

有機共蒸着膜における巨大表面電位

Giant Surface Potential of Organic Co-evaporated Films

明治大¹, 千葉大² (M2) 長田 航平¹, 石井 久夫², °野口 裕¹

Meiji Univ.¹, Chiba Univ.², Kohei Osada¹, Hisao Ishii², °Yutaka Noguchi¹

E-mail: noguchi@meiji.ac.jp

永久双極子モーメント (PDM) を持つ有機半導体分子の蒸着膜における表面電位が膜厚に比例して数十 V にまで増加し続ける現象は巨大表面電位 (GSP) と呼ばれている。GSP の起源は蒸着膜の形成過程において分子が自発的に偏った配向を持つことによる「自発的配向分極」である。GSP は代表的な有機 EL 材料である Alq₃ の蒸着膜において初めて発見されたが[1]、近年我々は GSP が多くの電子輸送性材料や発光性材料においても見られる一般的な現象であることを見出した[2]。GSP は積層型有機 EL 素子の特性にも影響することが指摘されており[3]、その形成機構や制御法の解明が求められている。本研究では、極性分子間の静電的な相互作用に着目し、GSP を示す代表的な分子である TPBi (2.0 D) と、CBP などの無極性分子や比較的小さな PDM を持つ NPB (0.6 D) との共蒸着膜における表面電位特性を調べた。

Fig. 1(a)は、各種共蒸着膜における GSP の傾き (Δ) と、混合比との関係を示している。 Δ は、配向分極を考慮すると、 $n\langle\cos\theta\rangle p/\epsilon$ で与えられる。ただし、 n は極性分子の密度、 p は PDM の大きさ、 $\langle\cos\theta\rangle$ は p の膜厚方向への寄与率 (配向度)、 ϵ は誘電率である。したがって、 Δ は TPBi の混合比に比例して増加することが予想される。NPB との共蒸着膜では、 Δ は TPBi の混合比とともに線形に増加しているが、CBP との共蒸着膜では混合比が 50%付近から、ほぼ一定値を示していることがわかる。この結果は、CBP との共蒸着膜では、TPBi の配向度が混合比の増加に伴い小さくなっていることを意味する。実際に TPBi ニート膜を基準とした配向度を求めたところ、Fig. 1(b) のような減少傾向が見られた。この傾向は、Alq₃ や 4CzIPN と CBP あるいは NPB との共蒸着膜において報告されている結果と一致する[4,5]。PDM 間相互作用は、 p^2/r^3 に比例することから、共蒸着膜において分子間距離 (r) が拡大した結果、配向分極を打ち消す反平行配置を取る分子の存在確率が減少し、配向度が増加したと考えられる。その他、詳細は当日発表する。

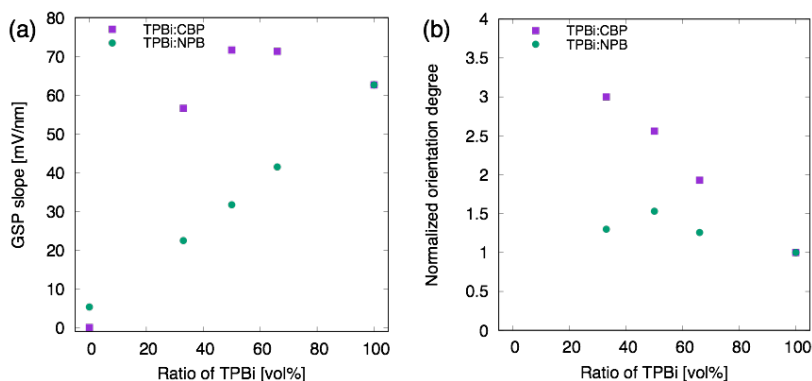


Figure 1(a) GSP slope vs. mixed ratio of TPBi. The data points at 0 vol% are obtained from Ref. [3]. (b) Normalized orientation degree vs. mixed ratio of TPBi.

[1] E. Ito *et al.*, J. Appl. Phys. 92, 7306 (2002). [2] K. Osada *et al.*, Org. Electron. 58, 313 (2018). [3] Y. Noguchi *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn. 58, 109 (2015). [4] 中光 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 18-A4-1 (2014). [5] L. Jaeger *et al.*, AIP Adv. 6, 095220 (2016).