

Yb²⁺添加 BaX₂(X = Cl, Br)結晶の発光特性の温度依存性

Temperature dependence of photoluminescence and scintillation properties of

Yb²⁺-doped BaX₂ (X = Cl, Br) crystals

東北大院工¹, 奈良先端大² ○(M2) 関根 大¹, 藤本 裕¹, 越水 正典¹, 中内 大介²,

柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST² ○Dai Sekine¹, Yutaka Fujimoto¹ Masanori Koshimizu¹ Daisuke Nakauchi²

Takayuki Yanagida² Shinichi Yamashita³ Keisuke Asai¹

E-mail: dai.Sekine.q6@dc.tohoku.ac.jp

Yb²⁺の 5d–4f 遷移発光は, スピン許容および禁制遷移発光の 2 種類に分類される. 両者の違いは, 電子の一重項 5d 励起状態から基底状態への遷移過程の相違によって生ずる. スピン反転を伴わない基底状態への遷移はスピン許容遷移発光を生じ, 項間交差を経てスピン反転しながら基底状態に遷移する過程はスピン禁制遷移発光を生ずる. 両者のいずれが主たる過程となるかは, 母材によって決まる. Yb²⁺添加 CsMX₃(M = Ca, Sr, X = Cl, Br, I)結晶を母材に用いた先行研究では,

蛍光スペクトル及び減衰プロファイルの温度依存性が調査され [1,2], 当該結晶のフォトルミネッセンス(PL)が, 構造の対称性や配位子の共有結合性に影響を受けると報告されている. しかし, 上述二過程のいずれが支配的に観測されるか決定づける母材属性の特定には至っていない. この特定を目指す我々は, 本研究において, Yb 添加 BaX₂ (X = Cl, Br)結晶の蛍光スペクトルおよび紫外励起蛍光の減衰プロファイルの温度依存性を調査した.

試料作製には純度 99.9%以上の各種ハロゲン化物粉末を用いた. 原材料を量論比で混合し, 真空中で 200–400°Cに加熱することで脱水したのち, 石英アンプル管中に封入して Bridgman 法で結晶育成を行った. 得られた結晶を切断・研磨したのち, 各温度帯でのフォトルミネッセンス(PL)スペクトル, 紫外励起蛍光減衰プロファイルを測定した.

Figure 1 には 0.5%Yb²⁺添加 BaCl₂, Figure 2 には 0.5%Yb²⁺添加 BaBr₂の蛍光スペクトルを示す. 前者では, 温度の低下につれて発光強度が増大したのに対し, 後者では低減し, また 380 nm 付近に強度の小さなピークが出現した. 温度依存性に関しては, BaCl₂の蛍光がスピン許容遷移, BaBr₂の蛍光がスピン禁制遷移の傾向を示した. しかし, Yb 添加 BaCl₂の減衰時定数は数百マイクロ秒オーダーと長く, 発光起源は未解明である. また, 配位子が重くなるにつれ, 緩和過程の項間交差の割合が増加する重原子効果に類似した挙動が見られた.

[1] M. Suta, W. Claudia, Adv. Funct. Mater., **17** (2017) 1602783.

[2] M. Suta et al., Phys. Chem. Chem. Phys., **19** (2017) 7188.

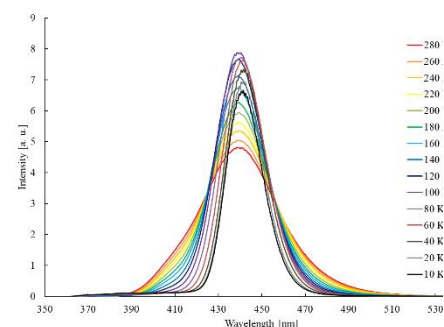


Fig. 1 Temperature dependence of photoluminescence spectra of BaCl₂:Yb²⁺ crystals.

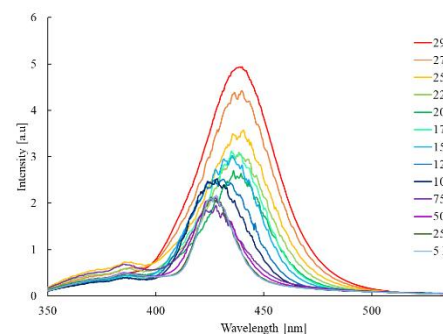


Fig. 2 Temperature dependence of photoluminescence spectra of BaBr₂:Yb²⁺ crystals.