

金属 Ga を出発原料とした Ga₂O を用いた GaN 結晶の成長

Growth of GaN crystal using Ga₂O synthesized from Ga metal

阪大院工¹, 伊藤忠プラスチック (株)² ○隅智亮¹, 重田真実¹, ト淵¹, 北本啓¹,

今出完¹, 吉村政志¹, 伊勢村雅士², 森勇介¹

Osaka Univ.¹, Itochu Plastics Inc.², ○Tomoaki Sumi¹, Masami Juta¹, Yuan Bu¹, Akira Kitamoto¹,
Mamoru Imade¹, Masashi Yoshimura¹, Masashi Isemura², Yusuke Mori¹

E-mail: sumi@cryst.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】酸化ガリウム (Ga₂O) を Ga 源とした GaN 結晶成長法は、排気系を詰まらせる副生成物が生成しないため原理的に長時間の連続成長が期待できる方法である。従来、我々は粉末 Ga₂O₃ を H₂ で還元して Ga₂O ガスを生成していた[1]。そのため、長時間の成長の際に予め大量の粉末原料を原料部に充填しておく必要があった。そこで、液体である金属 Ga を水蒸気で酸化することにより Ga₂O を生成し Ga 源として用いる GaN 結晶成長システムを開発した。液体原料である Ga を用いることで長時間成長の際に Ga ラインから Ga を成長中に追加注入することができ、成長装置原料部の簡素化が可能となる。図 1 は原理図及び反応式である。原料部で金属 Ga を水蒸気で酸化させ Ga₂O ガスを生成し、育成部で Ga₂O と NH₃ と反応させ GaN を生成する。本方法での原料部の最適化及び成長結晶の評価を行ったので報告する。

【実験】サファイア上 GaN 薄膜(10 μm)を種基板として用いた。原料部へ Ga(6N)を設置し水蒸気、H₂(6N)、N₂(5N)を供給した。NH₃(3N)を窒素源ガス、H₂(6N)及び N₂(5N)をキャリアガスとして用いた。GaN 結晶の成長は横型石英管反応炉を用いて、原料部及び育成部の温度はそれぞれ 1000-1170°C 及び 1200°C として 30 分成長を行った。

【結果】Ga を水蒸気で酸化すると Ga₂O₃ が生成し、Ga 表面が Ga₂O₃ に覆われて Ga₂O の生成反応が停止した。そこで、高温で水蒸気と H₂ を混合して供給することにより Ga₂O₃ の生成が抑制され、Ga₂O の連続供給が可能となった。図 2 は H₂ 分圧 20 kPa での Ga₂O 及び Ga₂O₃ の生成量の原料温度依存性である。図 2 より原料温度の増加とともに Ga₂O₃ の生成量が低減し Ga₂O の生成量が増加することがわかった。したがって、高温・高水素分圧ほど Ga₂O₃ の生成が抑制され、高濃度の Ga₂O ガスを供給することが期待できる。成長結晶からは図 3 に示すθ-2θプロファイルが得られ、GaN が成長したことがわかった。得られた GaN 結晶の表面モルフォロジーは図 4 に示す。成長結晶は平坦であり、成長速度 8 μm/h であった。また、成長結晶の GaN(0002)のロックングカーブ半値幅は 199 arcsec であり、種基板と同等であった。これらの結果は従来の原料部において Ga₂O₃ を H₂ で還元し Ga₂O を生成する方法と同等の結果である[1]。

以上の結果から Ga と水蒸気を原料部に用いる GaN 結晶成長法は GaN 結晶の長時間成長をよりシンプルな装置で実現することが期待できる。

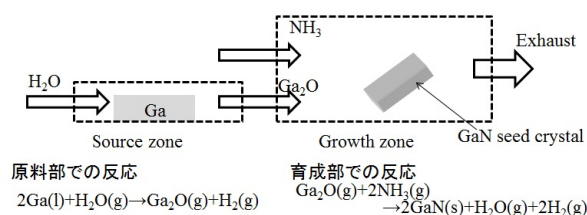


Fig. 1 Growth system of GaN and reaction

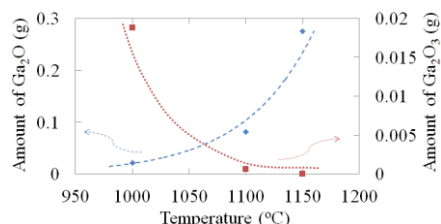


Fig. 2 Dependency of amount of Ga₂O and Ga₂O₃ on temperature

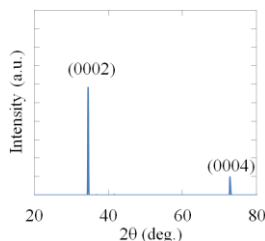


Fig. 3 θ-2θ XRD profiles of grown crystal

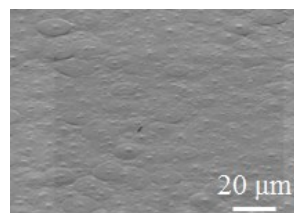


Fig. 4 Surface morphology of grown crystal

参考文献

[1] Imade et al., J. Cryst. Growth 312 (2010) 676.