

ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ 界面への金属添加の効果Effect of additional metal atoms in ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ interface島根大 総理工¹, °吉田 俊幸¹Shimane Univ.¹, °Toshiyuki Yoshida¹

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

【はじめに】

ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ 構造は III-V/high- κ 系次世代ゲートスタック技術の中でも比較的良好な界面特性を持つため注目されている。しかし, ALD 初期過程に生じる高密度のミッドギャップ準位は, 現状では PMA (Post-Metallization-Anneal) 処理によってのみ効果的に消滅することから, プロセスの自由度が制限されている。本発表では, 準位発生と PMA による準位消滅のメカニズム解明に向け, 界面形成期における金属添加の効果を検証したので報告する。

【実験内容と結果】

用いた基板は $n^+-\text{InP}$ ($N_D \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) 上にエピタキシャル成長した $n\text{-InGaAs}$ 層 ($N_D \sim 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, $3 \mu\text{m}$) である。ALD の前処理として, HF 処理 (4%, 5 分, 水洗あり) により表面の自然酸化膜の低減化を図った。¹⁾ ALD 条件は, 原料に TMA (Trimethylaluminum) と水 (H_2O) を用い, それぞれ 15 msec の供給と 7 sec のパージを 1 サイクルとし, 170 サイクルで 20 nm の Al_2O_3 膜を堆積した。パージおよびキャリアガスには純窒素 (N_2) を用い, 基板温度は 250°C とした。PMA および PDA (Post-Deposition-Anneal) では, ゴールドイメージ炉を用い, N_2 雰囲気中で 400°C , 15 分とした。また, ある試料は Al_2O_3 膜を 2 nm (17 サイクル) 堆積したところで一旦止め, EB 蒸着器により Ni 金属 0.05 nm 相当を添加し, 再び ALD により計 20 nm の Al_2O_3 膜を堆積した。ALD および蒸着プロセスの前後は大気に曝されている。

図 1 に 4 つの試料, すなわち ALD 後に電極を付けた試料 (“as-depo.”), ALD 後にアニールしてから電極を付けた試料 (“PDA”), 電極形成後にアニールした試料 (“PMA”) および ALD の途中で Ni を添加した試料 (“Ni-add”) の MIS C-V 特性を示す。“Ni-add” では PDA や PMA プロセスは施していない。それぞれで電圧シフトが見られたが, ここではミッドギャップ準位に注目するため, 見やすいように計算曲線の 0 V の容量値で一致するようにシフトさせている (シフト量は図中に記入)。図 1 より, ALD 堆積中に発生したミッドギャップ準位は PDA 処理ではむしろ増加し, 一方 PMA 処理ではほぼ消滅した。界面に意図的に Ni 添加することで準位の低減が確認されたことより, PMA 処理による準位の消滅は単なる歪みや欠陥の減少だけでなく, 電極金属の界面への拡散が必要であると予測できる。

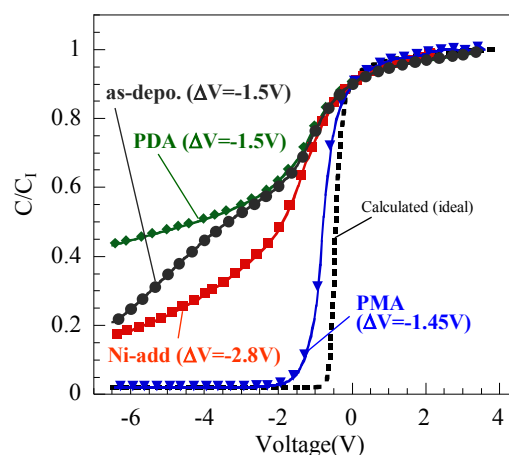


Fig. 1 MIS C-V curves for various kind of ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InGaAs}$ interfaces. Curves are shifted along voltage axes to be $\Delta V_0 = 0 \text{ V}$.

1) 吉田俊幸, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 (2013 年) [講演番号: 29p-PB1-13]