

光照射下の電流通電により Alq₃ 薄膜中に生成した蛍光消光剤の質量分析

Mass analysis of fluorescence quencher in Alq₃ thin film generated by photochemical and electrochemical reactions

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術¹, ナノマテリアルテクノロジーセンター²

◦(M2) 中瀆 英理菜¹, (D3) Duy Cong Le¹, 四十万谷 智子², 江口 敬太郎¹, 村田 英幸¹

Grad. School of Adv. Sci. and Tech.¹, Center for Nano Mater. and Tech.², ◦Erina Nakahama¹,

Duy Cong Le¹, Chiko Shijimaya², Keitaro Eguchi¹, Hideyuki Murata¹

E-mail: murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】有機発光ダイオード(OLED)において駆動時間の経過と共に輝度が低下する劣化現象が問題となっており, これを抑制することは重要な課題である. OLED の劣化機構として, アニオンとカチオンが関与する電気化学反応や励起状態が関与する光化学反応, およびこれらの複合反応が考えられる. 最近我々は光化学反応による劣化生成物の可能性を検討するために, 窒素中で封止した Alq₃ 薄膜に UV 光を照射することで劣化させた試料をフーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析 (FT-ICR-MS) によって分析した¹. その結果, EL 駆動によって劣化した OLED で検出される物質²は, 光照射のみでは生じていなかった. そこで本研究では, 封止した電子オンリーデバイス(EOD)とホールオンリーデバイス(HOD)に UV を照射しながら電流駆動することで複合反応を起こさせ, その際の生成物を高感度な FT-ICR-MS によって検出することを試みた.

【実験方法】EOD として glass/ITO(150 nm)/BCP(10 nm)/Alq₃(150 nm)/LiF(0.5 nm)/Al(100 nm), HOD として glass/ITO(150 nm)/MoO₃(0.75 nm)/Alq₃(160 nm)/MoO₃ (10 nm)/Al(100 nm)の素子構造の試料を真空蒸着法により作製した. その後大気暴露せずに乾燥窒素を満たしたグローブボックス中に移動して封止した. UV 照射器を用いて波長 365 nm, 強度約 3,500 mW/cm² の UV 光を一定時間照射した. 蛍光強度の時間変化を輝度計を用いて測定した. EOD と HOD の蛍光強度が初期値のそれぞれ 65%および 53%に達するまで UV 光を照射しながら 50 mA/cm² の電流密度で電流駆動を行った. 劣化前後の試料は FT-ICR-MS 装置(Solarix, Burkert Daltonics)を用いてイメージング質量分析測定を行った.

【結果と考察】Fig.1 (a), (b)と Fig.1 (d), (e)にそれぞれ複合反応による劣化前後の EOD と HOD の質量スペクトルを示した. Fig.1 (c)と(f)は, 劣化後と劣化前の MS 強度の差スペクトルである. EL 駆動によって劣化した OLED で新たに検出された物質($m/z=770.15483$, 772.17099)²は検出されなかった. これらの MS ピークは, 相対 EL がそれぞれ 10%以下と 5%以下の素子で検出されており, 今回用いた EOD と HOD の相対輝度 65%および 53%よりも激しく劣化された試料であったため, 検出には至らなかったことが考えられる. また, 差スペクトルには増減した MS ピークが見られるが, これらのイメージング画像には, PL 発光像との明確な類似性は認められなかった. 複合反応では, 光励起による一重項励起子と, 電荷の相互作用が主として起こる. 一方 EL 駆動では, 一重項励起子と三重項励起子が 1:3 の割合で生成される. 今回の結果より複合反応では EL 駆動と同じ劣化生成物が観測されなかったため, EL 駆動による劣化生成物は, 三重項励起子との反応が寄与していることが考えられる.

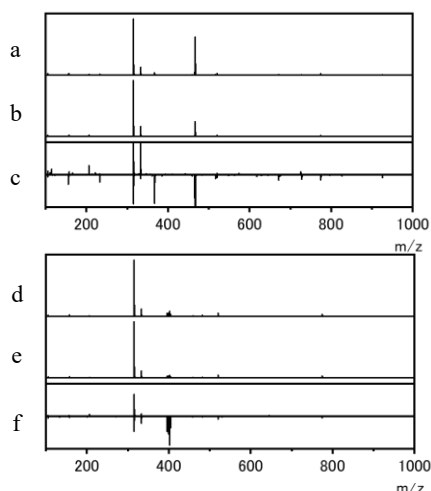


Fig. 1 Mass spectra of (a) pristine EOD, (b) degraded EOD, (c) (b)–(a), (d) pristine HOD (e) degraded HOD and (f). (e)–(d).

【参考文献】

- 1) 中瀆, 松岡, 四十万谷, 江口, 村田 令和 2 年度応用物理学会北陸・信越支部予稿集, A05.
- 2) 重松, 宮里, 酒井, 村田 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 11-076 (2017).