

リン光有機 EL 素子における三重項励起状態間エネルギー移動の直接観測

Direct Observation of Triplet-Triplet Energy Transfer in PHOLEDs

東理大院理¹, NHK 技研²鎌田 太介¹, 清水 貴央², 長田 佳周¹, 桐林 幸弘¹, 山本 敏裕², 深川 弘彦^{1,2}Tokyo Univ. of Science¹, NHK Sci. & Tech. Res. Labs.²T. Kamada¹, T. Shimizu², Y. Osada¹, Y. Kiribayashi¹, T. Yamamoto¹, H. Fukagawa^{1,2}

E-mail: j1213613@ed.tus.ac.jp

【序論】リン光有機 EL 素子の発光層はホストとゲストの混合膜によって構成され、高効率な素子を実現するためにはホスト-ゲスト間で効率的なエネルギー移動が起こることが望ましい。また、電荷の再結合によって励起子が生成される場合、一重項励起状態(S_1)が 25%、三重項励起状態(T_1)が 75%の割合で生成されるため、 T_1 からのエネルギー移動が特に重要となる。過去の報告で bis(10-hydroxybenzo[h]quinolinato)beryllium(II)(Bebq₂)をホストに用いた際に、ゲスト材料の種類とそのドーパ濃度に関わらず高効率な素子が作製されており、Bebq₂ をホストに用いた場合には S_1 と T_1 の両方から高効率でゲストへエネルギー移動していると考えられる^[1,2]。しかし、これまでに T_1 からのエネルギー移動のメカニズムは詳細には調べられておらず、その理由として、① PL 測定では T_1 を直接励起できない、② EL 素子における電荷の再結合過程では S_1 と T_1 が同時に生成されるため T_1 の独立した評価が困難である、といったことが挙げられる。本研究では Bebq₂ の T_1 からゲストの T_1 へのエネルギー移動を調べるため、励起状態のエネルギーを規定したホスト-ゲストの組み合わせを選択し、PL 測定及び EL 素子特性の評価を行った。

【実験】図 1 中の挿入図に本研究で用いたホスト-ゲストのエネルギーダイアグラムを示す。ホストに Bebq₂、ゲストに bis(4-pentafluorophenyl-2-phenylpyridine)(acetylacetonate)iridium(III)(m-PF-py)^[3]を選択した。Bebq₂ の S_1 より m-PF-py の S_1 が少し高いエネルギー状態に位置し、 S_1 - S_1 間のエネルギー移動はほとんど起こらないため、この系では PL 量子収率より S_1 - T_1 間のエネルギー移動効率を評価できる。PL 量子収率より S_1 - T_1 間のエネルギー移動効率が分かった上で、EL 素子の外部量子効率を測定することによって、 T_1 - T_1 間のエネルギー移動効率を S_1 - S_1 間及び S_1 - T_1 間のエネルギー移動と分離して評価した。また、ゲストのドーパ濃度を 1wt%にしたことで、電荷の再結合はほぼホストで起きていると考えられる。このホスト-ゲスト系を発光層として用い、PL 測定及び EL 素子特性の評価を行った。

【結果】発光層膜の PL 量子収率は 0.19 と、リン光材料を含む混合膜としては非常に低い値が得られた。この結果より、 S_1 - T_1 間及び S_1 - S_1 間のエネルギー移動はほとんど起こっていないことが分かる。また、ITO/PEDOT:PSS/ α -NPD/1-wt %-doped Bebq₂:m-PF-py/TPBI/LiF/Al という構造で EL 素子を作製し、外部量子効率の電流密度特性を測定した結果を図 1 に示す。最大外部量子効率 15.3%という値が得られた。PL 量子収率が低いにもかかわらず、このように高い外部量子効率を得られたことは T_1 - T_1 間での効率的なエネルギー移動が起こっている事を示唆している。 T_1 - T_1 間のエネルギー移動に関する詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は総務省の委託研究「究極の省電力ディスプレイ実現に向けた高効率・長寿命有機 EL デバイスの研究開発」として実施したものです。

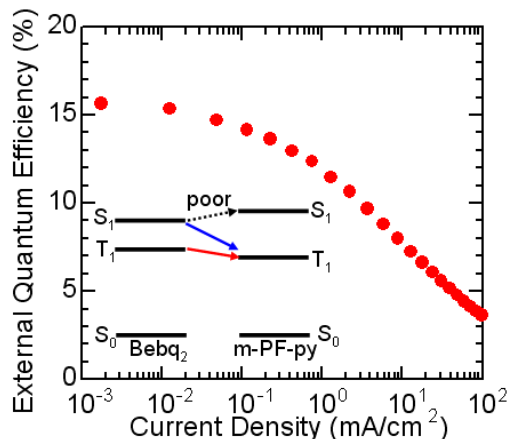
[1] W. S. Jeon et al., *Org. Electron.*, 10, 240, (2009)[2] H. Fukagawa et al., *Adv. Mater.*, 24, 5099, (2012)[3] T. Tsuzuki et al., *Adv. Mater.*, 15, 1455, (2003)

図1 外部量子効率-電流密度特性