

Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS 構造の電気的特性における ALD 原料の影響

Influence of ALD Precursor on Electrical Properties of Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS Structure

奈良先端大¹, 三菱電機 (株)², [○]東 雅人¹, 上沼 睦典¹, 吉岡 晃治²,
柳生 栄治², 石河 泰明¹, 浦岡 行治¹

NAIST¹, Mitsubishi Electric Corp.², [○]Masato Higashi¹, Mutsunori Uenuma¹, Koji Yoshitsugu²,
Eiji Yagyu², Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹

E-mail: higashi.masato.hg0@ms.naist.jp

[背景]

GaN 系半導体デバイスのゲート絶縁膜として, Al₂O₃, SiO₂ 等が利用されている. Al₂O₃ は一般的に, TMA (trimethyl aluminum, C₃H₉Al) を Al 原料とした原子層堆積法(ALD) により成膜されている. しかし, 成膜過程で生じる酸素欠損や TMA 由来の炭素不純物の残留により, 膜中や界面での電荷トラップが起こり, 閾値電圧シフトの原因となる. これまでに我々のグループでは, TMA と比較して原料ガス中の炭素量が少ない DMAH (dimethyl aluminum hydride, C₂H₇Al) を Al 原料に用いて Al₂O₃/ GaN 構造の評価を行った. その結果, Al₂O₃ 中の炭素不純物密度が低減され, 界面準位密度が改善された[1]. そこで本研究では, Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/ GaN MIS 構造の絶縁膜に DMAH, および TMA を利用した場合の電気的特性の比較を目的とする.

[実験方法]

AlGa_{0.5}N/GaN/SiC 基板上に, ALD の原料ガスとして DMAH および TMA, 酸化剤として O₃ を用い Al₂O₃ (30 nm) を 300 °C で堆積し, 電極を形成後, N₂ (300 °C, 3 min) 雰囲気中で PMA 処理を行った. 作製した Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS ダイオードに対し, 容量電圧(C-V)特性評価を行った.

[電気特性評価の結果および考察]

C-V 特性を Fig.1 に示す. Al₂O₃/AlGa_{0.5}N 容量の周波数分散を測定した結果, TMA で Al₂O₃ を堆積した場合と比較して DMAH では +2 ~ +5 V 付近での周波数分散が小さいことがわかった. また, TMA では Step 2 の C-V カーブの立ち上がりが緩やかになることから, DMAH の場合は界面準位密度が低減されていることが示唆される[2]. 以上のことから, Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS 構造において, DMAH による Al₂O₃ 中の炭素不純物密度の低減は, 電荷トラップの少ない良好な Al₂O₃/AlGa_{0.5}N 界面を形成していると考えられる. また, DMAH は TMA と比較して, Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS 構造において, 界面特性の改善が可能であることを明らかにした.

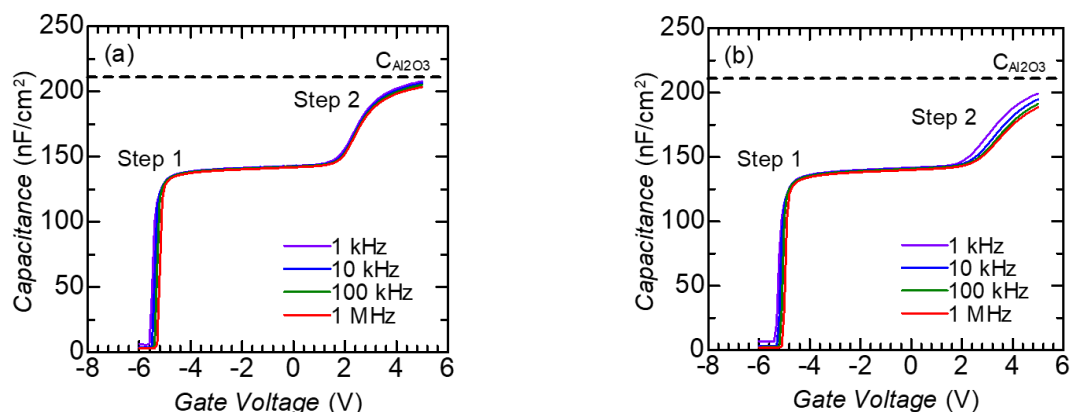


Fig. 1. C-V characteristics of the Al₂O₃/AlGa_{0.5}N/GaN MIS diode with (a) ALD-DMAH and (b) ALD-TMA

参考文献

- [1] M. Uenuma, K. Takahashi, S. Sonehara, Y. Tominaga, Y. Fujimoto, Y. Ishikawa, and Y. Uraoka, AIP Advances **8**, 105103 (2018)
- [2] Y. Hori, Z. Yatabe, and T. Hashizume, J. Appl. Phys. **114**, 244503 (2013)