

GaN MOVPE 成長における C 取込機構解明に向けた TMGa と TEGa の分解反応の違いの解析

Comparative Analysis of Decomposition of TMGa and TEGa for the Clarification of the Mechanism of Unintentional Carbon Incorporation in GaN MOVPE

°叶 正¹, 新田 州吾¹, 渡邊 浩崇¹, 本田 善央^{1,2}, Markus Pristovsek¹, 天野 浩^{1,3,4,5}

IMaSS¹, IAR², ARC³, VBL⁴, Nagoya Univ., NIMS⁵

°Zheng Ye¹, Shugo Nitta¹, Hirotaka Watanabe¹, Yoshio Honda^{1,2}, Markus Pristovsek¹,
and Hiroshi Amano^{1,3,4,5}

E-mail: z.ye@nagoya-u.jp

高耐圧縦型GaNパワーデバイスの実現には、ドリフト層に意図せずに混入する炭素(C)の低減が必要である。MOVPE成長では、Ga原料としてトリメチルガリウム (TMGa) もしくはトリエチルガリウム (TEGa) が用いられ、LED等で用いるInGaNを成長する低温成長条件(成長温度<900℃)では、TEGaを用いる方がGaN中のC濃度が低いと報告されている[1,2]。しかしながら、パワーデバイスなどで使用される成長温度1000℃付近においてTMGaとTEGaでの異なる原料でのC混入濃度の比較した報告はない。本研究では、まず成長温度1100℃において異なる原料でGaNを成長させてC混入濃度の比較を行った。さらに、高分解能飛行時間型質量分析 (TOF-MS) を用いてTMGaとTEGaの気相中の分解反応について詳細な解析を行った。

Fig.1にTMGaとTEGaを使用して多層成長したGaN中のCのSIMS測定結果を示す。成長条件は同一とし、キャリアガス:水素、温度:1100℃、圧力:100kPa、V/III比:10000、成長レート:0.23μm/hである。SIMS測定結果よりTEGaで成長したGaN層の方がTMGaを用いた場合に比べてC濃度が2倍ほど高い。この現象を解明するために、気相中における各Ga原料の分解反応を解析した。抵抗加熱ヒーターにより加熱可能な石英管状炉を用い、Ga原料および水素の混合気体を大気圧で供給し、異なる加熱温度において質量分析を行った[3]。実験条件は総流量が1slm、Ga原料のモル流量が29μmol/minである。TMGa及びTEGaの分解生成物としてそれぞれCH₄及びC₂H₄に相当するピークが検出された。Fig.2に各原料のCH₄およびC₂H₄のピーク強度の温度依存性を示す。TMGaではCH₄、TEGaではC₂H₄が主な分解生成物であることが確認された。炭化水素分子はCドーパントとなり得るが、C₂H₄はCH₄に比べてC取込効率が10倍以上高いことが報告されており[4]、この違いがGa原料によるC濃度差の要因であることが解った。

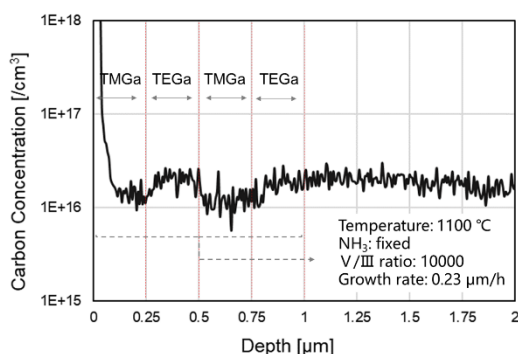


Fig.1 SIMS profile of carbon in GaN layers growth by TMGa and TEGa.

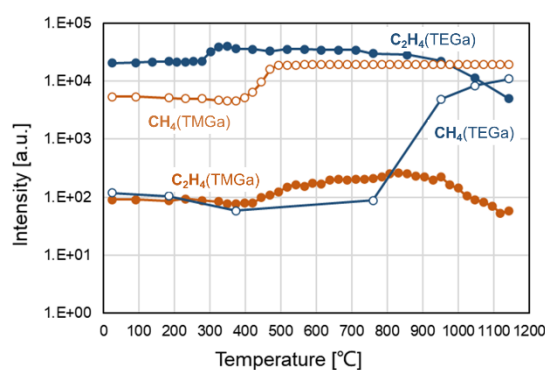


Fig.2 Temperature dependence of mass spectrum intensity of TMGa and TEGa decomposition products in H₂.

謝辞 本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPJ005357 及び文部科学省『スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム』の助成を受けて行われた。

参考文献 1) Lee *et al.*, J. Appl. Phys, **110**, 083113(2011). 2) C. Lund *et al.*, J. Cryst. Growth, **464**, 127(2017). 3) Z. Ye *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys, **59**, 025511(2020). 4) X. Li *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. B, **33**, 021208 (2018).