不純物を共添加した KCl 焼結体の熱蛍光特性

The properties of thermally stimulated luminescence in impurities co-doped KCl ceramics

°野田 沙矢佳 [1]，佐伯啓一郎 [1]，藤本 裕 [1]，越水 正典 [1]，岡田 豪 [2]，柳田 健之 [2]，浅井 圭介 [1]
(1.東北大院工，2.奈良先端大)
°Sayaka Noda[1], Keiichiro Saeki[1], Yutaka Fujimoto[1], Masanori Koshimizu[1], Go Okada[2], Takayuki Yanagida[2], Keisuke Asai[1] (1.Tohoku Univ., 2. NAIST)
E-mail: sayaka.noda.t3@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】放射線照射によって半導体や絶縁体中に生じた電子正孔対の一部は，移動過程で欠陥などに捕獲され，一時的に蓄積されることがある．これに熱刺激を与えて捕獲電子を再励起し，正孔と再結合させると，光子が放出される．この発光現象を熱蛍光 (TSL) という．温度に対する TSL 強度の変化を表す TSL グロー曲線中のピークの位置や形状から，電子正孔対の捕獲状態あるいは準安定状態に関する論考が可能である[1].

KCl: Eu^{2+}について，Eu^{2+}の 5d–4f 遷移による高効率の TSL 発現が報告されており，線量計への利用が期待されている．KCl の TSL に関して，欠陥形成や再結合の過程については比較的研究が進展しているものの，電子正孔対の捕獲をはじめとする他の様々な過程が未解明なままである[2].

そこで本研究では，KCl の TSL の全容解明に向けた新たな一歩として，正孔捕獲中心である Eu^{2+}[3] および Ce^{3+} [4] を共添加した KCl の TSL 特性を調査した．今回は，TSL グロー曲線より，共添加および不純物イオン濃度の電子正孔対捕獲状態への影響を調べた．

【実験方法】ドーパント濃度を 0–0.1 mol%とした 1 g の KCl を次のように作製した．母材原料としての KCl と，各ドーパント供給原料としての $EuCl_3 \cdot 6H_2O$ ないし $CeCl_3 \cdot 7H_2O$ をよく混合した後，タブレット型に成形し，真空中にて 400°C で 5 時間焼成した．得られた試料について，TSL グロー曲線を測定した．X 線照射量を 1.1 Gy とし，昇温速度を 0.5°C/sec とした．

【実験結果と考察】図 1 に，無添加，Eu 添加，Ce 添加 KCl 焼結体と，Eu, Ce 共添加 KCl 焼結体の TSL グロー曲線の比較を示す．不純物イオン添加の有無および添加したイオン種の相違による TSL グロー曲線の形状変化が確認される．また，KCl: Eu, Ce の TSL グロー曲線のピーク位置は，KCl: Eu や KCl: Ce の TSL グロー曲線のそれと異なる．よって，不純物イオンを共添加した場合の電子正孔対捕獲状態は，単独添加の場合とは異なるものと考えられる．

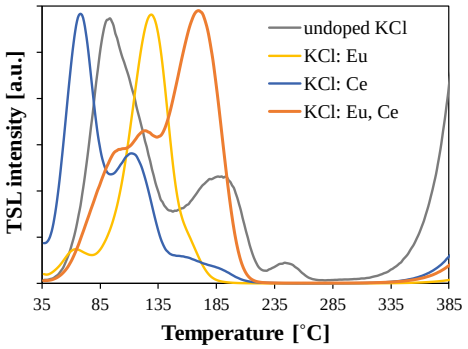

図 1. TSL グロー曲線 (ドーパント濃度: 0.1 mol%).

図 2 に，不純物イオン濃度を 0.01–0.1 mol%とした Eu, Ce 共添加 KCl 焼結体の TSL グロー曲線を示す．図 2 中のドーパント濃度 0.01 および 0.05 mol%の KCl: Eu, Ce の TSL グロー曲線は，130°C 付近に明確なピークを示し，その前後の温度領域にショルダーを有する点で，図 1 中の KCl: Eu の TSL グロー曲線と類似しているため，0.1 mol%より低い不純物イオン濃度では，電子正孔対捕獲状態への共添加による影響は少ないものと推察される．

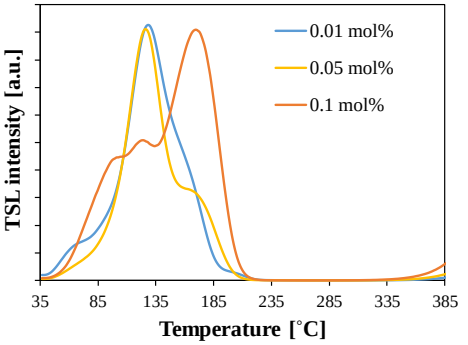

図 2. Eu, Ce 共添加 KCl 焼結体の TSL グロー曲線.

【結言】KCl: Eu, Ce の TSL グロー曲線より，不純物イオンを共添加した場合の電子正孔対の捕獲過程は，単独添加の場合とは異なるとものと考えられる．また，0.1 mol%より低い不純物イオン濃度では，電子正孔対捕獲状態への共添加による影響は少ないものと推察される．

【参考】[1] P. Kivits and H.J.L. Hagebeuk, *J. Lumin.* **15**, 1 (1977), [2] V. Chernov, R. Melendrez Ao, and *et. al.*, *Radiat. Meas.* **33**, 797 (2001), [3] H. Nanto, F. Endo, Y. Hirai, and *et. al.*, *J. Appl. Phys.* **75**, 7493 (1994), [4] D. Lapraz, H. Prévost, K. Idri, and *et al.*, *Phys. Stat. Sol. (a)* **15**, 3793 (2006).

© 2017年 応用物理学会