

Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜のギャップ内準位とキャリア特性

Gap states and carrier properties in Ge₂Sb₂Te₅ films

群馬大理工 ○後藤 民浩

Graduate School of Science and Technology, Gunma University, ○Tamihiro Gotoh

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

はじめに：結晶化率により物性値が大きく変化する Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜は、相変化メモリ材料として応用が進んでいる。特に電気抵抗率は 4 桁にも及ぶダイナミックな変化を示すため、不揮発性電気メモリとして安定な動作を実現している。一方、高抵抗から低抵抗への遷移は Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜に高電界が印加される過程を含み、未だ不明な点が残されている。メモリ動作の信頼性向上には高電界が影響するギャップ内準位とキャリア特性の理解が不可欠である。ギャップ内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、適用が難しい場合もあり Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜の報告例は少ない。そこで様々な試料に適用可能な光熱偏向分光法(PDS)を用い、Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜のギャップ内準位に由来する弱光吸収の観測をおこなった[1]。測定結果をもとにアモルファスと結晶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：直流スパッタ法によりアモルファス Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜を作製し、室温から 300 °C の温度範囲で熱処理を行なった。熱処理前の試料はアモルファスであり、熱処理温度の上昇に従い、fcc、hex へと結晶化した。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。

結果：図 1 に 0.30~0.55 eV における Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜の光吸収係数スペクトルを示す。実験結果を点線で、ガウス型関数を仮定し、曲線近似した計算結果を実線で示す。結晶化に伴い 0.35~0.45 eV 領域の吸収が 2 桁ほど増大し、吸収の主成分が D2、D3 であることがわかった。これらの結果に基づく Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜の 3 つの固相（アモルファス、fcc、hex）の状態密度モデルを図 2 に示す。ピークエネルギーを伝導帯端 E_cからのエネルギーとし、すべてのギャップ内準位は占有状態を仮定した。fcc 結晶のギャップ内準位はアクセプターとして機能する。アモルファスのギャップ内準位は高電界条件においてキャリア生成に寄与する可能性がある。

[1] T. Gotoh, Defect Absorption in Ge₂Sb₂Te₅ Phase-Change Films, Physica Status Solidi B 1900278 (2019).

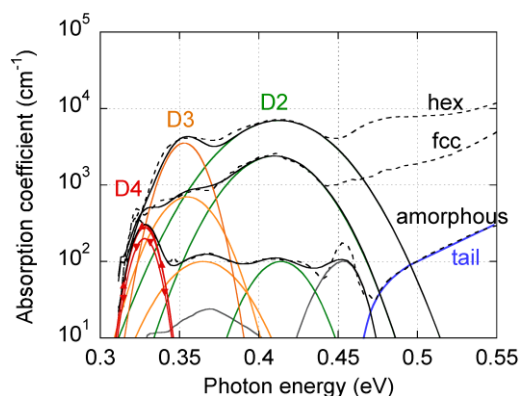


図 1 Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜の光吸収係数スペクトル

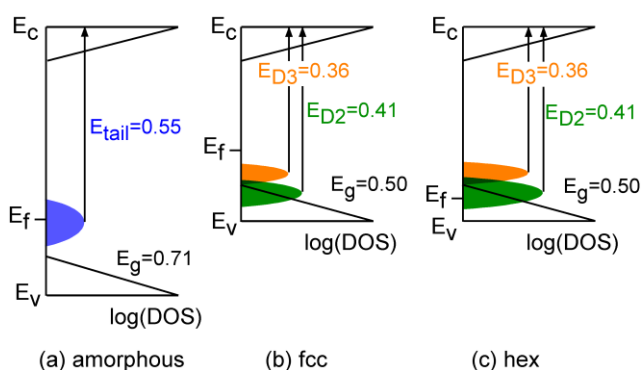


図 2 Ge₂Sb₂Te₅ 薄膜の状態密度モデル