

As₂ を用いた (110)GaAs/AlGaAs 量子井戸の MBE 成長 及び再結合寿命・スピン緩和時間の測定

Growth of (110)-oriented GaAs/AlGaAs quantum wells by MBE with As₂
and measurement of recombination lifetime and spin relaxation time

筑波大¹, 産総研スピントロニクス研究センター²

○岡本亮吾¹, 揖場 聡², 齋藤秀和², 湯浅新治², 大野裕三¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST Spintronics Research Center²

○Ryogo Okamoto¹, Satoshi Iba², Hidekazu Saito², Shinji Yuasa², Yuzo Ohno¹

E-mail: s1820314@s.tsukuba.ac.jp

1. はじめに

(110)面方位の GaAs 量子井戸 (QW) は室温で数 ns オーダーの長いスピン緩和時間を示すことから[1]、半導体スピンドバイスのプラットフォームとして有望である。我々はスピン制御半導体レーザーの実現を目指して、分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて GaAs(110)量子井戸の作製に取り組んできた。As 供給源として As₄ を使用し、結晶品質の指標である室温での再結合寿命に関して 4 ns を実現している[2]。一方、先行研究では、As₂ を供給源に使用することで GaAs 表面への As 吸着性が改善したとの報告があるが[3,4]、再結合・スピン緩和特性については未解明である。そこで本研究では、As₂ を用いて GaAs/AlGaAs(110)多重量子井戸 (MQW) を作製し、再結合寿命とスピン緩和時間を系統的に評価したので報告する。

2. 実験

GaAs(110)基板上に成長温度と As₂/Ga フラックス比を変えて 60 周期の GaAs/AlGaAs MQW を作製した。再結合寿命、およびスピン緩和時間に関してストリークカメラを用いた時間分解フォトルミネッセンス (TRPL) 法で室温において評価した。また、比較的長い再結合寿命 (~10 ns) もしくは長いスピン緩和時間 (~2.8 ns) が得られた試料は測定温度依存性を調査した。

3. 結果

図 1 にスピン緩和時間の測定温度依存性を示す。低温測定領域では試料による差はさほど見られない。(110)面方位 GaAs/AlGaAs では測定温度の上昇に伴いスピン緩和時間が増大する傾向にあり[1]、高温領域では成長条件によるスピン緩和時間の差が明確になった。特に成長温度が低い試料 (成長温度 $T_g=441, 432$ °C) では測定温度 200 K で 4 ns 以上、室温下でも 2 ns 以上の長いスピン緩和時間が得られている。一方で成長温度、As₂/Ga 比が共に大きい試料 ($T_g=530, \text{As}_2/\text{Ga}=80$) においては、スピン緩和時間は室温で 2 ns 以下と比較的短い値であったが、再結合寿命は 10 ns 以上の長い値が得られた。他の 2 試料では 4 ns 以下であった。以上から As₂ を供給源に用いた、高温高 As 圧下での MBE 成長によって発光特性に優れた GaAs/AlGaAs(110) MQW が得られることが明確になった。また、試料品質とスピン緩和時間の相関が明らかになった。

謝辞

本研究は科研費新学術領域研究「ナノスピン変換科学」(No. 26103003)の支援を受けた。

参考文献

- [1] Y. Ohno *et al.*, Phys. Rev. Lett. **83**, 4196 (1999).
- [2] S. Iba *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 113001 (2016).
- [3] D. M. Holmes *et al.*, Appl. Phys. Lett. **67**, 2848 (1995).
- [4] D. M. Holmes *et al.*, J. Cryst. Growth. **192**, 33 (1998).

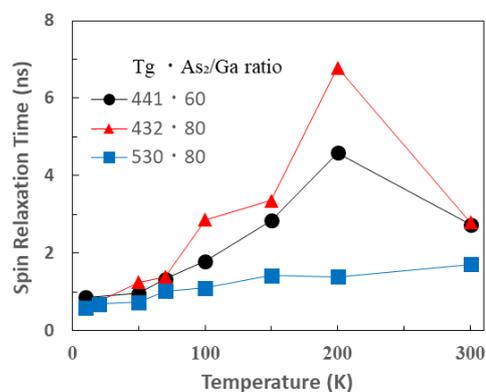


Figure 1 Temperature dependence of three samples with different growth conditions.