

円偏光フェムト秒励起相関分光による Ge キャリア緩和過程の追跡

Photocarrier relaxation in Ge studied by circular-polarized

femtosecond-excitation correlation photoluminescence

東大院総合 ○安武裕輔, 深津 晋 UTokyo ○Y. Yasutake and S. Fukatsu

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

モノリシック光集積に向けて基幹構成要素である Ge 光エミッタの実現が渴望されている。伝導帯の間接遷移端(Lc)と直接遷移端(Γ_c)のエネルギー差が比較的小さい (≈ 0.14 eV) Ge では、バレー間散乱が発光過程において重要な役割を果たす。例えば、直接遷移端再結合とは異なる機構によって電子ラマン遷移(ER)が発生し、(1)効率的なスピン偏極電子の生成や(2)ゼロ波数(垂直)遷移による光利得³などの機能発現をもたらす。ところが Split-Off(SO)正孔の ER は直接遷移端と発光位置が縮退し、線形分光による分離・同定が困難である。そこでキャリア緩和の時間スケールが短い(サブピコ秒)^{1,2,4} ことを利用してこれを可能にすることを想起した。

本研究では、円偏光フェムト秒励起相関法(FEC)による時間分解分光計測を試みた。これによりバレー間散乱を伴うキャリア・スピンの緩和過程の情報も同時に得られる。実験では、2分割(Pump & Probe)したフェムト秒パルス光(1030 nm, 200 fs)で Ge 試料上の同スポットを励起、励起時間差(τ)の関数として発光強度(I)の相互相関($I(\tau)$)を求め、励起光強度依存性 (I')が非線形な($n \neq 1$)条件下での FEC 信号($n < 1$ で負、 $n > 1$ で正)を検出した。p-Ge では $|\tau| < 1$ ps で負、 $|\tau| \gg 1$ ps において正の FEC 信号を観測した(Fig.1a)。直接遷移端蛍光(1250~1420 nm)は SRH 再結合($n=2$)に伴って正の FEC スペクトルを示し、SO-ER(1400 nm)付近では Γ_c -Lc バレー間散乱と矛盾しない時定数($\tau = 1.2$ ps)で単調変化する負の FEC スペクトルを観測した(Fig.1b)。一方、n-Ge の円偏光 FEC (励起・検出共に円偏光)では明瞭な DCP の時間発展(Fig.2)が観測された。2成分指数関数を用いることでスピン偏極信号の分離 (SO-ER ≈ 4 ps、直接遷移端 ≈ 200 ps)に成功し、マルチバレー半導体の光物性探索において円偏光 FEC が有効なことが示された。

- [1] M. Zürch *et al.*, Nat. Commun. **8**, 15734 (2017). [2] J. Kanasaki, S. Fukatsu *et al.*, Phys. Rev. B **96**, 115301 (2017).
[3] C. Yang *et al.*, The 64th JSAP 16a-F204-7 (2017). [4] K. Tanaka, T. Suemoto *et al.*, Phys. Rev. B **52**, 10709 (1995).

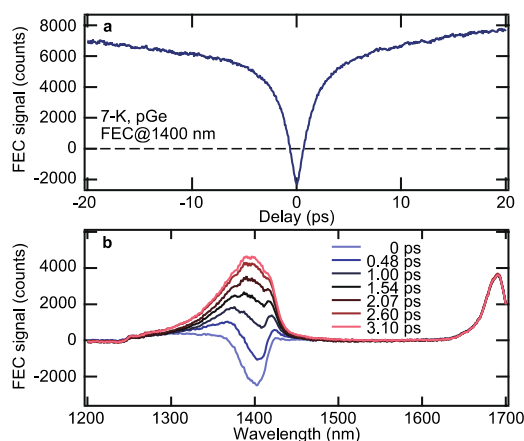


Fig.1a FEC signal of p-Ge at 7-K.
b Time-evolution of FEC spectra.

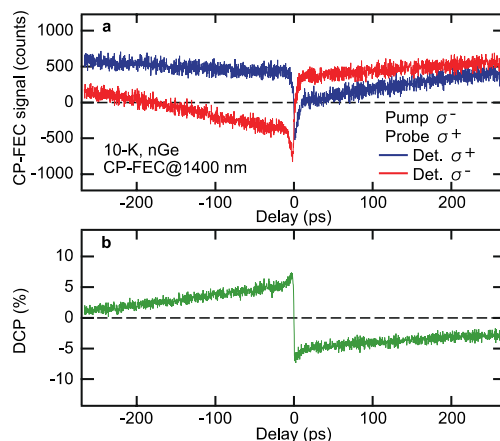


Fig.2a Circular-polarized (CP) FEC signals of n-Ge.
b Time-resolved degree-of-circular-polarization.