

# 硬X線光電子分光法による有機EL素子界面の状態分析

硬X線光電子分光法(HAXPES)は実験室系XPSより検出深さが深いという特徴を有している。これを利用して、トップエミッション構造有機EL素子としてAlq<sub>3</sub>膜上に透明導電膜のITOを形成した際のITO/Alq<sub>3</sub>界面の化学状態に関して、ITO成膜時のAlq<sub>3</sub>膜の深さ方向の構造変化・元素分布が評価できる。

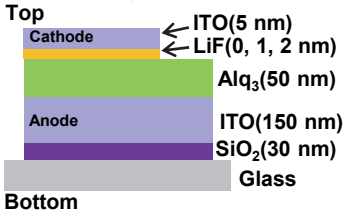
## 分析試料: トップエミッション型OLED

### ◆ トップエミッション型有機EL素子 (OLED)

メリット: TFT・配線設計等の制限が少ない ⇒ 高開口率、高輝度  
課題: 陰極は透明電極 ⇒ 電極形成時の有機膜劣化

✓ 陰極形成後の有機膜の化学状態の理解と劣化抑制が必要

### 分析試料模式図

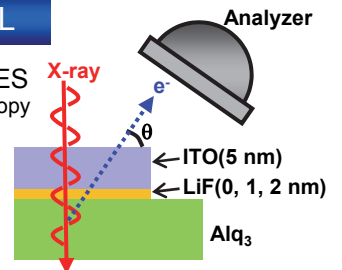


- ✓ 陰極にITOをスパッタ成膜 ⇒ 有機膜へのダメージが懸念
- ✓ ITO/Alq<sub>3</sub>界面にLiF極薄膜挿入 ⇒ 電子注入効率向上とITO成膜によるAlq<sub>3</sub>膜劣化抑制が目的

## 分析手法: HAXPES & PL

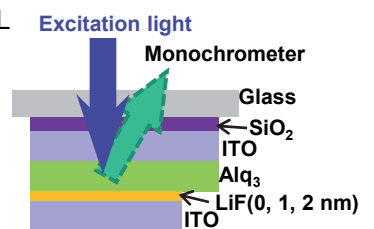
### ◆ 硬X線光電子分光法: HAXPES

- Hard x-ray photoelectron spectroscopy
- 実験室系XPSより検出深さが深い (数十nm)
- 光電子検出角度\*を変えることで非破壊で深さ方向分析が可能  
\* Take-off angle (θ)



### ◆ フォトルミネッセンス測定: PL

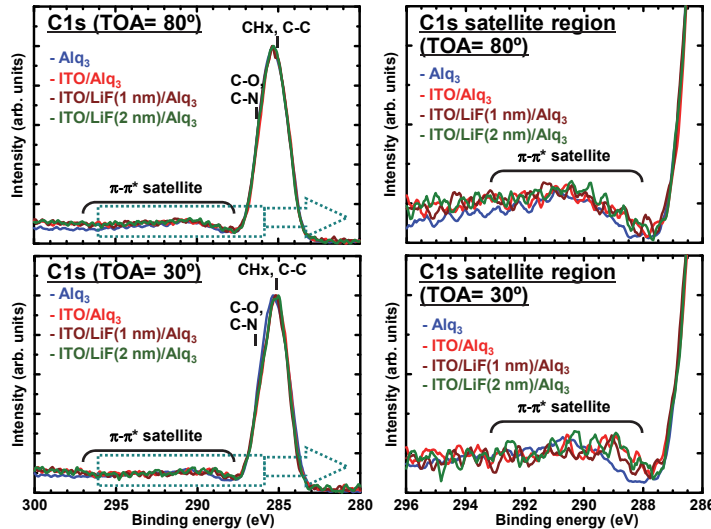
- Photo-luminescence
- 発光分光分析
- 裏面ガラス越し(封止状態)の非破壊分析が可能



