

PL および DLTS 測定による ZnSnP_2 バルク結晶の欠陥評価

Measurements of photoluminescence and deep level transient spectroscopy for ZnSnP_2 bulk crystals

京大院工¹, NREL², [○](D2)桑野太郎¹, 勝部涼司¹, Steven Johnston², Adele C. Tamboli², 野瀬嘉太郎¹
Kyoto Univ.¹, NREL², [○]Taro Kuwano¹, Ryoji Katsube¹, Steven Johnston², Adele C. Tamboli², Yoshitaro Nose¹

E-mail: kuwano.taro.83u@st.kyoto-u.ac.jp

【緒言】我々は ZnSnP_2 を光吸収層とした太陽電池に関する研究を行っており、昨年の学術講演会にて変換効率 3.9% を報告した[1]。さらなる効率改善には 12 mA cm^{-2} である短絡電流密度の向上が課題である。短絡電流密度が低い原因の一つとして少数キャリア寿命が短いことが考えられる。 ZnSnP_2 バルク結晶の時間分解フォトルミネッセンス (TRPL) スペクトルを Figure 1 に示す[2]。このスペクトルには少数キャリア寿命が約 40 ns と 0.4 ns の 2 つの再結合成分が含まれるが、98% 以上が後者の成分である。そこで本研究では、フォトルミネッセンス (PL) 測定および Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) 測定を行い、 ZnSnP_2 バルク結晶中の欠陥に関する知見を得ることを目的とした。

【実験】 ZnSnP_2 バルク結晶は、Sn を溶媒とした溶液成長法により作製した[3]。PL 測定は室温で行い、励起波長は 532 nm および 442 nm とした。DLTS 測定では、Ohmic, Schottky 電極としてそれぞれ Cu, Ag を用い、Ag/ ZnSnP_2 /Cu₃P/Cu 構造の Schottky ダイオードを作製した。Cu₃P は抵抗低減のために挿入した。

【結果】PL 測定の結果、1.69 eV のバンドギャップに対応する強い発光に加えて、1.3–1.6 eV にブロードな発光スペクトルが見られた。Figure 2 に DLTS スペクトルを解析して得られたアレニウスプロットを示す。本研究では浅い欠陥準位として、価電子帯上端から 0.12 eV 高い位置にアクセプタ準位、伝導帯下端から 0.21 eV 低い位置にドナー準位が存在することが分かった。これらはそれぞれ Zn および Sn のアンチサイトの欠陥準位に対応する。上述のブロードな発光スペクトルは、(i) ドナー準位から価電子帯、(ii) 伝導帯からアクセプタ準位、(iii) ドナー準位からアクセプタ準位への遷移と考えられる。一方、価電子帯上端から 0.65 eV の位置に深い欠陥準位も確認された。Kumagai らの計算によると[4]、2 価の Sn アンチサイトによる DX センターが深い準位を形成すると報告されており、これが少数キャリア寿命に影響を及ぼしている可能性がある。解析結果の詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究は JST-CREST (JPMJCR17J2) の助成を受けた。

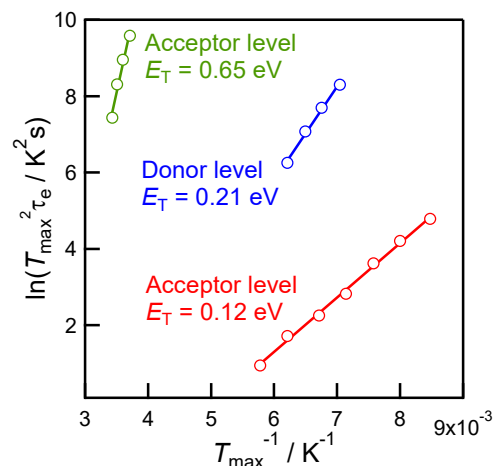
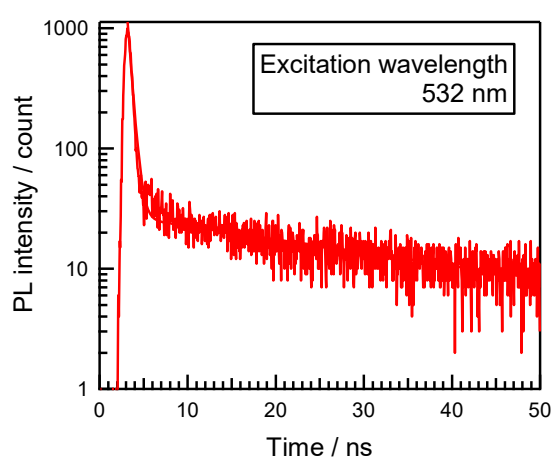


Figure 1. TRPL spectrum of ZnSnP_2 bulk crystal. Figure 2. Arrhenius plots derived from DLTS spectra.

[1] 桑野太郎 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 9p-W933-4, (2019). [2] S. Nakatsuka et al., *Phys. Status Solidi A* **214**, 2, 1600650 (2017). [3] S. Nakatsuka et al., *Phys. Status Solidi C* **12**, 6, 520 (2013). [4] Kumagai et al., *Phys. Rev. B* **90**, 125202 (2014).