

As₂ を利用した 700°C 以上成長温度でのフォトカソード構造 AlGaAs/GaAs 超格子 MBE 成長

Molecular beam epitaxial growth of photocathode structure AlGaAs/GaAs superlattice using As₂ over 700°C

愛媛大工¹, フォトエレクトロソウル², 名古屋大 IMaSS³, 名古屋大 SRC⁴,
○鈴木玲士¹, 石川史太郎¹, 本田杏奈², 佐藤大樹², 小泉淳², 西谷智博^{2,3}, 田淵雅夫⁴

Ehime Univ.¹, Photo electron Soul², Nagoya Univ. IMaSS³, Nagoya Univ. SRC⁴,

○R. Suzuki¹, F. Ishikawa¹, A. Honda², D. Sato², A. Koizumi², T. Nishitani^{2,3}, M. Tabuchi⁴

E-mail: i845018c@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】電子ビームは、電子顕微鏡や電子線描画など観測から加工まで幅広い学術・産業の基盤技術であり、光電効果を用いたフォトカソード技術の期待が高まっている。特に、AlGaAs 系半導体材料を用いたフォトカソードは、高い耐久性能と高い量子効率性能を兼ね備えており、高密度パルス電子ビーム源として有望である。本研究では、分子線エピタキシャル成長を用い、必要となる AlGaAs 系材料積層構造の正確な構造制御と良好な室温発光を得られる高品質結晶成長を目指して研究を行う。これまでに本研究では、室温フォトルミネッセンス(PL)強度とフォトカソード量子効率に有意な相関を見出した[1]。今回は、高い PL 強度を有する AlGaAs 系分子線エピタキシャル成長に必要な 700°C 以上の高温成長時の As₂ 分子線供給条件が与える影響を検討した。

【実験・結果】試料は分子線エピタキシャル成長(MBE)法で GaAs(001) 基板上に成長した。Ga フラックスを 1.1ML/s, Al フラックスは AlGaAs における Al 組成が約 30%程度となるよう設定した。As はバルブドクラッカーセルを用いて As₂ 分子線を用い、As 過剰下の成長とした。一般的な GaAs 成長には 600°C 近傍の温度が用いられるが、本研究では成長基板温度 720°C で GaAs バッファ層を成長した後、同温度を保持した状態で 100 周期の超格子構造を有する AlGaAs/GaAs 超格子構造を成長した。AlGaAs, GaAs それぞれの一周期膜厚 6nm, 4nm に設計した。また、成長時 As 分圧 $P_{As_2} = 1 \times 10^{-3}$ Pa and 2×10^{-3} Pa の 2 種の試料を作製し、それらを比較検討した。より低温での成長条件の検討から、いずれの圧力でも V/III 比 5 以上の As 供給過剰条件であることを確認している。Figure. 1 は作製した試料に対する室温 PL 測定結果である。XRD 測定結果と合わせて、As 分圧を増加させることにより、700°C 以上の高温で発生する Ga 脱離が抑制され、膜厚の増加と欠陥低減からより高強度の室温 PL 発光が得られることが示唆された。同条件を用いることで、より良好なフォトカソード試料成長が可能になることが考えられる。

[1] I. Morita et al., Jpn. J. Appl. Phys. 60, SBBK02, 2021.

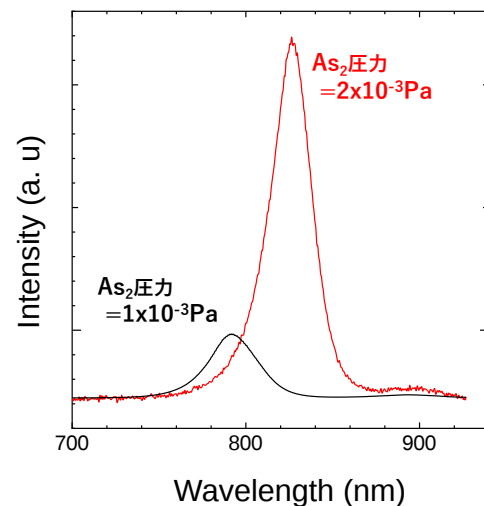


Fig. 1 PL spectra for the samples grown at $P_{As_2} = 2 \times 10^{-3}$ Pa and 2×10^{-3} Pa at room temperature.