

伸長歪制御した面直ファブリペロー共振器中 Ge からの発光

Light emission from tensile-strain-engineered Ge in a vertical Fabry-Pérot cavity

東大院総合(駒場)¹, ファインキット株式会社², ○安武裕輔¹, 一色史雄², 深津 晋¹UTokyo¹, Finekit Inc.², ○Y. Yasutake¹, F. Issiki², and S. Fukatsu¹

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

モノリシック光集積の基幹構成要素である Ge 光エミッタの実現に向けて残された課題は、高伸張歪と高濃度電子ドーピングによる擬似直接遷移化および活性領域の光共振器への導入である。5%を超える一軸性伸長歪マイクロブリッジ構造 Ge における発振^{1,2}の試みは擬似直接遷移化戦略の妥当性を支持するが、構造の特殊性ゆえシリコンフォトニクスとの親和性が高いとは言い難い。一方、通信波長帯との適合を指向する上では低歪の領域における光共振器中の Ge の光学特性の評価が重要である。これまで我々は低温で機械的歪印加を制御した状態でその場発光の観測が可能な測定機構を構築し、電子ラマン散乱過程に付随する特異的な発光の増強現象を報告してきた³。

本研究では面直 Fabry-Pérot (VFP) 共振器構造を有する Ge の photoluminescence (PL) の一軸性伸長歪依存性を精査した。試料には機械研磨によって約 20 μm にまで薄片化したバルク Ge (undoped (i-Ge) と Sb-doped; 10^{18} cm^{-3} (n-Ge)) を用いた。裏面には Au 全反射鏡を 100 nm 蒸着し、光出射側の部分反射鏡はフレネル反射 ($\approx 30\%$) を利用して VFP (FSR $\approx 1.55 \text{ THz}$, Finesse ≈ 3) を構成した。励起には 1064 nm のサブ ns パルス光源を用い、 5 kW/cm^2 の強励起下で光利得に帰着される PL スペクトル変調の観測を試みた。閾値と格子温度の上昇を防ぐため 10 K で測定を行った。試料は mica 上に In で固定後、導電性ペーストと銅バネを用いて低温部との熱接触と熱伝導を確保した。10-K PL スペクトルから n-Ge における明瞭な発光増大と共振器由来のスペクトル変調が観測できる (Fig.1)。次に機械歪にともなうバンド端近傍のスペクトル変化を利用して n-Ge の PL スペクトルに重畳する干渉フリンジの様子を追跡した。格子歪の値は 30 band の $k \cdot p$ 摂動法⁴ から見積もった。n-Ge の一軸性歪を 0.02~0.14% まで変化させたときの伸長歪によるバンド端の低エネルギーシフトと HH, LH バンド縮退の解消によるスペクトル幅増大が PL スペクトルの変化から直に読み取れる (Fig. 2)。干渉フリンジが高エネルギー側に伸びることは光利得の可能性を示しているが、励起増強に伴う透明化領域の拡大とスペクトルの先鋭化は温度上昇効果の影響で観測できなかった。効率的な排熱構造と高 Finesse 光共振器のための光取り出し技術の基盤形成が今後の課題である。

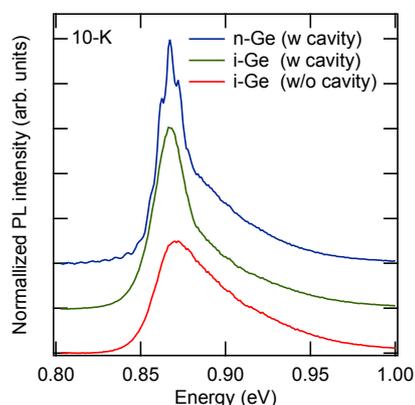
[1] S. Bao *et al.*, Nat. Commun. **8**, 1845 (2017).[2] F. T. Armand Pilon *et al.*, Nat. Commun. **10**, 2724 (2019).[3] Y. Yasutake *et al.*, The 79th JSAP, 19p-PA3-6 (2018).[4] D. Rideau *et al.*, Phys. Rev. B **74**, 195208 (2006).

Fig. 1 10-K PL spectra of Ge in VFP cavity.

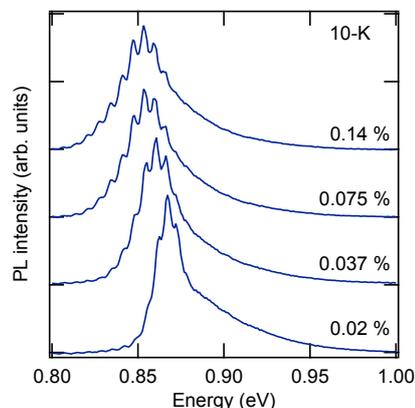


Fig. 2 PL of uniaxially-strained n-Ge in VFP cavity.