## GaAs/Alo.3Gao.7As 量子井戸におけるスピン緩和時間の井戸幅依存性(II)

Well width dependence of the spin relaxation time in GaAs / Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As quantum wells (II).

○松田 侑己<sup>1</sup>、中村 雄一<sup>1</sup>、大橋 龍太郎<sup>1</sup>、菊池 哲太<sup>1</sup>、藤沼 広輝<sup>1</sup>、下村 哲<sup>2</sup>、竹内 淳<sup>1</sup>

## (1. 早大先進理工、2. 愛媛大理工)

<sup>O</sup>Y. Matsuda<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>1</sup>, R. Ohashi<sup>1</sup>, T. Kikuchi<sup>1</sup>, H. Fujinuma<sup>1</sup>, S. Shimomura<sup>2</sup> and A. Tackeuchi<sup>1</sup>

(1. Waseda Univ., 2. Ehime Univ.)

E-mail address: see8c3fed78rgl@akane.waseda.jp

量子井戸におけるスピン緩和のメカニズムと して低温では Elliott-Yafet(EY)効果 <sup>1</sup> や Bir-Aronov-Pikus(BAP)効果<sup>2</sup>が働き、室温近傍では D'yakonov-Perel'(DP)効果<sup>3</sup>が働くことが知られ ている <sup>4.5</sup>。我々は以前、井戸幅の異なる GaAs/Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As 量子井戸(QW)のスピン緩和 時間を円偏光時間分解ポンプ・プローブ反射計測 にて測定し、低温(14 K)でのスピン緩和時間の井 戸幅依存性が DP 効果や EY 効果から期待され るものと異なっていることを報告した<sup>6</sup>。本研究 では、低温から室温近傍にかけてスピン緩和時間 を測定し、井戸幅依存性が温度によってどのよう に変化するかを調べた。

本研究に用いたサンプルは、分子線エピタキシ ー法により GaAs(100)基板上に井戸幅の異なる 3 つの GaAs 井戸層(幅 1.8, 2.2, 2.6 nm)と Alo.3Gao.7As 障壁層(幅 30 nm)を交互に積層させ た構造となっている。ポンプ・プローブ反射計測 では、フェムト秒超短パルスチタンサファイアレ ーザーを励起光源に用いた。レーザーをビームス プリッターにてポンプ光とプローブ光に分け、偏 光子と 1/4 波長板を用いて右円偏光に変換した ポンプ光パルスをサンプルに入射させ、ダウンス ピンキャリアを生成させる。遅延光路を用いて時 間差をもうけた円偏光プローブパルスをサンプ ルに照射し、その反射光強度を時間分解すること でスピン偏極率の時間変化を観測した。得られた スピン偏極率の時間変化から指数関数近似を用 いてスピン緩和時間を求めた。

励起光強度 60 mW、測定温度 14-300 K にお ける井戸幅 1.8, 2.2, 2.6 nm でのスピン緩和時間 を Fig.1 に示す。14 K では井戸幅が狭くなるに つれてスピン緩和時間が遅くなっている。これは、 狭い井戸幅になるほど量子井戸内における電子 の波動関数の染み出しが大きくなることによっ て電子とホールの交換相互作用が弱まり、BAP 効果の寄与が弱まったことが原因であると考え られる。また,狭い井戸ではキャリアの局在化に より量子ドット的な振る舞いが生じることも原 因の一つと考えられる 7。50 K-200 K にかけて は、温度の上昇にともなって 14 K と比べて傾き が徐々に小さくなっていくことから、BAP 効果 の寄与と比べて DP 効果の寄与が強まっている と考えられる。また、各井戸幅において、温度の 上昇にともないスピン緩和時間が遅くなること から、キャリア散乱によってスピン緩和が起こる EY 効果が作用していると考えられる。低温から 室温近傍にかけて支配的なスピン緩和時間が変 化することによって井戸幅依存性に傾きの変化 が生じたと考えられる。この井戸幅依存性ならび に温度依存性の結果やキャリア緩和時間の温度 変化を合わせて考えると、より具体的に各温度領 域における支配的なスピン緩和メカニズムの解 析が期待できる。



**Fig.1** Well width dependence of spin relaxation time of GaAs/Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As QW for an excitation power of 60 mW at 14-300 K.

<sup>1</sup>R. J. Elliott, Phys. Rev. **96**, 266 (1954).

- <sup>2</sup>G. L. Bir et al., Zh. Eksp. Teor. Fiz. **69**, 1382 (1975).
- <sup>3</sup> M. I. D'yakonov et al., Sov. Phys. Semicond. **20**, 110 (1986).
- <sup>4</sup> 上村他, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-E1-5
- <sup>5</sup> 石塚他, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 14a·H6·4
- <sup>6</sup> 松田他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 11p-M103-4

<sup>7</sup>O. Wu et al, Phys. Rev. Lett. **83**, 2652 (1999).