

(110)GaAs/AlGaAs 量子井戸の高温 MBE 成長**MBE growth of (110)GaAs/AlGaAs quantum wells with high growth temperature**産総研スピントロニクス研究センター¹, 筑波大²○揖場 聡¹, 岡本亮吾², 齋藤秀和¹, 大野裕三²AIST Spintronics Research Center¹, Univ. of Tsukuba²○Satoshi Iba¹, Ryogo Okamoto², Hidekazu Saito¹, Yuzo Ohno²

E-mail: s.iba@aist.go.jp

1. はじめに

GaAs(110)面方位の量子井戸 (QW) は、(100)面とは異なる成長メカニズム[1]、面内光学異方性[2]、T型量子細線[3]、電子スピン緩和[4]などの各種物性の解明およびデバイス応用において注目を集めてきた。しかしながら、多くの先行研究では、分子線エピタキシー(MBE)法による結晶成長において低い成長温度($\leq 500^\circ\text{C}$)を利用しており[5]、高温成長における研究報告は限られている[1]。一般に、高温側で成長することにより結晶品質が向上すると期待されることから、本研究では、高い成長温度領域で(110)GaAs/AlGaAs 多重量子井戸 (MQW) を作製し、表面形態・フォトルミネッセンス(PL)およびスピン特性を系統的に評価したので報告する。

2. 実験

GaAs(110)基板上に 60 周期の GaAs/AlGaAs MQW を、成長温度(T_g)を変えて作製した($T_g=460 \sim 580^\circ\text{C}$)。高い成長温度による As 取り込み効率の減少および表面荒れを抑制するために、As 供給源として As_2 を利用した。試料の表面形態は原子間力顕微鏡(AFM)、PL 寿命および電子スピン緩和時間はストリークカメラを用いた時間分解 PL 法により評価した。

3. 結果

T_g を 460°C から 580°C まで上げると AFM 観察における表面平均粗さは 0.4 nm から 7.7 nm まで大幅に増加するものの、いずれの試料においても室温 PL スペクトルは典型的な量子井戸発光スペクトルを示した。従って、全ての試料において同様な量子井戸構造が形成されていることが分かった。図 1 に室温における PL 寿命の T_g 依存性を示す。低い T_g ($\leq 500^\circ\text{C}$) では PL 寿命は数 ns 程度であり、 As_4 を利用した我々の既報[5]と同程度の値である。 T_g を上げるにつれて PL 寿命は増加し、 $T_g=580^\circ\text{C}$ で最大値 40 ns を示した。この値は(110)面試料としては我々の知る限り最高値であり、既報における(100)面の高品質試料と同様の水準に到達している[6]。PL 強度の温度依存性と PL 寿命のデータをもとに非発光再結合寿命を算出すると約 40 ns であることから、当該試料では非発光再結合センター密度が極めて低いと示唆される。また、作製した全試料の電子スピン緩和時間は $4\sim 7 \text{ ns}$ であり、成長温度依存性を示さないことが分かった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19H02181, 19K05243 の助成を受けた。

参考文献

- [1] E. S. Tok *et al.*, Surf. Sci. **371**, 277 (1997).
- [2] Y. Kajikawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **30**, 1944 (1991).
- [3] A. Yacoby *et al.*, Phys. Rev. Lett. **77**, 4612 (1996).
- [4] Y. Ohno *et al.*, Phys. Rev. Lett. **83**, 4196 (1999).
- [5] S. Iba *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 113001 (2016).
- [6] P. Dawson *et al.*, Superlattices Microstruct. **1**, 231 (1985).

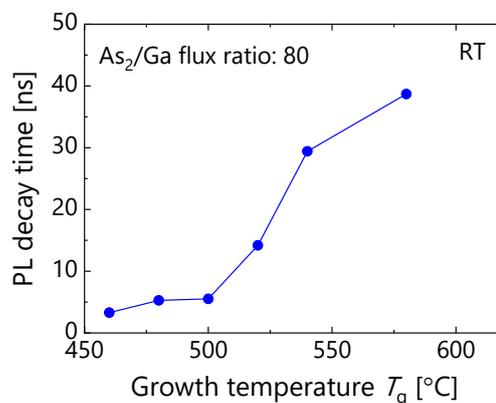


Figure 1 Growth temperature dependence of PL decay time measured at room temperature (RT).