

発光電気化学セルの電荷状態の ESR 直接観測と 素子動作機構の微視的解明

Electron Spin Resonance (ESR) Direct Observation of Charge States in Light-Emitting Electrochemical Cells and Microscopic Elucidation of Device Operation Mechanism

筑波大数物¹, 電中研², 筑波大エネ物質科学セ³

○勝俣潤哉¹, 大澤文也¹, 佐藤豪¹, 三輪一元², 小野新平², 丸本一弘^{1,3}

Univ. Tsukuba¹, Central Research Institute of Electric Power Industry², TREMS, Univ. Tsukuba³,

○J. Katsumata¹, F. Osawa¹, G. Sato¹, K. Miwa², S. Ono², K. Marumoto^{1,3}

E-mail: s-katsumata@ims.tsukuba.ac.jp, marumoto@ims.tsukuba.ac.jp

【序論】発光電気化学セル (LEC) は高効率発光やフレキシブル等の特徴を持ち、有機発光ダイオード (OLED) と比較して構造が単純で低電圧発光を示す特長があり、現在盛んに研究されている。LEC では発光層中の電解質イオンの移動により素子動作すると知られているが、LEC 中の電荷状態や動作機構について微視的な観点からの詳細な研究は殆ど行われていない^[1]。本研究では、黄色発光高分子材料 Super Yellow を用いた LEC を作製し、ESR 分光を用いて素子駆動時における LEC 内部の電荷状態を直接観測し、動作機構について微視的な観点から研究を行ったので報告する。

【実験】LEC の発光層は Super Yellow とイオン液体 ([P66614][TFSI]) のクロロベンゼン溶液をスピンコートにより 300~500 nm の膜厚で透明電極 ITO 上に成膜した。陰極には Ag を使い、真空蒸着法 (真空度: $< 10^{-3}$ Pa) により成膜した。作製した LEC を窒素雰囲気グローブボックス内 (O_2 : 0.2 ppm, H_2O : 0.5 ppm) にて配線後、ESR 試料管に封止し、室温にて ESR 測定を行った。

【結果】LEC に電圧を印加すると電圧増加と共に電流が流れ始め、2.4 V で発光した。Fig. 1 に同じ LEC を用いて測定した ESR 信号のバイアス電圧依存性を示す。印加電圧の上昇に伴って ESR 信号の強度も増加した。観測された g 因子は 2.0028 である。密度汎関数理論 (DFT) 計算を用いて Super Yellow のカチオンの g 因子を求めたところ 2.0027 が得られ、観測値と一致した。Fig. 2 に LEC の ESR 信号から求めたスピンの数 (N_{spin}) と輝度のバイアス電圧依存性を示す。電圧が増加すると N_{spin} が増加し、輝度の増加と対応していることが分かる。従って、この ESR 信号の起源は電圧印加による発光ポリマーへのホールのドーピングに由来すると考えられる。微視的な観点から得られた LEC の詳細な動作機構について議論する。

[1] T. Sakanoue *et al.* *Adv. Mater.* **2017**, 29, 1606392.

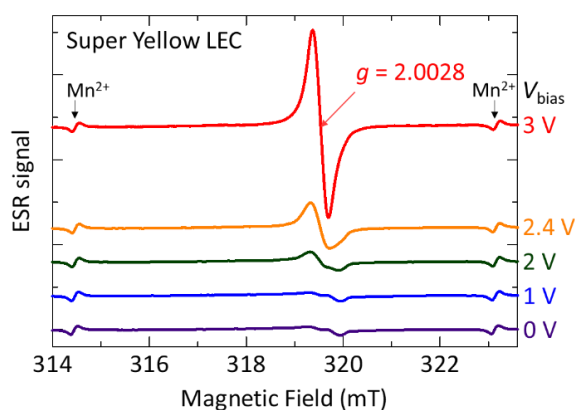


Fig. 1. Bias dependence of the ESR spectrum of a LEC.

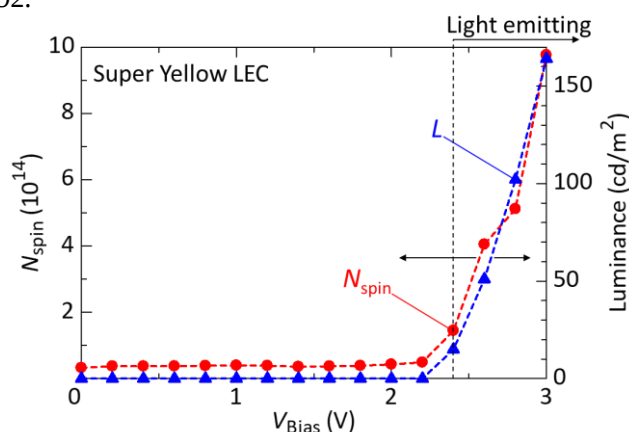


Fig. 2. Bias dependence of the number of spins (N_{spin}) and the luminance (L) of the LEC.