

1 eV 帯 InGaAs:N δ ドープ超格子の作製

Fabrication of InGaAs:N δ -doped superlattices for 1 eV subcells

埼玉大院理工¹, 東大先端研² ○梅田峻平¹, 八木修平¹, 宮下直也², 岡田至崇², 矢口裕之¹

Saitama Univ.¹, RCAST, Univ. of Tokyo² ○S. Umeda¹, S. Yagi¹, N. Miyashita², Y. Okada², H. Yaguchi¹

E-mail: umeda@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】格子整合系 4 接合太陽電池の第三サブセルに用いる 1 eV 帯材料として、InGaAsN 混晶が検討されている。しかし、InGaAsN のような希釈窒化物混晶では、窒素の強い非混和性による窒素クラスターの形成や窒素濃度の不均一性などの問題により、高品質な結晶膜を得ることは容易ではない。これまで我々は、窒素を δ ドープ状に添加して周期的に積層した超格子構造を用いることで、希釈窒化物混晶の光学特性が向上することを示した[1]。今回、InGaAs に窒素 δ ドープ層を挿入した InGaAs:N δ ドープ超格子による 1 eV 帯材料の作製を試みたので報告する。

【実験】試料は RF-N₂ プラズマ MBE 法によって GaAs(001) 基板上に作製した。窒素 δ ドープ層の形成は、成長中断中の窒素照射と InGaAs 成長を周期的に繰り返すことで行った。今回、In_{0.06}Ga_{0.94}As スペーサー層の厚さを 6 nm として、20 周期の超格子構造を作製した。成長後の表面状態および N 組成はそれぞれ反射高速電子線回折(RHEED)および X 線回折で評価した。また、発光エネルギーを顕微フォトルミネッセンス測定により評価した。

【結果および考察】図 1 に、 δ ドープ層への窒素供給量（窒素フラックス×照射時間）に対して得られた超格子の平均窒素組成を示す。別途作製した試料の質量分析の結果から予測される窒素組成を示す実線と X 線回折によって得られた平均窒素組成との違いから超格子中の窒素量増加に伴い格子間窒素の割合が増加することが示唆される。白抜きのプロットは成長後にスポット状の RHEED パターンが観測された試料を示しており、成長基板温度が高いほど、平坦性を維持したまま窒素供給量を増加することが困難になる。図 2 に得られた超格子の平均窒素組成に対する発光エネルギーを示す。In_{0.06}Ga_{0.94}As:N δ ドープ超格子の発光エネルギーは、実線で示した通常の In_{0.06}Ga_{0.94}AsN 混晶のバンドギャップ[2]に比べ低エネルギー側にあることから、より少ない窒素濃度で狭ギャップ化が実現でき、平均窒素組成 1.7% で発光エネルギー 1.03 eV の超格子が得られた。

【謝辞】本研究は NEDO の委託を受けて実施された。関係各位に感謝いたします。

[1] T. Suzuki et al., Jpn. Appl. Phys. 54, 08KA07 (2015).

[2] T. Ikari et al., Phys. Rev. B 77, 125311 (2008).

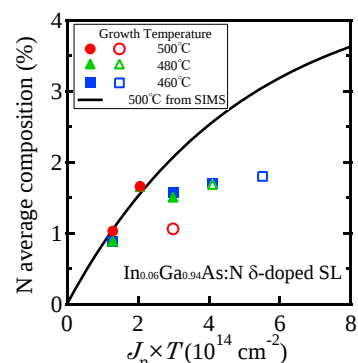


Fig. 1. N average composition versus the amount of N supply

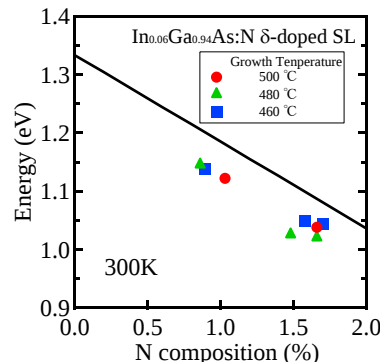


Fig. 2. Luminescence energy versus N average composition