



光ビームプラットフォーム X線光電子分光ラウンドロビン実験（2019-2）

須田 耕平¹, 安野 聡², 陰地 宏^{1,3}, 柴田 佳孝¹, 上原 康¹
¹あいちシンクロトロン光センター,²高輝度光科学研究センター,
³名古屋大学シンクロトロン光研究センター

キーワード：光電子分光, HAXPES, 有効減衰長, 相対感度係数, 光ビームプラットフォーム

1. 背景と研究目的

硬 X 線光電子分光 (hard X-ray photoemission spectroscopy : HAXPES) の有用性は広く認知されるようになったが、定量分析のための相対感度係数や分析深さに関する実測データが不足している。これらのデータの充実のため、光ビームプラットフォーム事業では励起エネルギー 3 ~ 10 keV での HAXPES 測定を進めている^[1-5]。

今回は主として、励起エネルギー 3 keV における相対感度係数および有効減衰長の実測データを蓄積するための測定を行った。

2. 実験内容

今回測定した試料の一覧を Table 1 に示す。本実験では励起エネルギーを 3 keV とし、二結晶分光器の分光結晶には Si(111)を用いた。ベントシリンドリカルミラーのベントを集光条件から弱め二結晶分光器への入射光を平行に近づける「高エネルギー分解能モード」で実験した。光電子の検出条件もこれまでと同じで^[5]、測定時の真空度は 10^{-7} Pa 台であった。

Table 1. 測定試料リスト（※ KB を付記した試料は試料帯電対策としてケッチェンブラックを混合）

試料名	測定領域	試料形状、備考
Au	Au 4f	板状(較正標準)
TiO ₂ /InGaZnO/Si	wide, In3p, In3d, Ga2s, Ga2p, Ga3s, Ga3d, Zn2s, Zn2p, Zn3s, O1s, Ti2s, Ti2p	TiO ₂ 膜厚: 2.5, 5.0, 7.5, 200 nm, InGaZnO 膜厚: 200 nm
InGaZnO/Si	wide, In3d	InGaZnO 膜厚: 200 nm
Ga ₂ O ₃ / KB	wide, Ga2s, Ga2p, Ga3d, O1s	粉末、アルミパンで成形
Cr ₂ O ₃ / KB	wide, Cr2s, Cr2p, O1s	粉末、アルミパンで成形
MoO ₃ / KB	wide, Mo2p, Mo3d, O1s	粉末、アルミパンで成形
WO ₃ / KB	wide, W3d, O1s	粉末、アルミパンで成形
GaAs	wide, Ga2p, As2p	単結晶基板

3. 結果および考察

今回、相対感度係数を計算するために Ga, Cr, Mo, W および As を含む化合物のスペクトルを測定した。これにより、過去の実験と合わせ、28 元素の 3 keV における相対感度係数を揃えることができる。計算結果は論文等で公開予定である。

測定結果の一例として、有効減衰長を見積もるために今回測定した TiO₂/InGaZnO/Si の In3d_{5/2} スペクトルを Fig. 1(a)に示す。また、比較のために、2019 年 6 月に測定した Pt/InGaZnO/Si のスペクトル^[5]を Fig. 1(b)に示した。赤線が膜厚 0 nm、青線が同 2.5 nm、緑線が同 5.0 nm、橙線が同 7.5 nm 試料のスペクトルである。ただし、Pt 膜厚 7.5 nm のスペクトルは未測定につき記載していない。各スペクトルは shirley 法によるバックグラウンドを差し引いた後のものである。これらの図から、両者とも、上部被膜の膜厚の増加に伴い In3d_{5/2} ピーク強度が減衰していることが分かる。また、TiO₂/InGaZnO/Si と比べ Pt/InGaZnO/Si の方が、膜厚の増加に伴う光電子の減衰が

大きいことが確認できる。

今後は、 TiO_2 および Pt に対する $\text{In}3d_{5/2}$ の有効減衰長を overlayer film 法^[6]により計算すると共に、本実験で測定した $\text{In}3d_{5/2}$ 以外の光電子についても有効減衰長を計算し、非弾性平均自由行程の計算値との比較を行う計画である。

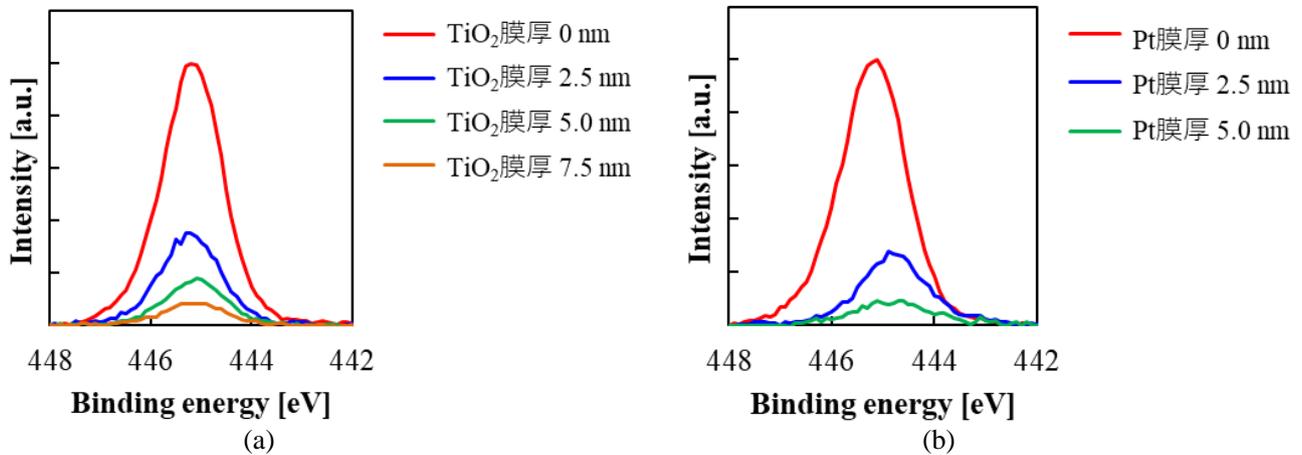


Fig. 1(a) $\text{TiO}_2/\text{InGaZnO}/\text{Si}$ および (b) $\text{Pt}/\text{InGaZnO}/\text{Si}$ の $\text{In}3d_{5/2}$ スペクトル

4. 参考文献

1. 池野成裕、安野聡、渡辺剛、陰地宏、村井崇章； AichiSR 2016 年度公共等利用成果報告書(実験番号:201606007).
2. 池野成裕、安野聡、陰地宏、村井崇章； AichiSR 2017 年度公共等利用成果報告書(実験番号: 201703013、201706108).
3. 安野聡、池野成裕；平成 30 年度 SPring-8 放射光施設横断産業利用課題・一般課題(産業分野)実施報告書 2018A1965.
4. 陰地宏、池野成裕、安野聡、村井崇章、柴田佳孝、上原康； AichiSR 2018 年度公共等利用成果報告書(実験番号:201803040).
5. 須田耕平、安野聡、陰地宏、柴田佳孝、横溝臣智、吉村大介、岡島敏浩、上原康； AichiSR 2019 年度公共等利用成果報告書(実験番号:201902011).
6. 日本表面科学会 (2011) 「X 線光電子分光法」丸善出版株式会社.