

## 2. 5eV の非レーザー可視光で生じる Alq<sub>3</sub> 薄膜からの光電子放出： 高感度光電子計測による負性キャリアの直接観察

Nobel photoemission from Alq<sub>3</sub> film excited by 2.5 eV non-laser visible light:

Direct observation of negative carrier by high sensitivity photoemission detection.

千葉大院融合<sup>1</sup>, 千葉大先進<sup>2</sup> ◯金城 拓海<sup>1</sup>, Lim Hyunsoo<sup>1</sup>, 佐藤 友哉<sup>1</sup>, 野口 裕<sup>2</sup>,  
中山 泰生<sup>1</sup>, 石井 久夫<sup>1,2</sup>

Chiba Univ. AIS<sup>1</sup>, Chiba Univ. CFS<sup>2</sup>, ◯Hiroumi Kinjo<sup>1</sup> Lim Hyunsoo<sup>2</sup>, Tomoya Sato<sup>1</sup>,

Yutaka Noguchi<sup>2</sup>, Yasuo Nakayama<sup>1</sup>, Hisao Ishii<sup>1,2</sup> E-mail: kinjo@chiba-u.jp

**【背景】** 近年、注目を集めている有機半導体素子の動作機構を解明するには、キャリア(イオン化した分子)の電子構造は重要な知見である。光電子計測は材料の電子構造評価手法として極めて強力であるが、 $M + hv \rightarrow M^+ + e^-$  で表されるように、イオン状態は終状態に現れるため、光電子放出と同程度の極めて速い緩和過程しか考慮されない。その一方で、素子内部のキャリア局在時間は光電子放出過程より十分に遅いため、実際のキャリアは分子の変形、格子緩和などの影響を受けていると考えられる。このため、実際の素子内のキャリアの電子構造を解明するには通常の前・逆光電子分光では不十分であると考えられる

本研究ではキャリアに対するこのような遅い緩和や分極の効果を検討するため、巨大表面電位(GSP)を用いた新規測定法を提案する。GSP とは極性分子の緩やかな配向によって膜表面に形成される電位であり<sup>[1]</sup>、光キャリアによって打ち消されることが知られている(図 1(a))<sup>[2]</sup>。GSP が正であれば表面近傍には負の補償電荷(アニオン)が形成されることが期待される。本研究では正の GSP を持つ Alq<sub>3</sub> 薄膜の超高感度光電子計測を行い表面に捕集されたアニオンからの光電子放出( $M^- + hv \rightarrow M + e^-$  図 1(b))の観察を試みた。また、対象試料として表面にカチオンを捕集する負の GSP を持つ Al(7-Prq)<sub>3</sub><sup>[3]</sup>の測定も行い比較検討した。

**【結果・考察】** 図 1 に Alq<sub>3</sub> (膜厚 10nm/30nm) と Al(7-Prq)<sub>3</sub> (膜厚 30nm) 薄膜のパルスカウント式光電子収量分光(PYS)のスペクトルを示す。Alq<sub>3</sub> (10 nm) と Al(7-Prq)<sub>3</sub> の光電子放出閾値がよく一致する一方、Alq<sub>3</sub> (30 nm) は約 1.4 eV ほど浅い光電子放出閾値を示している。Alq<sub>3</sub> (30 nm) では GSP の消失に伴うアニオン形成が起こっている一方、膜厚が薄い領域では GSP の成長が不安定であるため<sup>[1]</sup>、Alq<sub>3</sub> (10 nm) では十分な GSP 形成に至っておらず、アニオンも形成されていないと考えられる。Al(7-Prq)<sub>3</sub> ではそもそも GSP が負であるため表面にアニオンは形成されない。以上の結果から Alq<sub>3</sub> (30 nm) の光電子放出閾値はアニオンのイオン化エネルギーに相当すると考えられ、電子親和力を 2.5 eV と決定できた。本測定では始状態で十分に緩和したアニオン状態を観察している点が逆光電子分光測定とは大きく異なる。講演では低エネルギー PES による結果も踏まえて負性キャリアの電子構造観察手法を

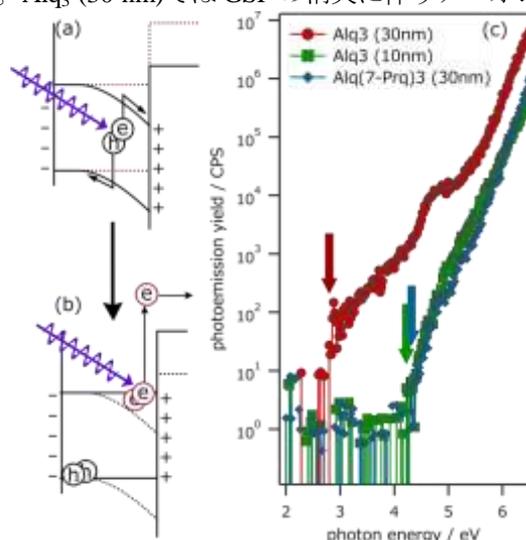


Fig. 1.(a) The decay of the GSP by illumination. (b) Photoemission from anions as compensation charges. (c) PYS spectra of Alq<sub>3</sub> and Al(7-Prq)<sub>3</sub>.

[1] E. Ito et al, *J. Appl. Phys.* **92**, 7306–7310 (2002).

[2] Y. Noguchi et al, *Appl. Phys. Lett.* **96**, 143305 (2010).

[3] T. Isoshima et al, *Org. Electron.* **14**, 1988–1991 (2013).