TMGa 供給による NH_3 活性化の TOF-MS 気相解析

TOF-MS gas phase analysis of NH_3 activation by TMGa supply

名大院工 [1], 名大未来材料・システム研究所 [2], 名大赤崎記念研究センター[3], 名大 VBL[4]
°箭原 大輔 [1], 叶 正 [2], 新田 州吾 [2], 本田 善央 [2], 天野 浩 [2, 3, 4]
Dept. of Electronics, Nagoya Univ. [1], IMaSS, Nagoya Univ. [2],
ARC, Nagoya Univ. [3], VBL, Nagoya Univ. [4]
°Daisuke Yahara[1], Zheng Ye[2], Shugo Nitta[2], Yoshio Honda[2], and Hiroshi Amano[2, 3, 4]
E-mail: yahara.daisuke@k.mbox.nagoya-u.ac.jp.

窒化物半導体 MOVPE 成長において V/III は重要なパラメータであり，実際の成長において NH_3 の供給量は成長レート，組成，モフォロジー，欠陥形成，不純物取り込み等に大きな影響を与える．NH_3 の気相中での反応性の理解は，より正確な実験的成長機構の解明やシミュレーションに基づいた高度な結晶成長技術の実現に寄与すると考えられる．しかし，結晶表面における実効的な V/III や NH_3 活性化については，成長した結晶の評価による報告はなされているが[1,2]，気相での反応を直接観察した報告はされていない．我々はこれまでに高分解能質量分析を用いて，TMGa 供給下において 400℃程度で NH_3 の H 交換反応を確認し報告している[3]．本研究では TMGa 供給が NH_3 の活性化に与える影響に着目し，詳細な検討を行った．

実験は，MOVPE 反応炉内の気相状態を再現可能な 30cm の加熱域と石英管(φ28mm)を用いた簡易的な反応炉を用いた．石英管反応炉に D_2, TMGa，NH_3 混合ガスを導入し，加熱域 15cm でガスをサンプリングし TOF-MS による質量解析を行った．D_2，NH_3 混合ガスについても同様の操作を行った．実験条件として，D_2，TMGa，NH_3 導入時は総流量が 1slm，TMGa が 29μmol/min，V/III 比が 100（NH_3 が 65sccm）．D_2, NH_3 導入実験は TMGa の導入のみを停止した．図１，図２に検出された NH_3 水素基交換物強度の温度依存性を示す．TMGa 導入にかかわらず，NH_3 は温度の上昇とともに減少し，NH_2D 等の反応種が増加する．NH_3 が高活性化状態となり H と D の交換反応が起こっていると考えられるが，反応開始温度をみれば，TMGa 導入停止時は 750℃，導入時は 400℃と大きな降下が確認でき，TMGa が NH_3 の交換反応において触媒効果を果たすことがわかった．この結果を受けさらに詳細な解析を行った．

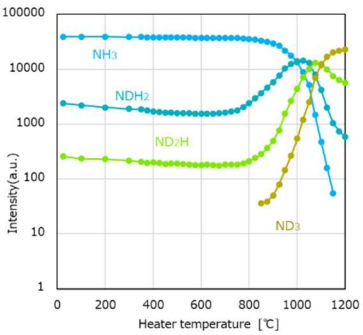

Fig.1 Temperature dependence of intensities for NH_3 in D_2.

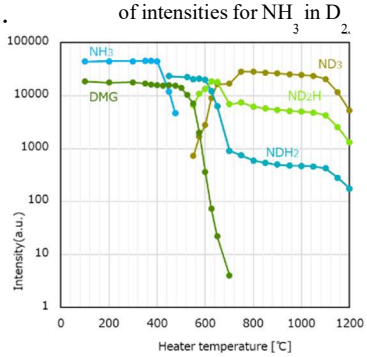

Fig.2 Temperature dependence of intensities for TMGa and NH_3 in D_2.

謝辞 本研究は，文部科学省「富岳」成果創出加速プログラム「省エネルギー次世代半導体デバイス開発のための量子論マルチシミュレーション（JPMXP1020200205）」の一環として実施されたものです．

参考文献 [1] Akio Yamamoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 041001(2017). [2] S. Kim *et al.*, J. Cryst. Growth, **247** (2003) 55-61.
[3] 叶 他, 2021 年秋季応物, 13p-N101-1.

© 2022年 応用物理学会