

NH₃ 分解触媒援用 MOVPE 法による InN 系材料の低温 (~400°C) 成長 (I) : InN 成長

Low-temperature (~400°C) growth of InN-based materials by NH₃ decomposition catalyst-assisted MOVPE (I): InN growth

○山本 嵩勇^{1,2}、児玉 和樹^{1,2}、重川 直輝³、松岡 隆志⁴、葛原 正明¹

(1. 福井大、2. JST-CREST、3. 大阪市大、4. 東北大)

○A. Yamamoto^{1,2}, K. Kodama^{1,2}, N. Shigekawa³, T. Matsuoka⁴, M. Kuzuhara¹

(1.Univ. of Fukui, 2.JST-CREST, 3.Osaka City Univ., 4.Tohoku Univ.)

E-mail: ayamamot@u-fukui.ac.jp

NH₃を窒素源とする InN の MOVPE 成長での最適成長温度は約 600°Cである¹⁾。これは、NH₃の熱分解率の増大のための高温化と、成長した InN の熱劣化抑制のための低温化の trade-off で決まっている。もし、より低温でより多くの活性窒素が供給できれば、より高品質の InN 結晶が得られることが期待される。そのような観点から、我々は NH₃ 分解触媒援用 MOVPE 成長の検討を進めてきた^{2,3)}。これまでは触媒として Pt 細線等を使用してきたが、表面積が大きく取れないためか、必ずしも十分な触媒効果を得ることができなかった。今回、ペレット状の NH₃ 分解触媒の使用を検討し、通常の MOVPE 成長とは大きく異なる成長挙動を見出したので報告する。

成長に使用した MOVPE 装置は横型反応管方式のもので、原料として TMI および NH₃ を、キャリアガスとして N₂ を用いた。NH₃ 分解触媒には日揮触媒化成(株)製ペレット状触媒 N134 を使用した。触媒はサセプターからの輻射熱によって加熱される構造とし、NH₃ ガスは触媒槽を通して成長ゾーンに導入した。基板には GaN/α-Al₂O₃ テンプレートを用いた。

図 1 に、成長温度 400~600°C で 1 時間成長させた試料の X 線 2θ/ω 回折図形を示す。成長温度 600°C 付近では InN はほとんど成長しないが、成長温度を 500°C まで低下させると InN の析出量が大幅に増大し、400°C でも InN 単結晶 (六方晶) の成長が可能となる。通常の MOVPE 成長⁴⁾ では成長温度 500~600°C においては成長温度の上昇とともに成長速度が増大するが、今回の場合は逆の傾向である。今回の 500°C 以上での析出量の急激な低下は NH₃ 分解により発生した H₂ による InN のエッチングの可能性が大きい。図 2 は成長温度の異なる InN 膜の表面モフォロジである。成長温度 500°C 付近から InN 結晶粒の急激な増大がみられる。結晶粒径の温度依存性、InN 析出量の減少量の温度依存性から見積もった活性化エネルギーはともに約 40 kcal/mol であり、Ni 系触媒での NH₃ 分解の活性化エネルギー⁵⁾ とほぼ一致することがわかった。

以上示したように、ペレット状 NH₃ 分解触媒の使用により NH₃ の低温分解が促進され、その結果、InN の低温成長とマイグレーション効果促進による高品質 InN 成長の可能性があったことがわかった。

謝辞： 本研究の一部は CREST「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」の支援によって行われた。

参考文献

- 1) A. Yamamoto et al., J. Cryst. Growth, **311**, 4636 (2009).
- 2) K. Sasamoto et al., J. Cryst. Growth, **314**, 62 (2011).
- 3) K. Sugita et al., phys. stat. sol. C, **9**, 697 (2012).
- 4) A. Yamamoto et al., J. Cryst. Growth, **230**, 351 (2001).
- 5) S. R. Logan and C. Kemball, Trans. Faraday Soc., **56**, 144 (1960).

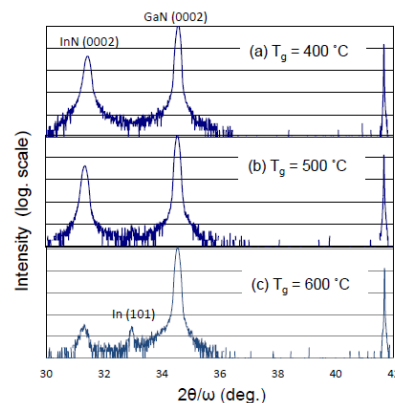


図 1. 400~600°C で成長した InN 膜の X 線 2θ/ω 回折図形 (成長圧力 76 Torr)

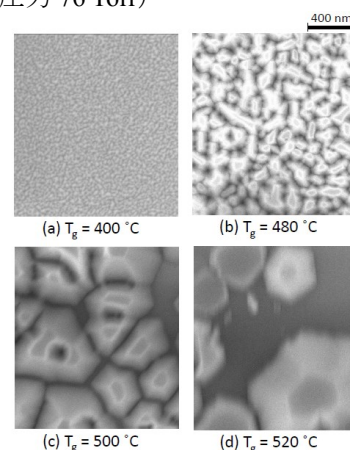


図 2. 400~600°C で成長した InN 膜の表面モフォロジ (成長圧力 76 Torr)