

Al₂O₃/AlGa_{0.5}N_{0.5}/Ga_{0.5}N MIS 構造の電気的特性における Al₂O₃ 成膜プロセスの影響

Influence of Al₂O₃ Deposition Process on Electrical Properties of Al₂O₃/AlGa_{0.5}N_{0.5}/Ga_{0.5}N 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 Yagyū², Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹

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

[背景]

GaN 系高周波デバイスのゲート絶縁膜、表面保護膜として、Al₂O₃ 等が研究されている。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れ、閾値電圧シフトや電流コラプスの原因となる。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 原料に使い、酸化剤として O₃ を用いて Al₂O₃/AlGa_{0.5}N_{0.5}/Ga_{0.5}N 構造の評価を行った。その結果、DMAH を用いることで Al₂O₃ 中の炭素不純物密度が低減され、界面準位密度(D_{it})が改善された[1,2]。本研究では、Al₂O₃/AlGa_{0.5}N_{0.5}/Ga_{0.5}N MIS 構造の電気的特性における ALD-Al₂O₃ 成膜条件依存性の評価を目的とする。

[実験方法]

AlGa_{0.5}N_{0.5}/SiC 基板上に、Au/Ti/Al/Ti オーミック電極を堆積後、ALD の原料ガスとして DMAH、酸化剤として O₃、または H₂O を用い Al₂O₃ を 300°C で堆積した。O₃ 場合が 30.1 nm、H₂O の場合が 28.7 nm となった。Au ゲート電極を形成後、最後に N₂ (500°C, 10 min)雰囲気中で PMA 処理を行った。作製した Al₂O₃/AlGa_{0.5}N_{0.5}/Ga_{0.5}N MIS ダイオードに対し、容量電圧($C-V$)特性評価を行った。また Al₂O₃ 中の固定電荷量の評価のために Schottky Barrier Diode を作製し $C-V$ 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(1 MHz)および $C-V$ シミュレーター[3-5]を用いて計算した $D_{it}=0$ の理想曲線(Ideal)を Fig.1 に示す。酸化剤として H₂O を用いた場合、O₃ の場合と比較して Step 2 の立ち上がりが急峻となり、 D_{it} が低減されている。一方、Al₂O₃ 中の固定電荷を評価した結果、酸化剤による固定電荷量は違いがほとんど見られなかった。

また、SIMS により Al₂O₃ 膜中に含まれる炭素濃度を評価した結果、O₃ を酸化剤として用いた場合と比較して、H₂O を用いて製膜した Al₂O₃ 膜中の炭素濃度は 1 桁程度低い値であった。

本実験の結果から、DMAH を原料として用いた場合においても、酸化剤に H₂O を用いた方が界面特性の改善につながることが明らかとなった。

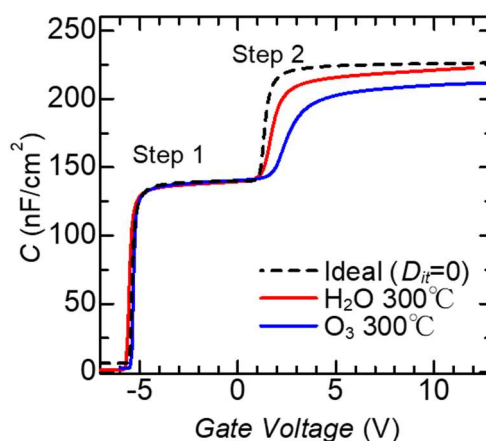


Fig. 1. $C-V$ characteristics at 1 MHz

参考文献

- [1] M. Uenuma *et al.*, AIP Advances **8**, 105103 (2018). [2] 東雅人ら, 2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-E301-11. [3] M. Miczek *et al.*, JAP **103**, 104510 (2008). [4] C. Mizue *et al.*, JJAP **50**, 021001 (2011). [5] Z. Yatabe *et al.*, JAP **114**, 244503 (2013).