

有機EL素子のITO仕事関数評価

X線光電子分光法(XPS)は、測定法の工夫により、仕事関数やイオン化ポテンシャルの評価が可能である。この特徴を用いると有機EL素子の電子状態評価が可能であり、デバイス設計指針の探索や劣化解析に有用である。

XPSによる仕事関数評価の原理

XPSでは、試料にX線を照射し、X線により励起された光電子の運動エネルギー分布を測定することにより、物質中の電子状態密度を直接反映したスペクトルを得る(右図参照)。

X線のエネルギー ($h\nu$)、仕事関数(WF)、光電子の運動エネルギー最小の値 $E_k(0)$ および運動エネルギー最大の値 $E_k(\text{VBM})$ は以下の関係式で記述されるため、測定時の工夫により、仕事関数に相当する物性値を求めることができる。

$$\text{WF} = h\nu - [E_k(\text{VBM}) - E_k(0)]$$

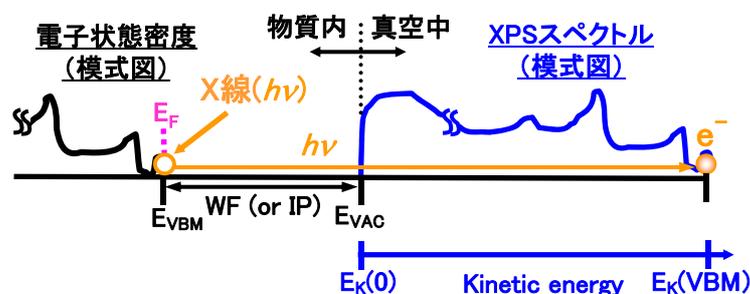
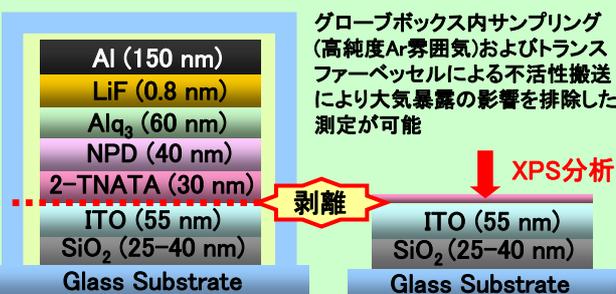
有機EL素子(劣化前後)の仕事関数評価

有機EL素子に劣化をもたらす要因のひとつに陽極/有機層界面の劣化が挙げられる。

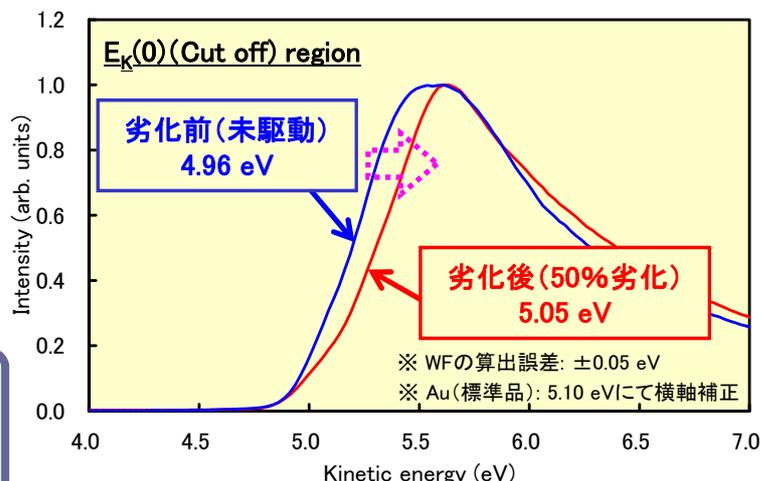
弊社では、独自の前処理技術により、大気暴露することなく、有機EL素子の陽極/正孔輸送層の界面を露出させることができる。

ここでは、未駆動の素子(劣化前)と輝度が50%低下した素子(劣化後)の陽極/正孔輸送層界面の仕事関数を調べた。

不活性雰囲気中(高純度Ar)



WF: Work function, IP: Ionization potential, E_F : Fermi energy, E_{VAC} : Vacuum energy, E_{VBM} : Valence band maximum energy, E_k : Kinetic energy



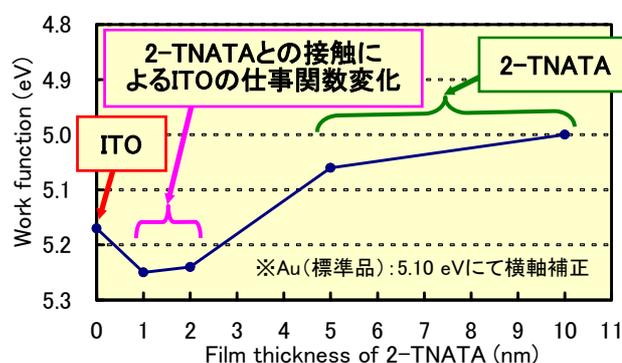
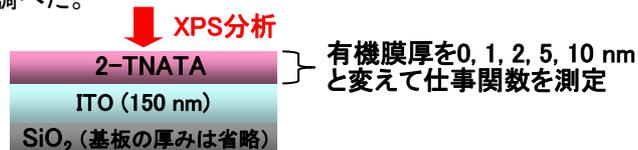
劣化後は、劣化前に比べて、ITOの仕事関数が増加
 ⇒素子設計時の”電子と正孔の注入キャリアバランス”が崩れたことが、輝度劣化の原因の一つと推定される。

仕事関数評価は有機ELの劣化解析に有用!

仕事関数の有機膜厚依存性の評価

有機EL素子の特性向上のためには、界面の電子構造を知ることが重要である。

ここでは、ITO膜上の正孔輸送層として用いられる“2-TNATA”の膜厚を変えた時の仕事関数の変化を調べた。



- ・有機膜厚が薄い(1-2 nm)領域では仕事関数が増加⇒有機膜との接触によるITOの仕事関数変化を示唆した可能性あり。
- ・有機膜厚が厚い(5-10 nm)領域では、仕事関数が減少⇒有機膜の仕事関数を反映した可能性あり。