

InP(110) 基板上 InGaAs/InAlAs 量子井戸の電子スピン緩和時間

Electron spin relaxation time in InGaAs/InAlAs quantum wells on InP(110)

奈良先端大 物質 〇安田 祐介, 横田 信英, 池田 和浩, 河口 仁司

Materials Science, NAIST 〇Yusuke Yasuda, Nobuhide Yokota, Kazuhiro Ikeda and Hitoshi Kawaguchi

E-mail: y-yusuke@ms.naist.jp

1. はじめに

GaAs(110)基板上 GaAs/AlGaAs 量子井戸(QWs)では D'yakonov-Perel'(DP)スピン緩和機構が抑制されるため、一般的な(100)基板上 QWs と比較して、数十倍長い電子スピン緩和時間(τ_s)を得られることが知られている[1]。我々は、1.55 μm 帯の光通信波長におけるスピン光デバイスを目指して、GaAs と同様に閃亜鉛鉱構造であり、長い τ_s を持つ可能性のある InP(110)基板上 InGaAs/InAlAs QWs に着目し、その結晶成長について報告した[2]。今回、成長条件を改善し、InP(110)基板上 InGaAs/InAlAs QWs の電子スピン緩和時間をポンププローブ法により測定したので報告する。

2. 結晶成長

[111]B 方向へ 3° 微傾斜した InP(110)基板上に量子井戸層 8 nm/バリア層 5 nm 70 周期、10 nm/ 5 nm 50 周期の $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ QWs を MBE 法により成長した。また、比較のために InP(100)基板上にも同じ構造の量子井戸を成長した。X 線回折測定、透過測定、PL 測定により成長温度と V/III 比の最適化を行った。その結果、InP(100)基板上では成長温度 530 $^\circ\text{C}$ 、V/III 比 60、InP(110)基板上では成長温度 500 $^\circ\text{C}$ 、V/III 比 40 が最適であることが判った。

3. 測定結果

量子井戸層 8 nm、70 周期 QWs の 7 K、150 K および 300 K における吸収スペクトルの測定結果を Fig. 1. および Fig. 2. に示す。InP(100)基板上および InP(110)基板上 QWs とともに、明瞭なエキシトン吸収ピークが確認できる。次に、透過型ポンププローブ測定系[1]を用い、量子井戸層 8 nm の場合は光源の波長制限から 150~300 K の範囲で、量子井戸層 10 nm の場合は 77~300 K の範囲で τ_s を測定した。但し、量子井戸層 10 nm の結果は成長条件の影響を見るため、InP(110)基板上 QWs を InP(100)の最適条件、InP(100)基板上 QWs を InP(110)の最適条件でそれぞれ作製した。フェムト秒光源の波長を E1-HH1 準位に相当する波長に調整し、円偏光透過率の時間変化から τ_s を算出した。Fig. 3. に示すように InP 基板の結晶方位による τ_s の大きな違いは見られず、室温において 1 ns 程度、100 K において 1.7 ns 程度の値を得た。(100) QWs と(110) QWs の τ_s に大きな差が見られないことは、InP(100)基板上の InGaAs/InAlAs QW において、DP 以外のスピン緩和機構が支配的となっている可能性を示唆している。

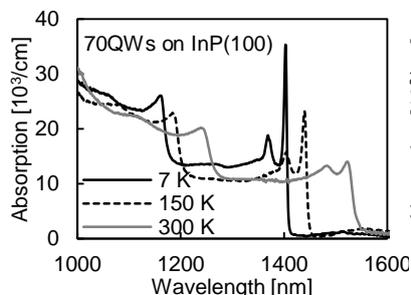


Fig. 1. Absorption spectra for 8 nm 70QWs on InP(100)

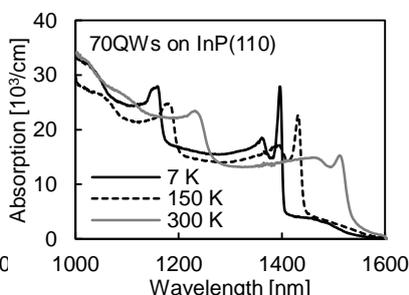


Fig. 2. Absorption spectra for 8 nm 70QWs on InP(110)

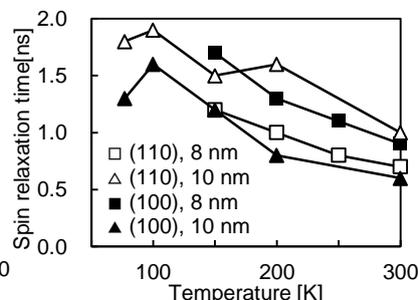


Fig. 3. Temperature dependence of spin relaxation time

参考文献

[1] Y. Ohno, R. Terauchi, T. Adachi, F. Matsukura, and H. Ohno, Phys. Rev. Lett. **83**, 4196 (1999).

[2] 安田, 黄, 河口, 第 73 回 応用物理学会学術講演会, 11p-J-7, 松山 (2012).