

熱活性化遅延蛍光材料における発光特性のドーパント濃度依存性

Doping concentration dependence of photoluminescence properties
in a thermally activated delayed fluorescence material大阪府大工¹, 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研², 九大 OPERA³, 九大 WPI-I²CNER⁴○高木 純生¹, 丹羽 顕嗣¹, 小林 隆史^{1,2}, 永瀬 隆^{1,2}, 合志 憲一^{3,4}, 安達 千波矢^{3,4}, 内藤 裕義^{1,2}Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², OPERA Kyushu Univ.³, WPI-I²CNER Kyushu Univ.⁴○K. Takaki¹, A. Niwa¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, K. Goushi^{3,4}, C. Adachi^{3,4}, H. Naito^{1,2}

E-mail: takaki@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに

低コストかつ高効率な有機 EL の実現に向けて、近年、熱活性化遅延蛍光 (TADF) 材料が精力的に研究されている[1]。この TADF 材料では三重項励起状態 (T_1) と一重項励起状態 (S_1) のギャップ (ΔE_{st}) が小さくなるように材料設計されており、 T_1 状態からも S_1 状態を経由することで、効率的に (遅延) 蛍光を得ることができる。この TADF 材料を有機 EL に応用する場合、濃度消光を避けるため、ホスト材料に低濃度ドーピングするのが通常である[1]。TADF 材料の一種である 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene(4CzIPN)でも 5wt%の薄膜に比べ、単膜の方が低い発光量子収率を示す[2,3]。しかし推定される ΔE_{st} の値は、むしろ単膜の方が小さい値であった[2,3]。そこでこの濃度消光の原因をより詳しく明らかにするため、4CzIPN の発光特性のドーピング濃度依存性を調べたのでその結果について報告する。

実験

ホスト材料には 1,3-bis(9-carbazol)benzene (m-CP) を用い、4CzIPN と適当な割合で混合したジクロロメタン溶液を用意し、サファイア基板上に厚さ 100 nm 程度の薄膜をスピコート法により作製した。定常状態における発光測定には He-Cd レーザー (KIMMON, IK3301R-G, 325 nm) と CCD 分光器 (HORIBA, iHR320+Synapse) を用いた。

結果及び考察

発光スペクトルのドーピング濃度依存性を Fig. 1 に示す。ドーピング濃度が濃くなるにつれ、発光スペクトルがレッドシフトすることが分かる。次に、発光量子収率の温度依存性を Fig. 2 に示す。100K 以下の温度域で、発光量子収率が減少する様子が見られるが、これは逆項間交差が抑制されることにより T_1 状態の密度が増大し、triplet-triplet annihilation (TTA)などの励起状態間の相互作用が働くためである[3]。したがって、発光量子収率が減少する温度から ΔE_{st} を推定することができる。この発光量子収率の温度依存性を TTA のみを考慮したモデルでフィッティングした結果、発光量子収率が濃度とともに

に低下する最大の原因は、 S_1 状態からの非輻射緩和レートが増大するためであることが分かった。これらの結果は、溶媒の極性を変えたときの 4CzIPN の発光特性[4]に極めて良く似ており、ドーピング濃度を上げることは溶媒の極性を大きくすることに対応しているように見える。

参考文献

[1] H. Uoyama *et al.*, Nature **492**, 234 (2012).[2] A. Niwa *et al.*, APL **104**, 213303 (2014).

[3] 丹羽 他, 第 74 回秋応物 17p-P4-2(2013).

[4] R. Ishimatsu *et al.*, JPC A **117**, 5607 (2013).

謝辞

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成された。また本研究の一部は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」の助成を受けた。

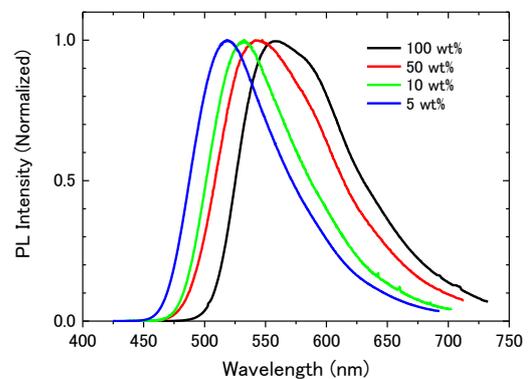


Fig. 1 PL spectra of 4CzIPN:m-CP thin films with various doping concentration.

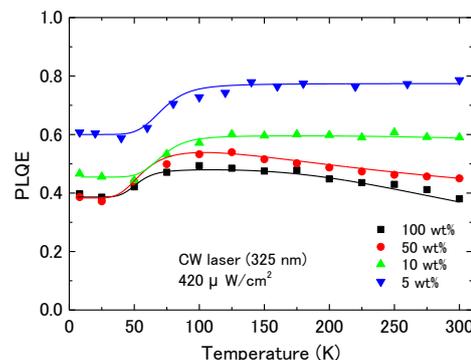


Fig. 2 Temperature dependence of PL quantum efficiency of 4CzIPN thin films.