

SnS 薄膜の硫化条件が PL 特性へ与える影響

Photoluminescence properties of SnS thin film as a function of sulfurization condition

東京理科大学 理工 / 総研

○三上 俊太郎、平松 昂、杉山 睦

Faculty of Science and Technology / Research Institute for Science and Technology,
Tokyo University of Science

○S. Mikami, T. Hiramatsu, and M. Sugiyama

E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】我々はこれまで、SnS 薄膜の成長法として、簡便で低コストな硫化法を用いて検討を行ってきた[1]が、現在、硫化法を用いて成膜した SnS 太陽電池の発電効率は、ALD 法や蒸着法のそれと比べ伸び悩んでいる。一般に、SnS 薄膜においては、点欠陥である硫黄空孔(V_S)等が深い欠陥準位を形成し、キャリアの捕獲中心として働くことが報告されているものの[2]、SnS 薄膜の欠陥に関する報告自体少なく、未解明な点が多い。本研究では、SnS 薄膜の低温 PL 測定を行い、SnS 薄膜の硫化条件とそれによって生じる欠陥の関係を明らかにすることを目的とする。

【実験方法】RF スパッタ法を用いて、ソーダライムガラス上に堆積した Sn プレカーサを硫化し SnS 薄膜を成長した。まず低温(200°C)硫化を 60 分間行った後、高温(350°C)硫化・アニールを 30 分間行った。硫黄のキャリアガスおよびアニールには窒素を用いた。得られた試料に対し、PL 測定を励起光 Nd:YAG レーザ(532nm)、冷却系:液体 N_2 (77K)もしくは液体 He($\sim 20K$)の条件のもと行った。

【結果及び考察】一例として、S-poor な SnS 薄膜が得られるよう、高温で 30 分間硫黄を供給せずアニールのみ行った試料(HT-0)と、おおよそストイキオメトリの SnS 薄膜が得られるよう、最初の 10 分間硫黄を供給し、その後 20 分間アニールのみ行った試料(HT-10)の 77K における PL スペクトルを図に示す。S-poor な SnS 薄膜には、非輻射再結合中心や、 V_S 等の深いドナ/アクセプタ準位が存在し、発光が抑制されたと考えられる。一方、HT-10 は高温で硫化したことにより、非輻射再結合中心などの原因となる欠陥の形成が抑制され、発光強度が大きくなったと示唆される。また HT-10 について励起光強度依存 PL 測定を行ったところ、約 0.78eV: DAP 遷移、および約 0.83eV: FB 遷移の 2 つの発光が重畳していることがわかった。更に、約 0.78eV の発光の PL 温度特性に対し、ピーク積分強度のアレニウスプロットを試みたところ、活性化エネルギーは、浅い準位: 7~14meV、深い準位: 170meV 程度と見積もられた。

【謝辞】本研究の一部は東京理科大学 総合研究機構、太陽光発電研究部門、およびグリーン&セーフティー研究センターの援助を受けた。

【参考文献】

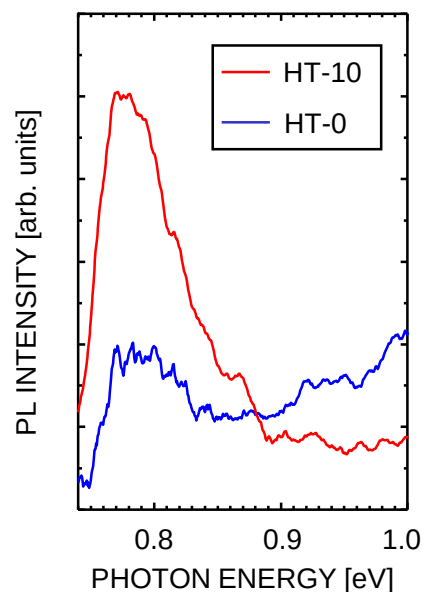
[1] M. Sugiyama, *et al.*, JJAP **47** (2008) 8723.[2] J. Vidal, *et al.*, APL **100** (2012) 032104.

図 硫化条件に対する PL スペクトル