19p-S2-13

顕微ポンプ・プローブ法による(110)InGaAs/InAlAs MQWの 電子スピン緩和時間測定

Microscopic pump-probe measurement of electron spin relaxation time in

(110) InGaAs/InAlAs MQWs

奈良先端大物質 〇横田 信英*, 安田 祐介, 池田 和浩, 河口 仁司

Materials Science, NAIST "Nobuhide Yokota^{*}, Yusuke Yasuda, Kazuhiro Ikeda, and Hitoshi Kawaguchi

E-mail: yokota@riec.tohoku.ac.jp

はじめに: D'yakonov-Perel' (DP)スピン緩和機構が抑制される(110) GaAs MQW では、一般的な(100) GaAs MQW と比較して、十倍以上長い電子スピン緩和時間 τ_s が得られる[1]。我々は、1.55 μ m 帯の光 通信波長で動作するスピン光デバイスに向けて、(110) InGaAs/InAlAs MQW の結晶成長条件を最適化し、 室温で約 1 ns の τ_s を得た[2]。今回、顕微ポンプ・プローブ法を用いて、(110) InGaAs/InAlAs MQW の 表面に見られるファセットの τ_s への影響を排除し、サンプル温度と励起強度を変えて系統的に τ_s を測 定し、電子スピン緩和機構を検討したので報告する。

実験方法: [111]B 方向へ 3°微傾斜した InP(110) 基板上に、井戸幅 10 nm の 50 周期 In_{0.53}Ga_{0.47}As/In_{0.52}Al_{0.48}As MQW 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 MQW を成長した。成長温度は、500°C および 530°C とした。Fig. 1(a)、(b)に示すように、(110) MQW のみ表面にファセットが見られた。τ_sの測定には Fig. 1(c)に示す顕微ポンプ・プローブ測定法を 用いた。光パラメトリック発振器から出力された約 110 fs のパルス光により共鳴励起し、直径約 5.9 µm のスポットに集光したプローブ光の透過率変化をバランスドディテクタによって測定した。

実験結果: (110) MQW の室温における τ_s とキャリア寿命 τ_c の測定結果を Fig. 2 に示す。ファセット上 P_{facet} における τ_s と τ_c がそれぞれ 0.66-0.80 ns、6.5-9.9 ns である一方、平坦な領域 P_{flat} では 0.93-1.0 ns、 10-18 ns とより長い値が得られた。この結果はファセット周辺における高い欠陥密度に起因しているも のと考えられる。各サンプルにおける τ_s の温度依存性を Fig. 3 に示す。基板の面方位によらず、T > 200Kにおいて DP 機構や Elliott-Yafet (EY)機構の温度依存性 $\tau_s \propto T^{-1}$ が見られる。DP 機構が抑制される(110)

MQW において、(100) MQW と同等な τ_s が得られていることから、本結果は InGaAs/InAlAs MQW にお ける T > 200 K での支配的な電子スピン緩和機構が EY 機構であることを示唆している。なお、室温に おいて測定した τ_s の励起強度依存性は小さく、BAP (Bir-Aronov-Pikus)機構の寄与が小さいことを示し ており、上記の結論と矛盾しない。

謝辞:本研究の一部は、JSPS 科研費 24226011 の助成により行われた。

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

[2] 安田祐介, 横田信英, 池田和浩, 河口仁司, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 28p-A8-2, 神奈川工科大学, 2013.







Fig. 1. Nomarski micrographs for (a) (110) 500°C and (b) (100) 500°C. (c) Schematic of microscopic pump-probe measurement.

*現所属 東北大学 電気通信研究所

Fig. 2. τ_s and τ_c measured at different positions in (110) InGaAs/InAlAs MQWs. \times : τ_c , \bigcirc : τ_s . Growth temperatures are 500°C (red) and 530°C (blue).

Fig. 3. Temperature dependence of τ_s for InGaAs/InAlAs MQWs.