

InGaAs/ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$  界面特性と初期表面の残留酸化物

## Examination of initial surface-residual-oxides on the interface property of

InGaAs/ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$ 

島根大 総理工, °吉田 俊幸

Shimane Univ., °Toshiyuki Yoshida

E-mail: yosisi@ecs.shimane-u.ac.jp

【はじめに】 InGaAs/ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$  (ALD :Atomic Layer Deposition) 構造は比較的良好な界面特性を与えることから、高電子移動度 MISFET を実現する材料として有力視されている。しかし ALD プロセス中に形成される高密度のミッドギャップ準位がヒステリシスや周波数分散を引き起こすとされ、実用化や安定動作を妨げている。本研究では以前、air-gap C-V 法により、自然酸化膜 / InGaAs 界面が予想に反して比較的良好な特性であることや、ALD 初期における自然酸化膜の除去とミッドギャップ準位形成について調査した[1]。今回は異なる組成の自然酸化膜を持つ表面に対して ALD プロセスを行い、通常 MIS C-V 特性へ与える影響を評価したので報告する。

【試料作製】用いた試料は  $n^+$ -InP 基板上に成長した  $n$ -InGaAs エピタキシャル成長層 ( $N_D=1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ ,  $3 \mu\text{m}$ ) である。ALD において、基板温度:  $250^\circ\text{C}$ , キャリアガス:  $\text{N}_2$ , 原料:  $\text{H}_2\text{O}$  および TMA とした。初期表面は、①as-received (メーカーで成長後に大気放置), ②HF4%処理 (5 分), ③HF47%処理 (60 分), ④HF 処理後に大気放置, の 4 種類を用意し、それぞれに約 20nm の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を堆積した。

【結果と考察】各種初期表面の XPS 測定結果を基に評価した InGaAs 表面の残留酸化物の組成を図 1 にまとめた。①に対して、HF 処理を行った②は酸化物が減少し、特に  $\text{As}_2\text{O}_5$  成分は消滅した。③はさらに As 酸化物が減少した。一方④は、①とほぼ同じ組成でかつより厚い自然酸化膜が形成された。この様な異なる組成と厚さの自然酸化膜を持つ表面に ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜を形成し、MIS C-V 特性を評価したのが図 2 (as depo.) である。いずれも高密度のミッドギャップ準位の形成が確認され、今回の初期表面の違いは大きな影響を及ぼさなかった。しかし細かく見ると、ミッドギャップの起源と言われる  $\text{As}_2\text{O}_5$  成分を多く含む①と④の方がむしろ準位の形成が抑えられている結果となった。また、いずれもアニール処理 ( $400^\circ\text{C}$ , 15 分,  $\text{N}_2$  雰囲気) を施すことで、良く知られている様な、計算曲線に近い C-V 特性を示したが、電圧シフトを見るとこちらも①と④がシフト量は小さく、残留酸化物の少ない②と③は比較的大きい結果となった。界面形成における自然酸化物の役割について引き続き調査が必要である。

[1] T. Yoshida and T. Hashizume: *Applied Physics Letters*, **101** (2012) 122102.

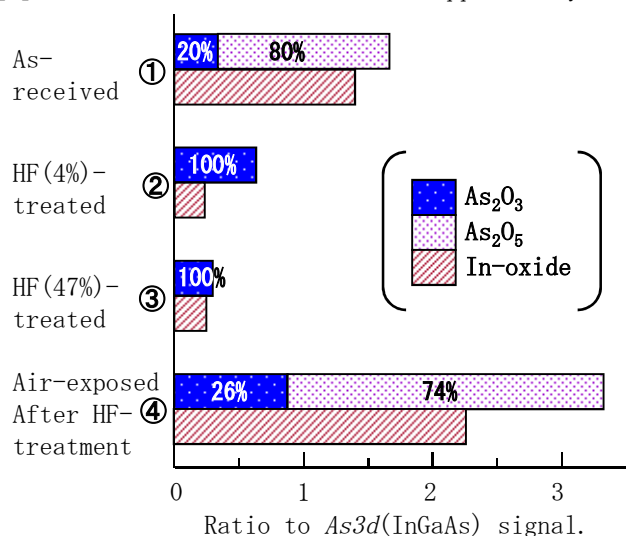


Fig. 1 As- and In-oxide components in the initial surface for ALD process.

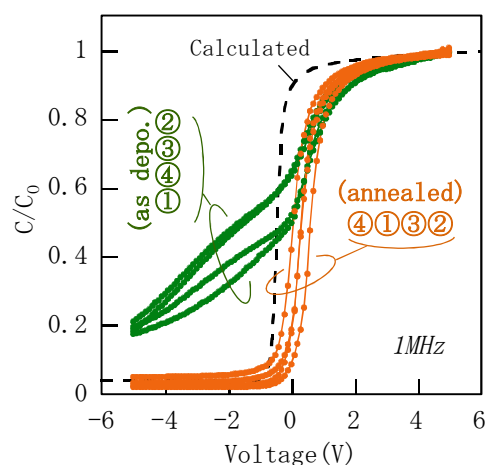


Fig. 2 MIS C-V curves. (AuNi/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  (20nm)/InGaAs)