有機 EL 材料の多積層化に向けた静電スプレー制御

Control of Electrospray for Multilayer Deposition of OLED Materials

理研 ○高久英明，早川晴美，青山哲也，田島右副，松下聖志郎

RIKEN, °Hideaki Takaku, Harumi Hayakawa, Tetsuya Aoyama, Yusuke Tajima, Shoshiro Matsushita

E-mail: hideaki.takaku@riken.jp; taoyama@riken.jp

【はじめに】有機半導体薄膜の積層構造から成る有機エレクトロニクス素子は有機 EL 素子，有機薄膜太陽電池など様々な用途に広がりつつある．有機半導体材料のウエットプロセスでの塗布法は，スピンコート法やインクジェット法などが知られているが，スプレー成膜の一種で塗膜中の溶媒含有量を任意に制御でき，材料の消費量も少ない方法として静電噴霧堆積(ESD)法がある．ESD 法では，有機半導体インクで用いる有機溶剤の蒸気圧，溶解性，誘電率が主要パラメーターであるが，均一で平坦な成膜には，蒸気圧が低く，材料に対する溶解性が高い溶媒の混在が重要である．今回我々は，この性質を有する溶媒を選別して，有機半導体を均一に多層化する条件を見出し，ESD 法により有機 EL 素子を作製し，評価を行ったので報告する．

【実験】発光層と電子輸送層を ESD 法により積層した素子を作製し， SEM 像， PL 発光像を観察し，EL 特性を測定した．ITO 基板上に PEDOT:PSS，Poly(9-vinylcarbazole) (PVK)をスピンコート法で順次成膜した．次に，アセトン ：1,2-ジクロロベンゼン (*o*-DCB)から成る組成比の異なる混合溶媒を用いて，燐光発光材料 $Ir(ppy)_3$ とホスト材料 1,3-Bis(*N*-carbazolyl)benzene (mCP)から成る発光層を成膜し，続いて電子輸送層 (DYETM-17)を積層した．なお，*o*-DCB より燐光材料に対する溶解性が低い 1-ヘプタノールを用いた混合溶媒でも同様の検討を行った．その後，真空蒸着法により Al 電極を作製して有機 EL 素子 (ITO/PEDOT:PSS/PVK/$Ir(ppy)_3$:mCP/DYETM-17/Al)を完成させた．

【結果】1-ヘプタノール 20 vol%の混合溶媒を用いた場合は、溶媒の乾燥過程でアセトンが先に蒸発し，残った 1-ヘプタノールに対する溶解性が低い燐光材料だけが析出したために，200 cd/m^2 の輝度しか観測できなかった．*o*-DCB 20 vol%の混合溶媒を用いた素子で，最大輝度が最も高く(約 1400 cd/m^2)，その前後の混合比では低下した (Fig. 1)．30 vol%では，PL 発光像で発光にムラが見られ(Fig.2)，下層の PVK 膜の溶解などが疑われる．一方，10 vol%では PL 発光はおよそ均一であるものの、SEM 像では膜表面に微細な凝集体が多数確認され(Fig.3)，この不均一性が EL 発光の低下を招いたと推測される．蒸気圧の調整，発光およびホスト材料に対する溶解性，下層への浸食性を考慮することにより，発光の高輝度化が可能であることが示された．

【謝辞】DYETM-17 は，大電㈱よりご提供頂いた．

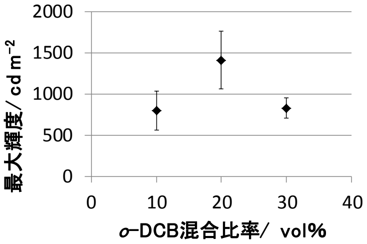

Fig. 1 Maximum of luminance in OLEDs as a function of the mixture ratio of the solvents for the emission layer.

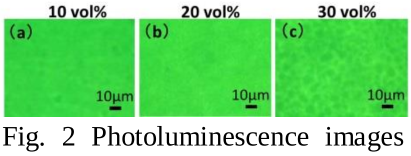

Fig. 2 Photoluminescence images of $Ir(ppy)_3$:mCP film on PVK film.

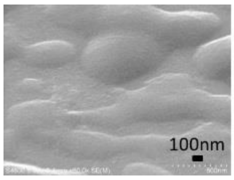

Fig. 3 SEM image of the emission layer prepared from *o*-DCB: acetone (10:90) solution.