SnS 系薄膜における Na 添加による光学特性への影響

Effect of optical properties on sodium doped SnS-related thin films

東京理科大学 理工 [1]/総研 [2]
○草津 圭那 [1], Ishwor Khatri[2], 金 冑男 [1,2], 杉山 睦 [1,2]
1. Faculty of Science and Technology/2. RIST, Tokyo Univ. of Science
○K. Kusatsu[1], I. Khatri[2], J. Kim[1,2] and M. Sugiyama[1,2]
E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 地殻中に豊富に存在し、安価な素材であるスズ(Sn)及び硫黄(S)から構成される硫化スズ(SnS)は、10^4 cm^{-1} 以上の高い光吸収係数かつ 1.3 eV 程度のバンドギャップを有する化合物半導体である[1]。しかし現在報告されている SnS 太陽電池の最高変換効率は 4.8 %[2]であり、理論変換効率と比較して低い。その理由として、高温成長時の S 再蒸発や、n 型伝導性を有する SnS_2 や Sn_2S_3 の形成などが挙げられる。一般に、Cu 系化合物半導体である CIGS や CZTS では、Na 添加によってキャリア密度の増加や粒界の抑制をはじめとする、薄膜・太陽電池特性の向上が報告されている[3]。一方、SnS も Na 添加によって結晶品質や太陽電池特性が向上することが知られているが[4]、構成元素に Cu が含まれていない SnS に対する Na の影響に関する報告は少ない。本研究では SnS に Na 添加を行った試料の PL 特性を中心に、欠陥と光学特性の関係を検討した。

【実験方法】 RF マグネトロンスパッタ法を用い、Mo/アルカリフリーガラス上に SnS を 1000 nm 程度堆積した。スパッターゲットには SnS(Sn/S = 1.0)を用いた。その後、NaF を SnS 薄膜上に蒸着し、Sn-S ガス雰囲気で硫化処理を行った。硫化条件は、温度 420 ℃、昇温速度 0.1 ℃/s、保持時間 10 分とした。得られた試料に対して PL 測定等を行った。

【実験結果及び考察】 結果の一例として、Na 添加前後の SnS の禁制帯幅付近(0.89 eV－1.30 eV)の PL スペクトルを図 1 に、Sn_2S_3 の禁制帯幅付近(1.25 eV－2.10 eV)の PL スペクトルを図 2 に示す。図 1 より、Na 添加によって SnS の PL 強度(1.26 eV 付近)が強くなった。これは Na 添加によって SnS 中に多く存在する非輻射再結合が抑制されたためだと考えられる。また、Na がバルク内の深い欠陥準位である Sn 空孔(V_{Sn})に入ることでキャリア密度が増加したとも考えられる。図 2 より、Na 添加によって Sn_2S_3 の PL 強度(1.75 eV 付近)が強くなった。これも Na 添加によって Sn_2S_3 中に多く存在する非輻射再結合が抑制されたためだと考えられる。詳細は当日発表する。

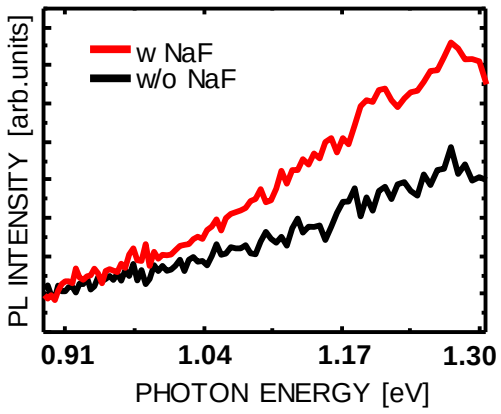

図 1.Na 添加前後の SnS の PL スペクトル

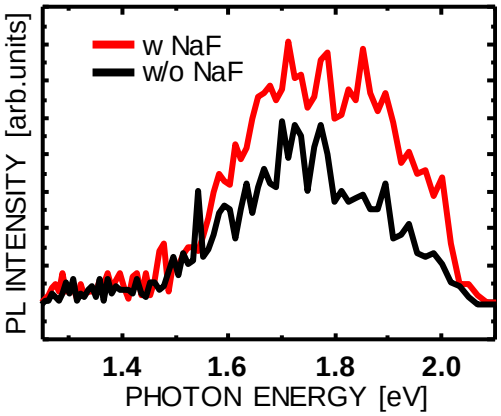

図 2.Na 添加前後の Sn_2S_3 の PL スペクトル

【謝辞】本研究の一部は文科省私立大学研究ブランディング事業、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太陽光発電技術研究部門の援助を受けた。

【参考文献】

[1] M. Parenteau, *et al.*, Phys. Rev. B **41** (1990) 5227.
[2] H. Yun, *et al.*, Adv. Energy Mater. **9** (2019) 1901343.
[3] T.Nakada,*et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **36** (1997) 732.
[4] M. Sugiyama, *et al.*,Thin Solid Films. **615** (2016) 25.

© 2020年 応用物理学会