: JSPS The 73rd autumn meeting (2012) 12p-F4-12.