

相変化メモリ・セクタ材料の局在準位評価

Localized states in phase-change memory and selector materials

群馬大理工¹, SIMIT-CAS² ◯後藤 民浩¹, Min Zhu²Gunma Univ.¹, Shanghai Inst. of Micro-System and Information Technol., Chinese Acad. Sci.²◯Tamihito Gotoh¹, Min Zhu²

E-mail: tgotoh@gunma-u.ac.jp

はじめに：次世代高密度メモリや神経細胞を模したニューロモーフィック素子の研究が活発になっている。基盤技術として注目されているのが、2端子で動作するアモルファスカルコゲナイド材料の相変化とスイッチ現象であり、それぞれメモリとセクタとして機能する。どちらの素子も高抵抗から低抵抗の遷移過程において高電界が印加されるため、高電界下のキャリア特性に影響する局在準位の理解が不可欠である。一般的に局在準位の評価には光伝導やフォトルミネッセンスが有用であるが、一部のアモルファスカルコゲナイドには適用が難しい場合がある。そこで幅広く適用可能な光熱偏向分光法(Photothermal deflection spectroscopy, PDS)を用い、相変化メモリ材料である $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 薄膜[1]および新規セクタ材料である GeS 薄膜[2]の弱光吸収を評価した。PDS スペクトルの解析により局在準位の状態密度を明らかにし、キャリアの生成機構について考察する。

実験：スパッタ法、真空蒸着法によりアモルファス $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (*a*-GST)および Ge-S (*a*-Ge-S)薄膜を、*a*-GST を 180 °C の熱処理し fcc 結晶膜(*c*-GST)を作製した。これらの試料について、分光光度計、赤外線領域まで拡張した PDS による測定を行ない、0.3~4.0 eV のエネルギー領域で光吸収係数スペクトルを求めた。電気抵抗率と熱起電力測定より活性化エネルギーと多数キャリアを調べた。

結果：図 1 に低エネルギー領域における薄膜試料の光吸収係数スペクトルを示す。実験結果をシンボル、吸収要素の近似曲線を点線と実線で表している。*a*-GST においてガウス分布を仮定した 4 つの吸収要素とアーバックテイルの和は実験結果と良く一致した。図 2 に主要な吸収要素に基づく *a*-GST、*c*-GST、*a*-Ge-S の状態密度モデルを示す。光学遷移の起点はフェルミ準位 E_f を参考にして示している。アモルファスカルコゲナイドにおいて、価電子側の局在準位がしきい電圧の印加によりキャリア生成要因となりうる。一方、*c*-GST では価電子帯近傍に位置するためアクセプタ準位として機能し、高い導電性の主因と考えられる。

[1] T. Gotoh, *Phys. Status Solidi B* (2020) 1900278. [2] S. Jia, *et al.*, *Nat. Commun.* **11** (2020) 4636.

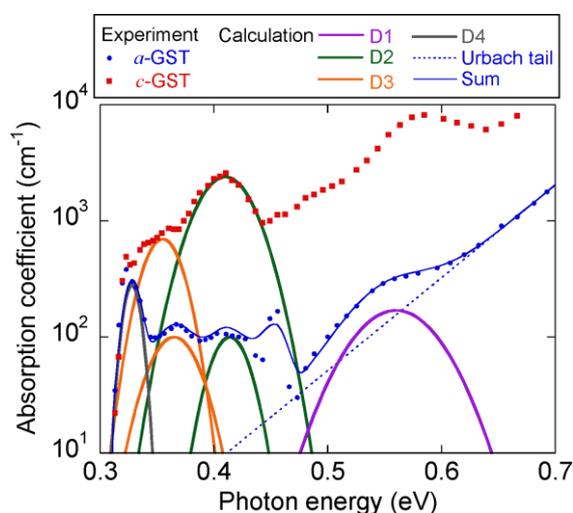


図 1 光吸収係数スペクトルと吸収要素

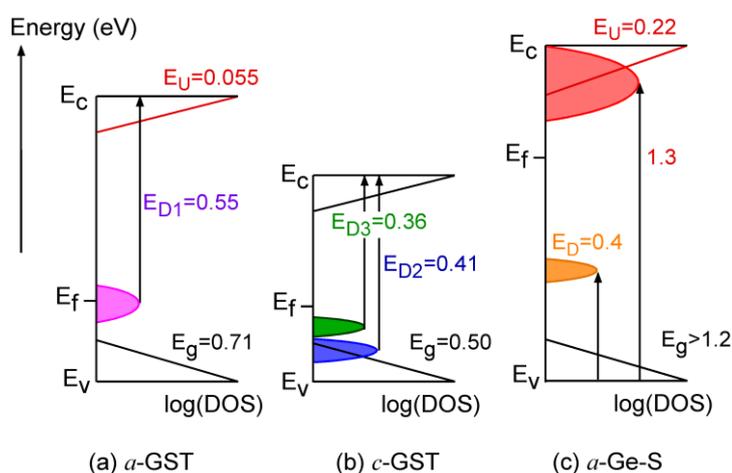


図 2 状態密度モデル