Na 効果が Cu_2SnS_3 太陽電池の電気特性に及ぼす影響

Effects of Na on electrical properties of Cu_2SnS_3 thin film solar cells

東京理科大学 理工 [1]/総研 [2], 学振特別研究員 DC [3]
○金井 綾香 [1,3], 杉山 睦 [1,2]
1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science
3. JSPS Research Fellow
○A. Kanai[1, 3] and M. Sugiyama[1, 2]
E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 Cu_2SnS_3(CTS)は低コスト・高効率薄膜太陽電池などに有望な半導体材料として注目されている。近年、CTS 太陽電池において Na などのアルカリ金属は変換効率(PCE)を向上させる重要な役割を担うことが報告されている[1,2]。しかし、Na がどのように CTS 太陽電池の PCE に影響を与えるのかについては未だ解明されていない。特に太陽電池の PCE に大きく影響を及ぼすキャリア濃度などの電気特性と Na 量の関係性についての報告は少ない。本研究では、Na が CTS 太陽電池の PCE に及ぼす要因を明らかにするために、硫化時の NaF 膜厚を変化させることにより CTS 薄膜内の Na 量を制御した。その作製した CTS 太陽電池に対し、全体の定量的な評価が可能な電気化学インピーダンス法(EIS)や外部量子効率測定などを用い、キャリア拡散長やキャリア濃度と PCE との関係性を検討した。

【実験方法】 Mo/アルカリフリーガラス(glass)基板上にスパッタ法を用いて Cu 及び SnS_2 を堆積して Cu/SnS_2 プリカーサとし、その上に蒸着法において NaF を堆積した。この時 NaF の膜厚は 0 ~ 120 nm の範囲で制御した。それらのプリカーサに対し硫化処理を行うことで CTS 薄膜を成膜した。得られた薄膜上に CBD 法にて CdS 層を成膜し、Al/Ni/ZnO:Al/i-ZnO/CdS/CTS/Mo/glass 構造の CTS 太陽電池を作製した。この CTS 太陽電池に対し、*J-V* 及び EIS、低温 PL 測定などを行った。

【結果及び考察】 図 1 に様々な NaF 膜厚に対する CTS 太陽電池の PCE、及び EIS 測定から得られたキャパシタンスの値を基に推定した空乏層幅やキャリア濃度(N_{EIS})との相関をそれぞれ示す。CTS 太陽電池の PCE は NaF 膜厚と共に増加し、膜厚 60 nm を最大値にその後減少した。また同様に推定した空乏層幅も PCE 値と同様の傾向を示した。空乏層幅が増加した要因の一つとして Na を添加することにより 10^{18} cm^{-3} 程度の CTS の N_{EIS} が 10^{17} cm^{-3} まで減少したことが挙げられる。これはアクセプターの補償またはドナーの生成に Na が寄与したことを示唆している。また、NaF 膜厚 80 nm 以上でのキャリア濃度の増加傾向などの結果については当日報告する。

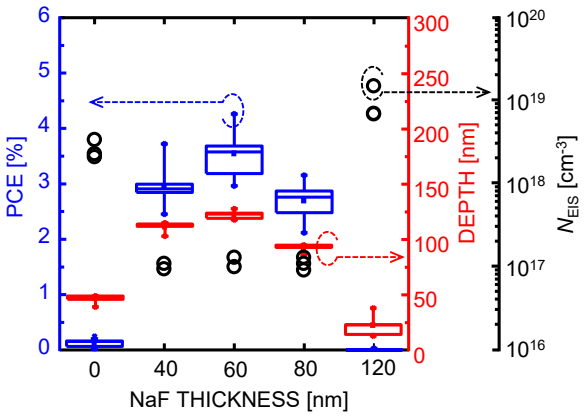

図 1. 作製した CTS 太陽電池の変換効率及び推定した空乏層幅に対する NaF 膜厚依存性

【謝辞】 本研究の一部は、特別研究員奨励費 20J13953、東京理科大学総合研究院スペース・コロニー研究センター及び再生可能エネルギー技術研究部門の援助を受けた。

【参考文献】 [1] J. Chantana *et al.*, Sol. Energy Mater Sol. Cells **168** (2017) 207. [2] M. Nakashima *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 04CS02.

© 2021年 応用物理学会