Ultrathin-body GeOI の円偏光フォトルミネッセンス

Circular-polarized photoluminescence from ultrathin-body GeOI

東大院総合(駒場)[1], 産総研 [2] ○(M1)公平拓見 [1], 安武裕輔 [1], 張 文馨 [2], 石井裕之 [2],
入沢寿史 [2], 内田紀行 [2], 前田辰郎 [2], 深津　晋 [1]
UTokyo[1], AIST[2] ○T. Kouhei[1], Y. Yasutake[1], W. H. Chang[2], H. Ishii[2],
T. Irisawa[2], N. Uchida[2], T. Maeda[2], and S. Fukatsu[1]
Email: kohei-takumi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ヘテロ構造リフトオフ(HELLO)法による低温転写可能な高品質超薄膜 Ge (Ultrathin-body Ge: UTB-Ge)は構造制御性が高く、トップダウン型の二次元チャネル材料としてモノリシック 3D 集積回路実装への期待が高まっている。[1, 2] 一方、Ge は IV 族フォトニクスにおける通信波長帯域適合の超高速検出器、光エミッタとしてその高機能化が渇望されてきた。UTB-Ge の薄膜化に伴う移動度と量子閉じ込め効果の相関に注目が集まるなか、これまで直接遷移端の光学評価を軸に Al_2O_3 層を障壁とする Ge 量子井戸について報告してきた。[3] 膜厚(d)減少に伴う量子サイズ効果の発現の一方、Ge に特徴的な電子ラマン遷移(ER)の顕在化が認められた。ER は垂直 (k≈0)緩和を伴う光スピンに敏感な発光過程であり、光利得・電子スピン偏極の光生成などをもたらすが、一般に縮退 p 型半導体に限定されるため未解明の部分が多い。本研究では、円偏光励起蛍光(Circular-polarized photoluminescence : CPL)からスペクトル上で UTB-Ge の直接遷移端成分と ER の分離を試みた。

試料は HELLO 法で作製した石英基板上の Al_2O_3 被覆 UTB-Ge (膜厚 5 ~ 20 nm)である。試料損傷と迷光を低減する配置で 10K の CPL スペクトルを取得。1064 nm (1.165 eV)右円偏光(σ+)励起下で左右円偏光(σ_{PL}-と σ_{PL}+)を検出し、円偏光度(DCP) = (σ_{PL}+ − σ_{PL}-)/ (σ_{PL}+ + σ_{PL}-)を求めた。Fig. 1 に UTB-Ge の CPL と DCP スペクトルを示す。d=15.7, 17.5 nm で約 0.85 eV に SO バンド ER の大きな負の DCP が発生するが、バンド端蛍光の青方偏移とともにやがて消失する。これは量子閉じ込めシフトとともに SO バンドからの励起がやがて共鳴条件から外れるせいである。一方、1.0 eV 近傍の LH バンド ER も減衰する傾向にあるが、d 減少によってスピン緩和が促進される可能性が示唆される。

ところで SO バンド ER よりもやや低い位置に膜厚変化にあまり敏感でない負の DCP 領域が存在する。ギャップ内の電子状態の影響が考えられるが、d= 15.7, 17.5 nm の SO バンド ER 大きな負の DCP はこれによってもたらされている可能性がある。

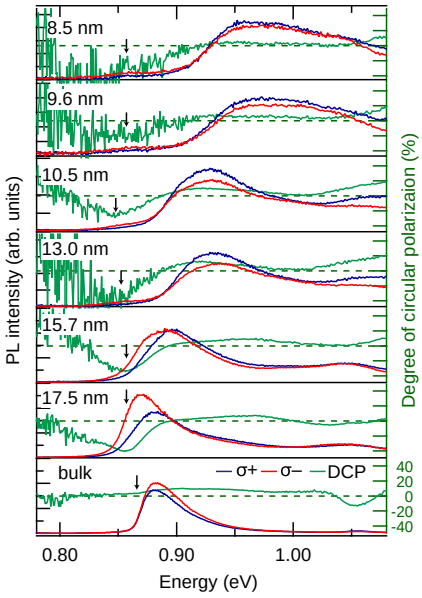

Fig. 1 Thickness-dependent CPL of UTB-GeOI at 10-K.

[1] T. Maeda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 262104 (2016).
[2] W. H. Chang *et al.*, IEEE T. Electron Dev. **64**, 4615 (2017).
[3] T. Kohei *et al.*, The 70th JSAP meeting, 19p-E206-18 (2019).

© 2020年 応用物理学会