## HAXPES結果: ITO/Alq<sub>3</sub>界面へのLiF膜挿入効果の検証

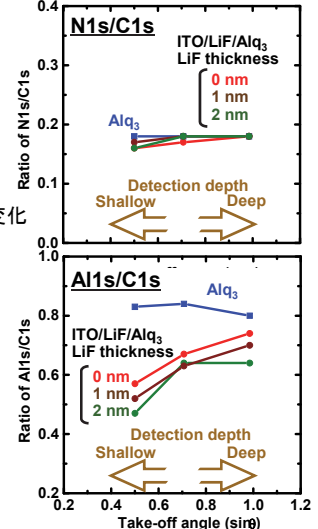
### ◆ HAXPESによりITO膜越しにAlq<sub>3</sub>膜の化学状態を分析

Samples: Alq<sub>3</sub>, ITO/Alq<sub>3</sub>, ITO/LiF(1 nm)/Alq<sub>3</sub>, ITO/LiF(2 nm)/Alq<sub>3</sub>  
Analysis: HAXPES, hv = 7940 eV (BL46XU), Take-off angles(TOA): 30, 45 and 80°



- ・ 検出角度80° (検出深さが深い) はスペクトルに顕著な違い無し ⇒ Alq<sub>3</sub>膜内部はダメージ無し
- ・ ITO成膜による検出角度30° (検出深さが浅い)のスペクトル変化 ⇒ ITO/Alq<sub>3</sub>界面近傍のAlq<sub>3</sub>構造の変化
- ・ LiF膜挿入の有無でスペクトルに顕著な違い無し ⇒ LiF膜厚依存性無し ⇒ LiF膜挿入によるAlq<sub>3</sub>膜のダメージ抑制の効果は小さい

### ピーク強度比の検出角度依存性プロット

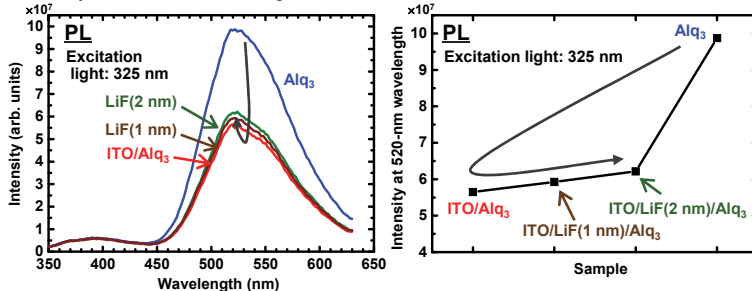


- ・ ピーク強度比のLiF膜厚依存性は認められない ⇒ LiF膜挿入によるAlq<sub>3</sub>膜劣化は抑制できない

## PL結果: Alq<sub>3</sub>発光強度のLiF膜厚依存性

### ◆ PLにより裏面ガラス越しにAlq<sub>3</sub>膜の発光を評価

Samples: Alq<sub>3</sub>, ITO/Alq<sub>3</sub>, ITO/LiF(1 nm)/Alq<sub>3</sub>, ITO/LiF(2 nm)/Alq<sub>3</sub>  
Analysis: PL, Excitation light: 325 nm



- ・ ITO成膜により発光強度が減少 ⇒ Alq<sub>3</sub>膜の劣化を反映した可能性有り\*  
\* 発光強度の増減は薄膜積層による光学干渉効果も含まれる可能性有り
- ・ LiF膜挿入により発光強度がわずかに増加 ⇒ ITO成膜によるAlq<sub>3</sub>膜ダメージ軽減の可能性

### Conclusion

- ✓ ITO成膜により、ITO/Alq<sub>3</sub>界面近傍でAlq<sub>3</sub>が構造変化
- ✓ (今回の実験では) LiF挿入によるITOダメージ軽減効果は低い
- ✓ HAXPESによりITO成膜後の有機膜の化学状態分析が可能
- ✓ PL測定により封止状態で有機膜の発光特性が評価可能