界面の電子状態分析のための深さ分解吸収分光測定法の開発

Development of depth resolved X-ray absorption spectroscopy for electronic state analysis of interface

JASRI[1] ○鶴田 一樹 [1], 為則 雄祐 [1]

JASRI[1], °Kazuki Tsuruta[1], Yusuke Tamenori[1]

E-mail: tsuruta@spring8.or.jp

触媒反応や二次電池、半導体デバイスなどにおいて、表面と内部や界面の電子状態、化学状態を分析することが求められている。例えば、リチウムイオン電池では充放電により負極と電解液界面に反応生成物が出現し、それが容量やサイクル特性を決めることが知られている。そのため性能向上を目指して負極の表面から内部に渡って化学状態分析を行い、最適な厚みや組成を解明する必要がある。評価には電子顕微鏡を用いることが主流であるが、電子線は透過能が低いため表面の情報しか得られず、内部を観察する場合は試料を加工し断面を観察するしかない。しかし、電子線よりも透過能が高い X 線を利用することで、試料表面から数 100nm～数μm に渡って試料を破壊することなく分析が可能となる。また、内殻電子が非占有軌道へ励起される過程を観測することで物質の電子状態や局所構造を分析できる軟 X 線吸収分光測定にて電子状態分析が可能である。これまで試料内部の界面の電子状態を解明することを目的として、軟 X 線深さ分解吸収分光測定法の開発を実施してきた[1]。今回、対象試料を多層膜から単層薄膜試料へ変更し、解析方法の確立を目指して実験を行った。

Figure 1 にシリコン基板上に製膜した 10 nm の Ti 薄膜試料における L 吸収端での深さ分解 X 線吸収スペクトルを示す。検出器の X 線と平行方向に 64 ピクセルの幅で積分し、隣り合った領域との差をとっている。最表面から 12 nm の深さまで 12 個の吸収スペクトルとして分割して観測できた。吸収スペクトルのピークは 11 番目から消失しているが、これは基板部分を反映しているためである。基板との界面である 10 nm のスペクトルは、ほかのスペクトルと形状が少し異なっており、界面での影響を反映した結果を得ることができた。当日は、他元素薄膜の結果や解析方法、性能評価結果を詳細に報告する。

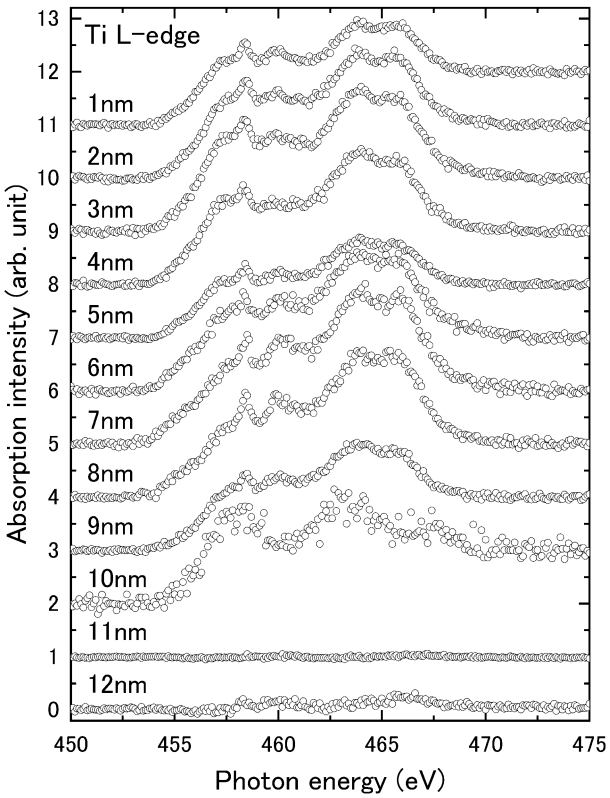

Fig.1 Ti L-edge depth-resolved soft X-ray photo-absorption spectra in Ti thin film.

[1] 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 18a-P3-4