

一定終状態光電子収量分光法の有機薄膜への適用

Application of Constant Final State Yield Spectroscopy to Organic Films

千葉大融合理工¹, 千葉大先進², 千葉大 MCRC³ ○渡邊 研太¹, 木全 俊輔¹,

田中 有弥^{1,2}, 石井 久夫^{1,2,3}

GSSE, Chiba Univ.¹, CFS Chiba Univ.², MCRC Chiba Univ.³ ○Kenta Watanabe¹,

Shunsuke Kimata¹, Yuya Tanaka^{1,2}, Hisao Ishii^{1,2,3}

E-mail: afma8706@chiba-u.jp

【序】半導体の特性は、HOMO や LUMO だけでなく、バンドギャップ内の微小な準位にも依存するため、素子特性を改善する上でギャップ内を含めた電子の状態分布を知ることが重要となる。その方法として我々は紫外光の波長を掃引しながら高感度で測定する高感度紫外光電子分光 (HS-UPS) [1]を開発してきたが、光電子放出の遷移確率や終状態の状態密度などが励起光エネルギー($h\nu$)に依存するため、異なる波長で測定したスペクトルを規格化して始状態密度を求める際に問題があった。以前の講演会で、多数の $h\nu$ に対して測定したスペクトルの終状態を固定して、光電子強度と $h\nu$ の関係を拾い出す、Constant Initial State (CFS)解析をすることで規格化できることを報告したが[2]、測定効率が悪い、データ点があらく、検出感度が不十分であるなどの問題点もあった。そこで、本研究では、装置を改造し、終状態を固定して $h\nu$ を掃引して測定する「一定終状態光電子収量分光(CFS-YS)」を測定できるようにした。CFS-YS はこれまでは無機半導体の解析に用いられてきたが[3]、今回、有機薄膜へ適用し、HS-UPS の結果と比較することで、HOMO 準位から微弱ギャップ準位までの計測法としての適用性、測定条件の最適化などを検討した。

【実験】電子エネルギー分析器(PSP: Resolve120)からの光電子シグナルをパルスカウンターに引き込み、分光器の波長を制御して、CFS-YS を測定した。光源には、高エネルギー側は重水素ランプを、低エネルギー側にはキセノンランプからの白色光をゼロ分散型の極低迷光分光器 (分光計器: BIP-M25D-GTM) で分光して用いた。Si/SiO₂ 基板に CuPc, C₆₀ を逐次蒸着して測定を行った。

【結果】例として CuPc 薄膜に対して $h\nu=7.7\text{eV}$ で測定した HS-UPS 及び 3 種類の運動エネルギー(0.07, 0.185, 0.385 eV)で終状態を固定して測定した CFS-YS を Fig.1 に示す。CuPc の HOMO に由来する 1.2eV 付近のピーク位置が概ね一致している。また、HS-UPS ではノイズに埋もれて観測できなかったフェルミ準位付近の弱い構造を CFS-YS では明瞭に観測することができた。全体としては、8 桁に渡る広いダイナミックレンジで HOMO 状態から微弱なギャップ内準位まで計測できている。講演では、固定する運動エネルギーによる違いや、アナライザの分解能による CFS-YS スペクトルの変化も報告する。

【謝辞】試料提供並びに有益な助言をくださったソニー株式会社の西寿朗博士、須佐絃子氏に感謝いたします。

[1] T. Sato et al., *Applied Physics Express* **10**, 011602-1(2017)

[2] 中澤 遼太郎, 清水 康平, 田中 有弥, 石井 久夫, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, オンライン開催, 2020/9/8-11

[3] L. Korte and M. Schmidt, *J. Non-Cryst. Sol.*, **354**, 2138 (2008).

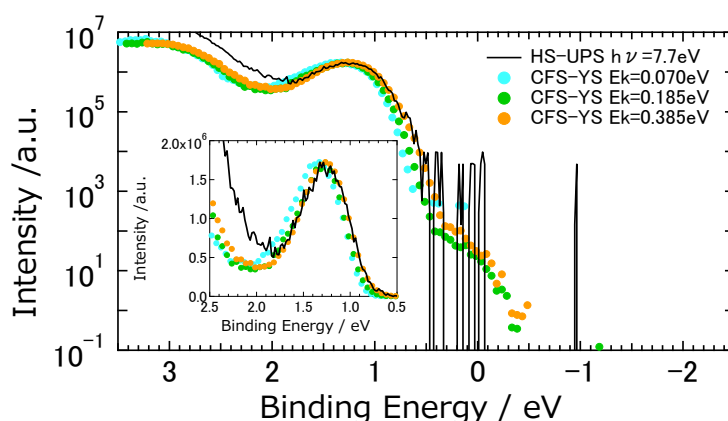


Fig.1 Comparison of HS-UPS and CFS-YS spectra of CuPc film in semi-log scale (Inset: linear scale spectra)