

UTB-GeOI の量子化準位の顕微フォトリフレクタンス測定

Micro-photorefectance spectroscopy of higher-lying quantized energy levels of UTB-GeOI

東大院総合(駒場)¹, 産総研² ○(M2)公平拓見¹, 安武裕輔¹, 張 文馨²,

石井裕之², 入沢寿史², 前田辰郎², 深津 晋¹

UTokyo¹, AIST² ○T. Kouhei¹, Y. Yasutake¹, W. H. Chang²,

H. Ishii², T. Irisawa², T. Maeda², and S. Fukatsu¹

Email: kohei-takumi@ecc.u-tokyo.ac.jp

CMOS 適合の高移動度チャンネルの候補として基板を問わずトップダウンで大面積化が可能なヘテロ構造リフトオフ(HELLO)による Ultrathin-body (UTB)-Ge¹ が注目されている。実際、2 nm 未満の UTB-Ge チャンネルにおいて顕著な電子移動度増大が報告されている²。高移動度化を推進する上では、構造ゆらぎを制御し、これを抑制することが重要である。

ところで UTB-Ge はアモルファス絶縁体(Al₂O₃)障壁の type-I 量子井戸であり、電子状態の分光を通じて輸送特性とは異なる次元での構造評価が可能となる。これまでに我々は発光プローブを用い、①直接端・van Hove 特異点の量子閉じ込め効果と②電子ラマン散乱の閾値特性から構造ゆらぎの知見を集積してきた^{3,4}。しかし、これらエネルギー緩和に駆動される分光法は、基底状態の近傍に測定帯域が制限され、不純物・散逸に敏感になる問題があった。そこで今回、緩和フリーなフォトリフレクタンス(Photorefectance: PR)により、励起状態を含む van-Hove 特異点の膜厚依存性を通じて構造ゆらぎの評価を試みた。

試料は HELLO 法で作製した石英基板上の Al₂O₃ 被覆 UTB-Ge (膜厚 6~18 nm) である。構造揺らぎを強調するため比較的膜厚傾斜の大きな試料に対して分光プローブ方式の顕微 PR(< 0.1 mm²)を行った。ポンプ光は 638 nm LD である。透明基板上の超薄膜であることから円偏光を用いて反射の迷光を除去した。Fig. 1 は、PR 信号の井戸幅依存性である。無歪 Ge の Γ 点量子井戸に包絡線近似を適用し、Aspnes の PR の解析式を用いたところ e_n -HH_n 遷移($n=1\sim3$)がよく再現された。PR の拡がりパラメータからエネルギーゆらぎの幅は 9.6 nm で極大となった。これは定性的には量子化準位の井戸幅ゆらぎと傾向が一致する。その一方でこの結果は、ポテンシャル障壁が実効的に低下した可能性をも示唆している。

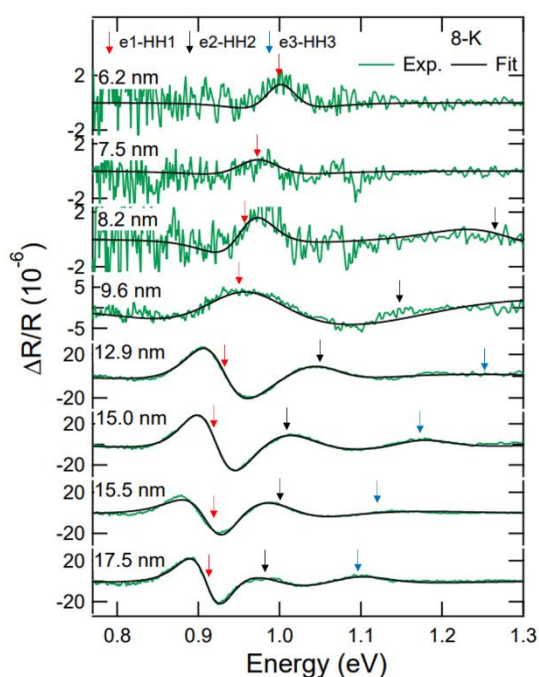


Fig. 1 Thickness-dependent PR spectra of UTB-Ge at 8 K.

- [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 19p-E206-18 (2019).
- [4] T. Kohei *et al.*, The 71st JSAP 9p-Z19-14 (2020).
- [5] D. E. Aspnes, Surf. Sci. **37**, 418 (1973).