

## 飛行時間型質量分析法を用いた トリメチルアルミニウムとアンモニアの気相反応分析

### Analysis of Gas Phase Reaction for Trimethylaluminium and Ammonia by Time-of-Flight Mass Spectrometry

名大院工<sup>1</sup>, 名大 未来材料・システム研<sup>2</sup>, 名大 高等研究院<sup>3</sup>

○(M2) 大山 武浩<sup>1</sup>, (D) 叶 正<sup>1</sup>, 久志本 真希<sup>1</sup>, 新田 州吾<sup>2</sup>, 本田 善央<sup>2,3</sup>, 天野 浩<sup>2</sup>

Grad. School of Engineering, Nagoya Univ.<sup>1</sup>, IMaSS, Nagoya Univ.<sup>2</sup>, IAR, Nagoya Univ.<sup>3</sup>

○Takehiro Oyama<sup>1</sup>, Zheng Ye<sup>1</sup>, Maki Kushimoto<sup>1</sup>, Shugo Nitta<sup>2</sup>, Yoshio Honda<sup>2,3</sup>,  
Hiroshi Amano<sup>2</sup>

E-mail: t.ooyama@echo.nuee.nagoya-u.ac.jp

**はじめ:** III 族窒化物半導体の結晶成長には一般に有機金属気相エピタキシー (MOVPE) 法が用いられる。高品質な結晶を成長するためには、反応過程の解明が不可欠である。窒化アルミニウム (AlN) の成長反応過程については、原料であるトリメチルアルミニウム ( $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ , TMA) とアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) が反応し、基板表面で固相に取り込まれるまでの理論モデルが提案されている [1]。しかし、実際の気相反応は観測されておらず、結晶成長の過程は完全には解明されていない。本研究は飛行時間型質量分析法 (ToF MS) を用いて TMA と  $\text{NH}_3$  の気相反応を直接観測し、反応過程を解明することを目的とする。

**実験方法:** Fig. 1 に実験装置の概略図を示す。TMA 約  $20 \mu\text{mol}/\text{min}$  と  $\text{NH}_3$  約  $2200 \mu\text{mol}/\text{min}$  を窒素 ( $\text{N}_2$ ) キャリアガスと共に、長さ 30 cm の石英管 (反応炉) に流した。このとき、反応炉内の圧力は 98.9 kPa, 流速は室温で  $2.6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  である。混合気体の一部をマルチターン型の ToF MS (日本カノマックス社製) に吸引して質量分析を行った。温度による気相反応の変化を観測するため、反応炉の温度を  $90^\circ\text{C}$  から  $1140^\circ\text{C}$  まで変化させた。示した温度は事前に、反応炉に  $\text{N}_2$  を流し熱電対で測定した温度である。

**実験結果と考察:** 反応炉内の温度が  $90^\circ\text{C}$  および  $470^\circ\text{C}$  であるときの、検出強度の整数質量  $m/z$  依存性を Fig. 2 に示す。 $m/z$  はイオンの質量を統一原子質量単位とイオンの電荷数で割った値であり無次元量である。Fig. 2 および詳細な測定により、 $90^\circ\text{C}$  ではジメチルアルミニウム ( $\text{Al}(\text{CH}_3)_2$ , DMA) と,  $\text{DMANH}_2$  がプロトン化した分子 ( $[\text{DMANH}_2 + \text{H}]^+$ ) が支配的に観測された。 $470^\circ\text{C}$  では, DMA や  $\text{DMANH}_2$  が減少し,  $m/z$  が 115 と 131 のピークが高い強度で観測された。以上の結果より, DMA や  $\text{DMANH}_2$  が熱によって反応し, より質量の大きな分子に変化したと考えられる。更に温度を上昇させるとこれらのピークは減少した。これらの傾向は, Uchida らの理論モデル [1] と同様であると考えられる。

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」の委託を受けたものです。

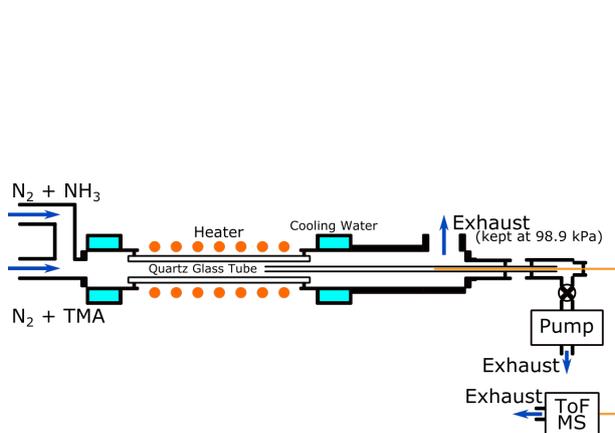


Fig. 1: Schematic image of experiment system

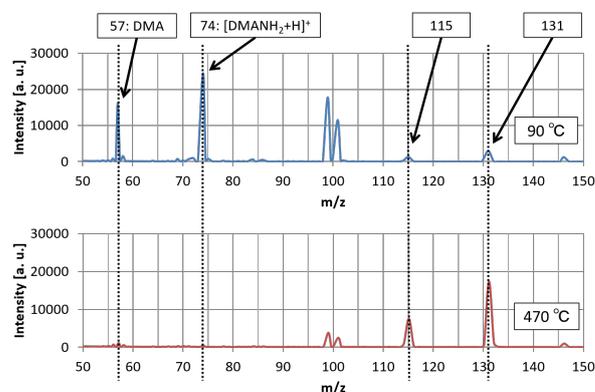


Fig. 2: Mass Spectrum; (top) at  $90^\circ\text{C}$ , (bottom) at  $470^\circ\text{C}$

[1] T. Uchida, K. Kusakabe and K. Ohkawa: J. Cryst. Growth **304** (2007) 133–140.