

# ドーブ系有機 EL 素子に用いられる共蒸着層における 巨大表面電位の観測

## Observation of Giant Surface Potential of Organic Co-Evaporation Layer in Organic Electroluminescence Device

千葉大院融合<sup>1</sup>, 明治大理工<sup>2</sup>, 千葉大先進<sup>3</sup> ○中光 栄仁<sup>1</sup>, 野口 裕<sup>2</sup>, 石井 久夫<sup>3</sup>

Graduate school of Advanced Integration Science, Chiba Univ.<sup>1</sup>,

Faculty of Science and Technology, Meiji Univ.<sup>2</sup>, Center for Frontier Science, Chiba Univ.<sup>3</sup>

○Shigehito Nakamitsu<sup>1</sup>, Yutaka Noguchi<sup>2</sup>, Hisao Ishii<sup>3</sup>

E-mail: x0t1126@students.chiba-u.jp

### 1 序論

Alq<sub>3</sub>などのアモルファス性極性分子の蒸着膜では、分子の永久双極子モーメントが自発的に配向を示し、膜厚に比例して成長する巨大表面電位 (GSP) が発生することが報告されている[1]。この GSP の大きさは数十 mV/nm にも及び、典型的な素子構造では駆動電圧のオーダーになることもある。有機 EL 素子に GSP を引き起こす分子を用いると、素子内の界面に分極電荷が発生し、注入キャリアが蓄積され、キャリアの再結合確率を高めることや、配向によりキャリアの注入を助けるといった利点があるとされ、素子特性に大きな影響を及ぼすと考えられている[2]。これまで、GSP は単成分の蒸着膜に関する研究報告が主であった。燐光素子や熱活性型遅延蛍光 (TADF) 素子といった素子では、しばしば、無極性分子に数%の極性発光分子をドーブした共蒸着膜が多く用いられているが、「数%のドーブ層において GSP は発生せず、界面電荷は存在しない」と考えられていた。本研究では GSP を示す典型的な分子である Alq<sub>3</sub>と、近年注目を集める熱活性型遅延蛍光 (TADF) 分子である 4CzIPN を用いて、無極性分子である CBP との共蒸着膜における表面電位を測定し、それらドーブ系素子内における GSP の有無を調べた。

### 2 実験

本実験で用いた有機分子の構造式を図 1 に示す。洗浄した ITO 基板上に単成分の蒸着膜または 2 種類の分子 (Alq<sub>3</sub>と CBP もしくは 4CzIPN と CBP) の共蒸着膜を製膜し、in-situ でケルビンプローブ測定を行った。混合比は蒸着レートの比によって制御した。

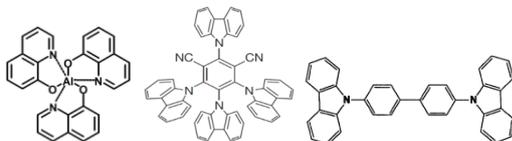


Fig.1 Chemical structures of Alq<sub>3</sub>, 4CzIPN and CBP

### 3 結果と考察

図 2 に Alq<sub>3</sub>, 4CzIPN, CBP の表面電位の膜厚依存を示した。Alq<sub>3</sub>と 4CzIPN では膜厚の成長に従って表面電位が大きくなり、GSP が発生していることが確認できた。CBP は膜厚の成長による表面電位の変化が見られず、GSP は現れなかった。測定の結果、Alq<sub>3</sub>および 4CzIPN の単成分膜での GSP はそれぞれ 43.1 mV/nm、69.4 mV/nm であった。図 2 には同時に、共蒸着膜での表面電位の測定結果もプロットした。Alq<sub>3</sub>と CBP、4CzIPN と CBP の共蒸着膜では GSP は観測され、その混合比依存性を図 3 に示した。横軸は Alq<sub>3</sub>もしくは 4CzIPN の割合、縦軸は共蒸着膜の表面電位を Alq<sub>3</sub>もしくは 4CzIPN の単成分膜における GSP の値で規格化したものである。GSP の値は混合比に比例せず、Alq<sub>3</sub>の割合が 10%の共蒸着膜であ

っても、その GSP は 40%以上残存した。同様の結果は 4CzIPN においても観測され、実用的な有機 EL 素子において用いられる 4CzIPN の割合が 5%の膜においても単成分膜の 25%の GSP が残っていることが観測された。数%の極性分子をドーブした共蒸着膜を蒸着層に用いた有機 EL 素子は広く用いられており、本研究における結果は、それらの素子の特性解析には GSP による界面電荷によるキャリアの蓄積効果を考慮する必要があることを示している。

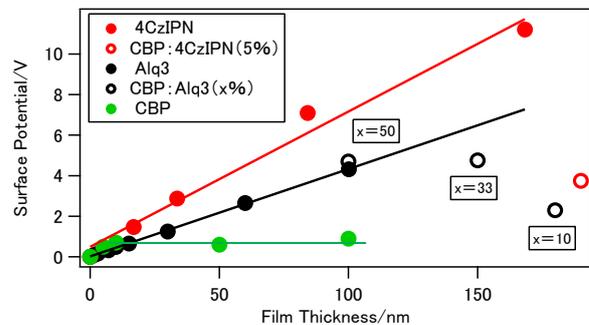


Fig.2 The relation between the surface potential and film thickness.

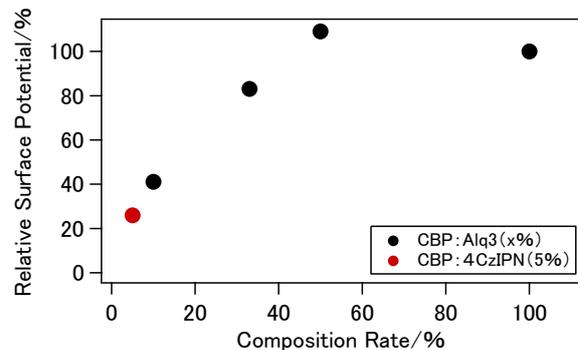


Fig.3 The relation between the surface potential and the composition rate.

### 4 まとめ

極性分子 (Alq<sub>3</sub>, 4CzIPN) と無極性分子 (CBP) の共蒸着膜における表面電位特性を測定した。GSP の大きさは極性分子の混合率に比例せず、実デバイスで用いられている 5%程度のドーピングでも単成分膜の 25%もの GSP が生じることを見いだした。ドーブ系素子の特性を評価するためには GSP による界面電荷の影響を考慮に入れる必要があると考えられる。

【謝辞】本研究は、科研費及び日本学術振興会の FIRST プログラムにより助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] E. Ito et al., J. Appl. Phys. 92, 7306 (2002).  
[2] Y. Noguchi et al., J. Appl. Phys. 111, 114508 (2012).