

CaF₂ 基板上 GaAs 薄膜の MBE 成長

Molecular beam epitaxy growth of GaAs thin films on calcium fluoride substrates

北陸先端大¹, サザンプトン大² ◯村上達也¹, 赤堀誠志¹, 岩瀬比宇麻¹, 日高志郎¹,Harvey Rutt², 山田省二¹JAIST¹, Univ. of Southampton² ◯M.Tatsuya¹, M.Akabori¹, H.Iwase¹, S.Hidaka¹, H. Rutt², S.Yamada¹

E-mail: mtatsuya@jaist.ac.jp

【はじめに】低損失な光導波路を実現するためには、屈折率比の大きな材料で構成する事が重要である。有望なひとつの候補として、GaAs薄膜 / CaF₂基板がある。しかしながら、GaAsとCaF₂の間には約2%の格子ミスマッチ、大きな熱膨張係数差があり、そして、CaF₂に対するGaとAsの濡れの悪さのため、高品質なGaAs薄膜を得ることが困難であると予想される。実際、Si基板上へのGaAs / CaF₂の製膜例¹はあるが、CaF₂基板上に直接GaAs成長した報告例はほとんどない。本報告では、GaAs薄膜を用いた光導波路応用を目指し、CaF₂ (100) 基板上にGaAs薄膜成長を試みた結果を報告する。

【実験方法】厚さ1 mm、5 mm角サイズのCaF₂ (100) 基板を用いた。前処理として、有機洗浄、発煙硝酸中に10 s間浸漬、超純水洗浄を行い、最後にN₂ブローにより水分除去を行った。その後、固体ソース分子線エピタキシー装置に導入し、超高真空中で、Asセルのシャッターを閉じた状態でサーマルクリーニング (700 °C) を10 min行った後、Asフラックス (As BEP ~ 7x10⁻⁵ Torr) を照射しながら成長温度450 - 700 °Cまで降温し、V-III BEP比120、1200で成長した。得られた薄膜 (膜厚 250 - 460 nm) について、XRD、AFM、屈折率測定、抵抗率測定を行なった。

【実験結果】図1にXRDから得られたGaAs薄膜の (004) ピークの半値幅とAFMから得られた表面粗さ (RMS) の成長温度依存性の結果を示す。半値幅は、成長温度増加に応じ、BEP比120では減少傾向にあるが、BEP比1200の場合は顕著な変化が見られなかった。今回の条件では、BEP比1200の方が、結晶性が高い膜が得られることが分かった。RMSは、成長温度が増加するにつれて、いずれのBEP比の条件においても増加した。AFM観察から3次元成長島のサイズが大きくなっていったためと考えられる。図2にGaAs薄膜の屈折率と抵抗率の成長温度依存性を示す。今回の条件においては、屈折率の有意な違いが見られないが、GaAsバルクと同レベルの屈折率を有する薄膜ができていたことが分かった。抵抗率の成長温度依存性から、成長温度増加に応じ抵抗率が減少することが分かった。光導波路応用のためには、高い結晶性、平坦な表面、高い抵抗率を備えた薄膜が望まれるため、450 °C、BEP比1200の条件が今回の実験で最適と思われる。

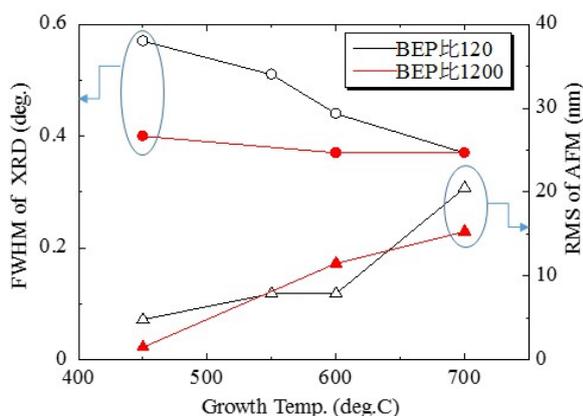
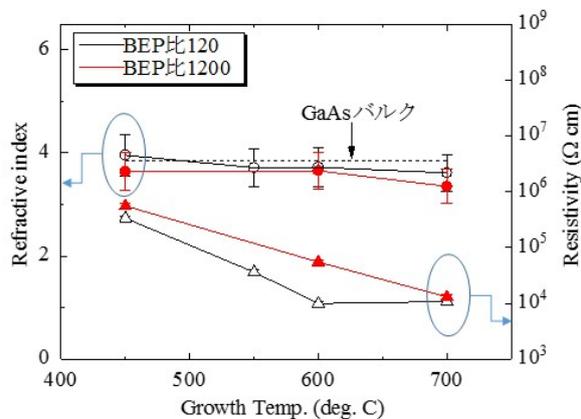
図1. CaF₂基板上に成長したGaAs薄膜XRD、AFM測定、

図2. 同じく屈折率、抵抗率測定の結果

(1) H. Lee et al. JJAP, 25, L595 (1986).