

LaInO₃:Pr³⁺のピコ秒時間分解発光分光： ドーパント濃度依存性とキャリア移動機構

(学習院大理) ○下條英明, 高屋智久, 岩田耕一, 森裕貴, 森大輔, 稲熊宜之

【序論】近年、照明やディスプレイなどに利用される蛍光体の研究が盛んに行われている。LaInO₃:Pr³⁺は緑白色の発光を示す新たな無機材料である[1,2]。LaInO₃:Pr³⁺に紫外光あるいは青色光を照射すると緑白色の発光を示す。光照射時にはまず宿主である LaInO₃ のバンド間遷移が起こり、次にエネルギー移動によってドーパントである Pr³⁺の励起状態へと緩和し、この準位から発光する(図1)。本研究では、ストリークカメラを用いたピコ秒時間分解発光分光法によって LaInO₃:Pr³⁺の発光特性のドーパント濃度依存性を調べ、宿主伝導帯からドーパント準位へのキャリア移動機構について議論する。

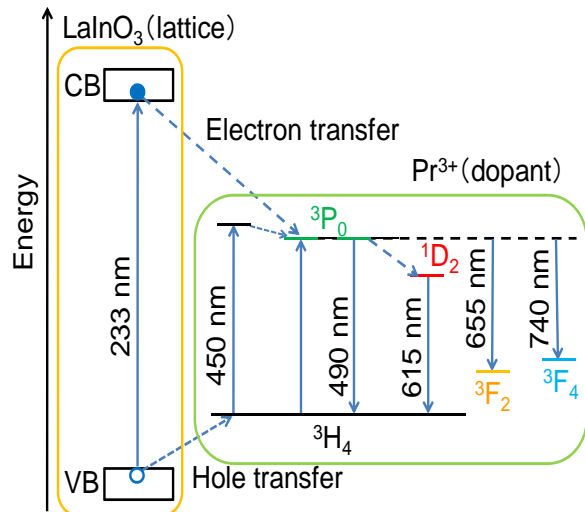


図1 LaInO₃:Pr³⁺のエネルギーダイアグラム[3]

【実験】測定試料である LaInO₃:Pr³⁺は La₂O₃ と In₂O₃ に Pr 硝酸溶液を加え、1000°C 10h の条件で仮焼した後、1400°C 10h の条件で本焼を行い、合成した。Pr³⁺の濃度が 0%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3% の 6 種類の試料を合成した。時間分解発光スペクトルはストリークカメラを用いたピコ秒時間分解発光分光計で測定した。発光の励起光源としては、Ti:sapphire 発振器から発生したパルス光(800 nm)を再生増幅器によって増幅させ、BBO 結晶を用いて第三高調波(266 nm、80 fs)に変換した光パルスを用いた。この励起光パルスを試料に照射し、発光をレンズで集めて分光器に入射し、ストリークカメラ(浜松ホトニクス C10627-01)で検出した。

【結果と考察】励起波長 266 nm で LaInO₃:Pr³⁺(2.0%)のピコ秒時間分解発光スペクトルを測定すると、まず 0 ps で幅広い発光帯が見られ、次に 500 nm 付近で幅の狭い 3 本の発光帯の立ち上がりが観測された(図2)。これらはそれぞれ LaInO₃ の発光と Pr³⁺の発光に帰属される。LaInO₃:Pr³⁺(2.0%)中の LaInO₃ の発光減衰曲線に二重指数関数をフィッティングした結果、減衰の時定数は 37 ps となった(図3(a))。Pr³⁺を含まない LaInO₃からの発光の減衰時定数は 60ps であり(図3(b))、Pr³⁺を含む場合に比べて大きくなった。

Pr³⁺の発光の立ち上がりの時定数は 108 ps となり、LaInO₃:Pr³⁺(2.0%)の発光減衰の 37 ps と一致しなかった(図3(c))。したがって LaInO₃の励起状態がすべて Pr³⁺へと移動するモデルでは結果を説明できない。そこで Pr³⁺がドーピングされている場合は

