

偏光時間分解ポンププローブ測定による スピン重ね合わせ状態における位相緩和の観測

Observation of phase relaxation in spin superposition

by polarization- and time-resolved pump and probe measurements

静岡大院総合科学¹, 静岡大電子研², NTT 物性科学基礎研³, 甲南大理工⁴

○村松 弘基^{1,2}, 伊藤 哲^{1,2} 後藤 秀樹³, 市田 正夫⁴, 安藤 弘明⁴

Grad. Sch. of Sci. & Tech. Shizuoka Univ.¹, RIE², NTT BRL³, Fac. of Sci. & Eng. Konan Univ.⁴,

○Hiroki Muramatsu^{1,2}, Tetsu Ito^{1,2}, Hideki Gotoh³, Masao Ichida⁴ and Hiroaki Ando⁴

E-mail: muramatsu.hiroki.17@shizuoka.ac.jp

【はじめに】半導体中の電子・正孔スピンは量子情報技術への応用が期待され注目を集めている。その理由の一つであるスピンの重ね合わせ状態は、上向き・下向きのスピンに対応した偏光の重ね合わせが持つ振幅と位相が電子・正孔に転写される。従来の円偏光を用いたスピン緩和の評価では振幅の変化（スピンの反転）のみに着目していたが、直線偏光での評価では振幅と位相の両方の変化を考える必要がある。本研究では、偏光時間分解ポンププローブ(P&P)法により多重量子井戸 (MQW) 中のスピン偏極度(DOP)の緩和時間の温度依存性から、スピン重ね合わせ状態の振幅と位相の緩和について考察した。

【実験・結果】実験には井戸幅 4 nm、8 nm、12 nm の MQW を用いた。右回り円偏光(R)パルスまたは+45°直線偏光(D⁺)パルスをポンプ光、縦偏光パルスをプローブ光として試料に照射し、試料

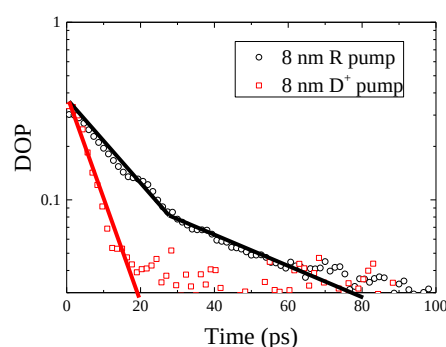


Fig. 1 Time trace of DOP

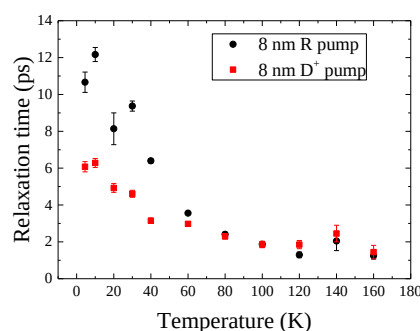


Fig. 2 Temperature dependence of relaxation time

の反射率変化から DOP の緩和時間を観測した。図 1 に幅 8 nm 井戸から得られた DOP の時間分解測定結果を示す。R ポンプの測定結果（黒丸）には早い正孔スピンと遅い電子スピンの振幅の時間変化が二段階緩和として観測された。一方、D⁺ポンプの測定結果（赤四角）にはスピン重ね合わせ状態の位相の変化が一段階緩和として観測された。このうち、それぞれ正孔スピン偏極とその重ね合わせの位相の緩和を反映していると考えられる、R ポンプ測定の高い緩和時間とD⁺ポンプ測定の緩和時間の温度依存性を図 2 に示す。温度の上昇に伴い緩和時間が減少する傾向はバンド混合状態への散乱による正孔スピン緩和を反映していると思われる。また、D⁺ポンプにおける緩和時間（赤四角）が R ポンプの場合（黒丸）より短いことから、直線偏光が試料に転写した正孔スピンの位相が振幅より早く緩和する様子が確認できた。講演では、電子スピン緩和の温度依存性や井戸幅依存性も示し、スピン重ね合わせにおける、振幅と位相の緩和について詳細に議論する。