不純物添加塩化セシウムカルシウム焼結体の準安定状態および熱蛍光と輝尽蛍光の関係の探究

Metastable states and the relationship between thermally stimulated luminescence and optically stimulated luminescence in impurity-doped $CsCaCl_3$ ceramics

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

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準安定状態を形成することがある．これに熱または光の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 (TL) または輝尽蛍光 (OSL) という．[1] 多くの TL や OSL 材料には，発光中心として遷移金属イオンや希土類イオンが添加される．受光素子感度が良く，捕獲電子を再励起する刺激光と分離しやすいことから，青色発光を示す Cu^+は TL や OSL 材料への添加に適しており，NaCl: Cu[2]や KCl: Cu[3]の TL や OSL 特性が報告されている．本研究では新規材料として $CsCaCl_3$: Cu に着目し，TL および OSL 特性を調べた．図 1 に示す PL および TL スペクトル中に Cu^{2+}に帰属されるピークが 460 nm 付近に認められ，OSL スペクトル中には Cu^+に帰属されるピークが 345 nm, Cu^+–OH^-複合中心に帰属されるショルダーが 430 nm に確認される．発光中心を異にする TL と OSL の両過程の関係を明らかにするため，今回は，X 線照射前後の $CsCaCl_3$: Cu の電子スピン共鳴（ESR）測定を行い，Cu の存在価数および準安定状態を探究した．

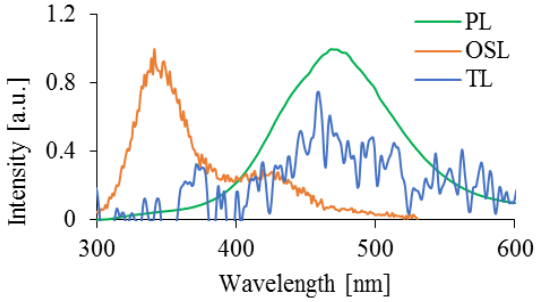

図 1. $CsCaCl_3$: Cu 焼結体の TL スペクトル (X 線照射量：10 Gy，150°C にて測定) と OSL スペクトル (X 線照射量：45 Gy，室温にて測定).

ドーパント濃度を 1 mol%とした 1 g の $CsCaCl_3$: Cu を焼結体として作製し， ESR 用試料とした．

図 2 に，X 線照射前後の $CsCaCl_3$: Cu 焼結体の ESR スペクトルを示す．同図において，下向き矢印で示す 6 本の分裂が確認される．これと同様の信号が無添加 $CsCaCl_3$ においても観測され，$CsCaCl_3$ 焼結体中に核スピン $I = 5/2$ の元素が存在していると判断されるが，確定には至っていない．この分裂に加えて，上向き赤矢印で示す 327 mT，338 mT にも信号が確認される．これらの信号は，無添加 $CsCaCl_3$ の ESR スペクトルには確認されない．X 線照射は，6 本に分裂した信号の強度にはほとんど影響を与えないが， 327 mT の信号には強度増大を，そして 338 mT の信号には強度減少をもたらしている．この 327 mT と 338 mT の信号に寄与した元素が，準安定状態の形成に関与していると判断される．また，ESR スペクトル中には，Cu^{2+} (核スピン $I = 3/2$) の 4 本の分裂は確認されないため，$CsCaCl_3$ 中において Cu は一価で存在しているものと推察される．

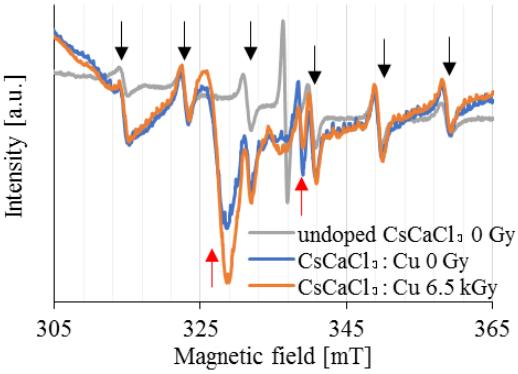

図 2. 無添加 $CsCaCl_3$ 焼結体の ESR スペクトル (0 Gy) と X 線照射前後 (0 Gy，6.5 kGy) の $CsCaCl_3$: Cu 焼結体の ESR スペクトル.

[1] M. Thoms, and *et. al.*, *J. Appl. Phys.* **76**, 1800 (1994). [2] H. Nanto, and *et. al.*, *Sensors and Actuators B* **10**, 197 (1993). [3] Pradip K. Bandyopadhyaya, and *et.al.*, *Radiat. Meas.* **30**, 51 (1999).

© 2017年 応用物理学会