

GaAs 量子井戸における正孔スピン重ね合わせ状態に対する バンド混合効果

Band Mixing Effect on Hole-Spin Superposition in GaAs Quantum Well

静岡大電子研¹, 静岡大院工², NTT 物性科学基礎研³, 甲南大理工⁴

○伊藤 哲^{1,2}, 後藤 秀樹³, 市田 正夫⁴, 安藤 弘明⁴

RIE¹, Grad. Sch. of Eng. Shizuoka Univ.², NTT BRL³, Fac. of Sci. & Eng. Konan Univ.⁴,

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

E-mail: dtito@ipc.shizuoka.ac.jp

【はじめに】半導体量子構造中の正孔スピンは空間部分の波動関数の非対称性により原子核スピンの影響を受けないという利点を持つため、量子情報処理技術への応用が期待されている。これまでに我々は、正孔スピンの量子重ね合わせ状態； $\alpha|(X+iY)\uparrow\rangle + \beta\exp(i\phi)|(X-iY)\downarrow\rangle$ が共鳴励起条件下で形成され、PL 測定で観測されることを報告した[1]。本研究では、量子井戸における重い正孔と軽い正孔のバンド混合効果が正孔スピン量子重ね合わせ状態に与える影響を議論するため、直線偏光励起による偏光時間分解 PL 測定を行った。【実験】実験には井戸幅 4, 8, 12 nm の GaAs/AlGaAs 多重量子井戸(MQW)を用いた。直線偏光レーザーパルス (時間幅 2 ps) により MQW を励起し、電子・正孔系のスピン偏極を形成した。この励起エネルギーを変化させながら、ストリークカメラを用いて偏光度 (D.P. = $(I^+ - I^-) / (I^+ + I^-)$) の時間発展を系統的に測定した。【結果】図 1 に井戸幅 4 nm の MQW を直線偏光励起した場合の 18 K における偏光度の時間変化を示す。これら観測された直線偏光は磁場に対して歳差運動を起こすことも確認しており、スピン偏極を反映していると考えられる。励起が発光エネルギー (1.646 eV) から高エネルギー側に離れるにしたがって偏光度の初期値は徐々に減少した。初期偏光度はいずれの井戸幅の場合も励起エネルギー E_{ex} の増加とともに減少した。図 2 に E_{ex} と発光エネルギー E との差を軽い正孔状態のエネルギー E_{lh} との差で規格化し、 $\Delta E = (E_{ex} - E) / (E_{lh} - E)$ で評価した初期偏光度を示す。いずれの井戸の場合も初期偏光度は E_{ex} が E_{lh} に近づくに従って減少した。これは、全ての井戸で同じメカニズムによって正孔スピン重ね合わせ状態が影響を受けていることを示唆しており、バンド混合効果が初期偏光度を減少させる原因となると考えられる。

[1] 伊藤哲 他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 30a-G20-3

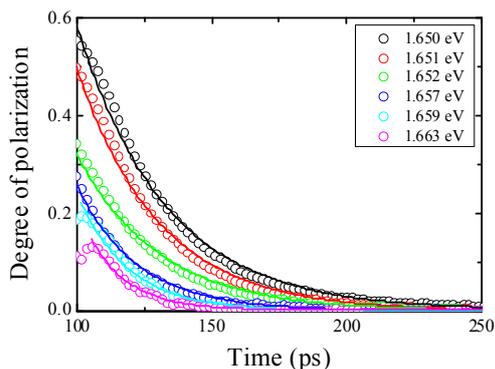


図 1. スピン偏極度の時間発展

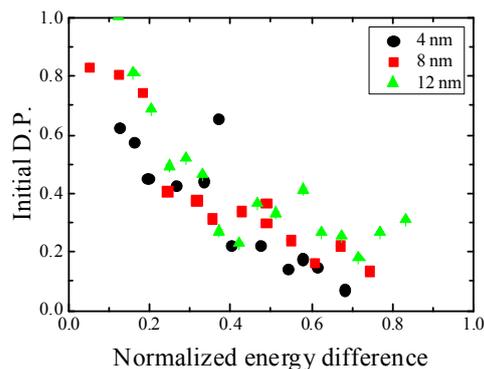


図 2. 初期スピン偏極度の ΔE 依存性