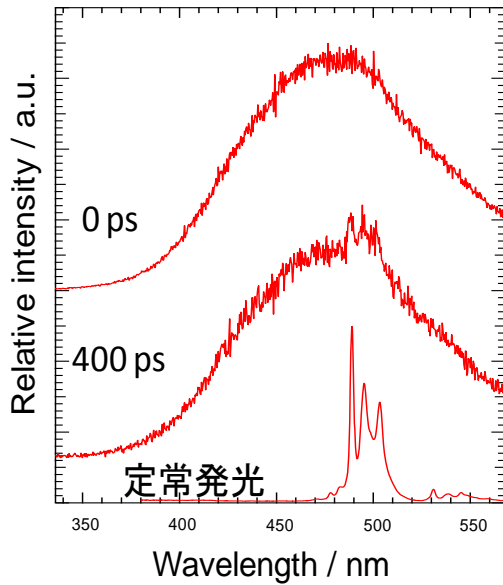


図2 LaInO₃:Pr³⁺(2.0%)の時間分解発光スペクトルと定常発光スペクトル

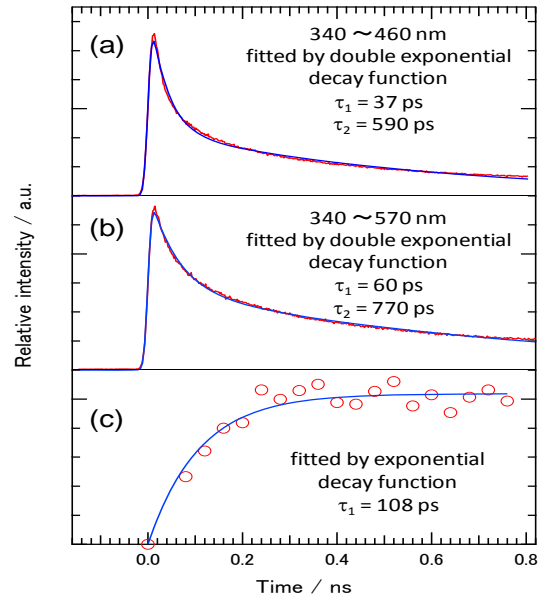


図3 (a)LaInO₃ Pr³⁺(2.0%)におけるLaInO₃の発光減衰
(b) LaInO₃の発光減衰
(c) LaInO₃:Pr³⁺(2.0%)におけるPr³⁺の発光の立ち上がり

LaInO₃の発光とドープメント準位へのキャリア移動の両方が競合すると仮定する(図4)。ホスト伝導帯からドープメント準位へのキャリアの移動時間Tは

$$\frac{1}{60 \text{ ps}} + \frac{1}{T} = \frac{1}{37 \text{ ps}}$$

と表され、T = 100 psとなる。この結果はPr³⁺の発光の立ち上がり時間である108 psとよく一致する。よって、ホスト伝導帯からドープメント準位へのキャリアの移動時間は、108 psと見積られた。

ドープメント濃度を変えて測定を行ったが、現時点ではキャリア移動速度に対する明らかなドープメント濃度依存性は確認されていない。

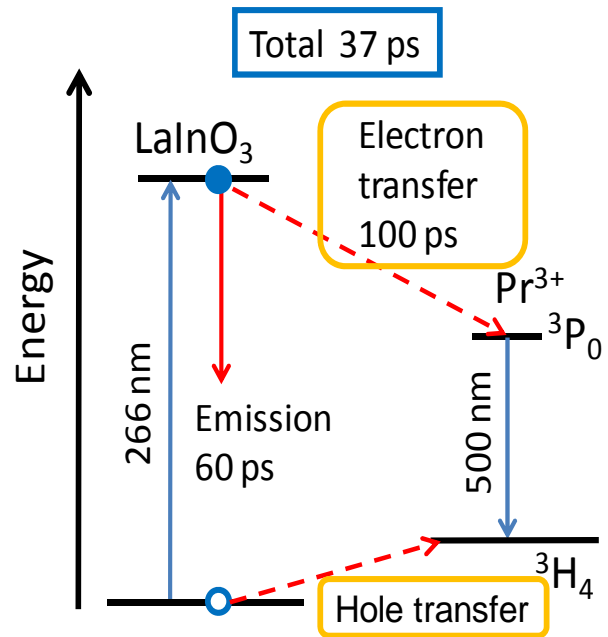


図4 電子移動の概略図

【引用文献】

- [1] Y. Inaguma, T. Tsuchiya, Y. Imade, M. Yoshida, and T. Katsumata, Abstract of the 15th *International Conference on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter* (2008), P488.
- [2] X. Liu, and J. Lin, *Solid State Sci.* 11, 2030 (2009).
- [3] G.H. Dieke, and H.M. Crosswhite, *Appl. Opt.* 2, 675 (1963).