

単一 InAs 量子リングの面内 g 因子測定と光学異方性の考察 In-plane g -factors and optical anisotropy in single InAs quantum rings

北大院工：○ 冨井拓真, 鍛冶怜奈, 足立 智

Hokkaido Univ. : ○ T. Tomii, R. Kaji, and S. Adachi

E-mail: too2_e101@eng.hokudai.ac.jp

【はじめに】キャリアの g 因子は、スピン自由度と磁気モーメントを繋ぐ重要なパラメータである。とくにスピンの任意回転の実現には、 g テンソルの 2 成分の任意制御が必要であり [1], 量子情報通信分野への応用が期待されている。本研究では、単一光子源への応用を考える上で必須である、光学異方性を考慮して g 因子測定を行った。量子リング (Quantum Ring: QR) 中に局在する電子・正孔 g 因子の面直成分の個別測定および歪み誘起価電子帯混合 (Valence Band Mixing: VBM) への依存性 [2] については報告したが、今回は電子・正孔 g 因子の面内成分の測定結果を報告する。

【実験および結果】横磁場配置 ($B \perp k$, $|B| \leq 5$ T), 5 K での単一 InAs/GaAs QR の磁気発光測定を行った。励起光 ($\lambda_{\text{exc}} \sim 866$ nm) は時間平均無偏光とし、QR からの発光スペクトルを半波長板と偏光子を用いて直線偏光成分毎に選択検出した。図 1(a) は $B_{\perp} = 3.0$ T における X^- 発光の測定結果である。零磁場下では、電子と正孔の上向き・下向きスピン状態 ($|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$), ($|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$) が縮退している。横磁場を印加すると状態混合が起き、基底がそれぞれ $\Psi_e^{\pm} = (|\uparrow\rangle \pm |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$, $\Psi_h^{\pm} = (|\uparrow\rangle \pm |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$ に張り直され、図 1(b) に示すように X^- 発光は直線偏光を基底とする 4 状態 (E_1, E_2, E_3, E_4) に分裂する。今回、測定した QR では E_2 と E_3 が磁場強度に依らずスペクトル幅の範囲内で重なったため、3 スペクトルピークとして観測された。外側 (outer: E_1, E_4) と内側 (inner: E_2, E_3) のピークエネルギー差がそれぞれ $(|g_{\perp}^e| + |g_{\perp}^h|)\mu_B B_{\perp}$ と $(|g_{\perp}^e| - |g_{\perp}^h|)\mu_B B_{\perp}$ で与えられることから、この QR の電子・正孔面内 g 因子が $|g_{\perp}^e| \cong |g_{\perp}^h| = 0.42$ であると分かった。また図 1(c) の発光強度の極プロットから、inner と outer の発光は直交直線偏光であるが、強度が異なるため、 X^- 発光スペクトル全体 (inner + outer) では楕円偏光となった。これは VBM による効果と考えられる。講演では横磁場と VBM による複合的な光学異方性の効果について、計算結果と併せて議論する予定である。

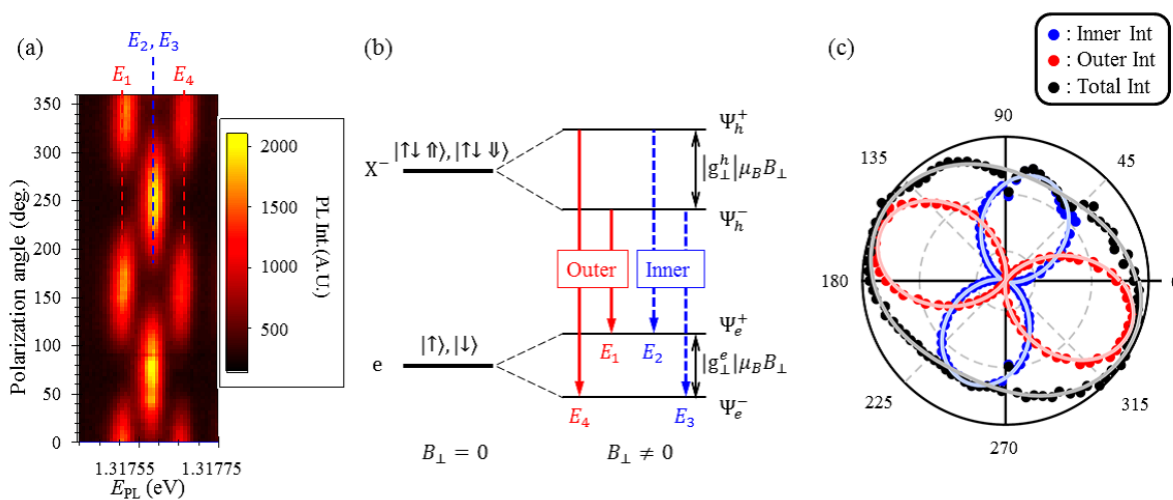


図 1: (a) $B_{\perp} = 3.0$ T における X^- 発光の検出角依存性. (b) 零磁場および横磁場下 ($g_{\perp}^e \cdot g_{\perp}^h > 0$ の場合) での X^- 発光の遷移の始状態と終状態. (c) 発光強度の極プロット: Inner-Outer 間で強度差があるため楕円偏光となっている。

【謝辞】QR 試料の作製に際しカリフォルニア大学の C. W. Tu 教授、プロセス加工に際し理化学研究所の定 昌史 博士に御礼を申し上げます。

[1] A. Bennett, et al., Nature Commun. **4**, 1522 (2013).

[2] R. Kaji, et al., Appl. Phys. Express. **7**, 065002 (2014).