

Ge の磁場中時間分解円偏光フォトルミネッセンス

Time-resolved circular-polarized magneto-photoluminescence of Ge

東大院総合¹, JST さきがけ², 埼玉大院理工³・安武裕輔^{1,2}, 矢口裕之³, 深津 晋¹UTokyo¹, JST PRESTO², Saitama U.³・Y. Yasutake^{1,2}, H. Yaguchi³, and S. Fukatsu¹

E-mail: cyasutak@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

モノリシック光集積化とは異なる応用展開のベクトルとしてIV族半導体におけるスピンの輸送・制御^{1,2}に注目が集まっている。特に Ge は伝導帯の間接遷移端(L_c-valley)と直接遷移端(Γ_c-valley)のエネルギー差が 140meV 程度と小さくバレー間散乱が支配的であるため、(1)結晶歪を用いたバンドエンジニアリングと *n* 型ドーピングとの融合による Γ_c-valley の活性化¹、(2)電子-正孔対の波数空間上の電荷分離を利用した L_c, Γ_c-valley の選択的光励起²、など直接・間接遷移端の双方の特徴を利用した機能性素子への展開が期待できる。また Ge/GeSi 多重量子井戸(MQW)で観測された低次元化にともなうスピン偏極 L_c-valley 電子のデコヒーレンス抑制効果は、Ge スピントロニクスを指向する上で非常に興味深い^{3,4}。

本研究では、バレー間散乱を介した電子スピン偏極の緩和過程の追跡を目的に、磁場中時間分解円偏光フォトルミネッセンス(PL)を行ったので報告する。試料は *n*-Ge(001)基板 (Sb-doped, 0.005 Ωcm)、励起光源には直線偏光した 1064 nm (Dualchip nanolaser, 9 μJ, 300 ps)、検出器には低ダークモデルの近赤外フォトンカウンティングヘッド(H12397-75, Hamamatsu)を用いた。磁場は無冷媒型超伝導マグネットを用いて Faraday 配置で円偏光 PL 測定を行った。図 1 に直接遷移端由来 PL の 18 K、10 T における円偏光度の波長-時間イメージプロットを示す。Landau 準位に起因する明瞭な円偏光度の振動が観察できる。一方、時間ゲート⁵によってスピン緩和時間内(~1ns)のイベントを強調した間接遷移由来蛍光の磁場円偏光 PL においては、円偏光 PL 強度の差異が観察されなかった(図 2)。これは Ge/GeSi MQW の間接遷移端の円偏光 PL とは対照的な結果であり⁴、低次元化にもたらず L_c-valley の縮退度あるいは異方性の低下が、間接遷移端における電子スピン分極ひいては機能の発現に本質的であることを示唆している。

- [1] R. E. Camacho-Aguilera *et al.*, *Opt. Express* **20**, 11316 (2012). [2] T. Sakamoto *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* to be published.
 [3] F. Pezzoli *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **108**, 156603 (2012). [4] 安武 裕輔 他, 第73回応用物理学会秋季 16p-C15-3
 [5] Y. Yasutake *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **102**, 242104 (2013).

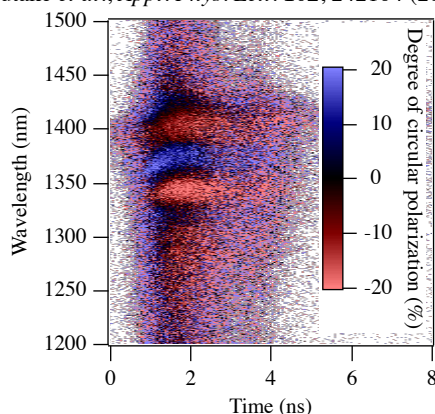


Fig.1 Color map of the degree of circular polarization as a function of time recorded at 10 T and 18 K.

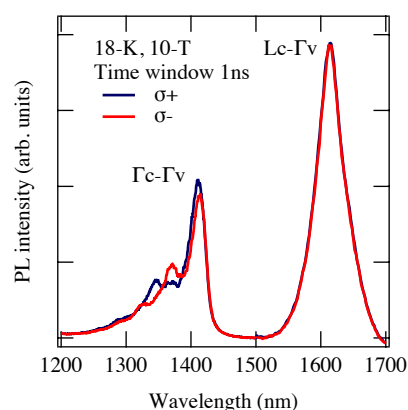


Fig.2 Snapshot circular-polarized PL spectra at 10 T.