

SPELEEM によるナノ構造試料観察の立ち上げ、

およびナノ材料研究への応用

Installation of SPELEEM to BL27SU and Application to Nanomaterial Studies

越川孝範^a、郭方准^b、脇田高德^b、清水宏^a、中口明彦^a、安江常夫^a、小野寛太^c、
谷内敏之^d、渡辺義夫^e、日比野浩樹^e、鈴木哲^e、大門寛^f、松井文彦^f、加藤有香子^f、
木下豊彦^g、奥田太一^g、孫海林^g、Ernst Bauer^h、小林啓介^b
T.Koshikawa^a, F.-Z.Guo^b, T.Wakita^b, H.Shimizu^a, A.Nakaguchi^a, T.Yasue^a, K.Ono^c,
T.Taniuchid, Y.Watanabee, H.Hibinoe, T.Suzukie, H.Daimonf, F.Matsuif, Y.Katof,
T.Kinoshita^g, T.Okuda^g, H.-L.Sun^g, E.Bauer^h, K.Kobayashi^b

^a 大阪電気通信大学、^bJASRI、^c 高エネルギー加速器研究機構、^d 東京大学工学研究科、
^eNTT 物性科学基礎研究所、^f 奈良先端大学院大学、^g 東京大学物性研究所、
^h アリゾナ州立大学

^aOsaka Electro-Commun. Univ., ^bJASRI, ^cKEK, ^dUniv. Tokyo, ^eNTT, ^fNara Inst. Sci. Technol.,
^gInst. Solid State Phys, Univ. Tokyo, ^hArizona State Univ.

光電子顕微鏡／低エネルギー電子顕微鏡（SPELEEM）を BL27SU に設置し、その立ち上げ・特性評価として、Co パターン基板、NiO、酸化鉄、Si(111)上の In、および Si(111)上の Co シリサイドの観察を行った。特に Si(111)上の In については、2 原子層からなる二次元層上に形成された三次元島について、二次元層および三次元島からの局所 XPS スペクトルの取得に成功し、それぞれの結合状態の違いを反映した化学シフトが観察できた。

Spectroscopic Photoemission and Low Energy Electron Microscope (SPELEEM) was installed to BL27SU, and its fundamental performance was examined. The samples observed were Co-patterned substrate, NiO, Iron oxide, In/Si(111) and Co-silicide/Si(111). For In/Si(111), selected-area XPS spectra from 2-dimensional layer and 3-dimensional crystal were obtained, and the chemical shift due to the different chemical bonding was recognized.

背景と研究目的

光電子顕微鏡／低エネルギー電子顕微鏡は、
固体表面での動的過程を実時間・高分解能でそ

の場観察が可能な表面顕微鏡である。また放射
光励起による XPS 顕微鏡、XANES 顕微鏡と
しても機能するため、化学状態を反映した顕微

鏡観察も可能である。この顕微鏡はすでに世界各地のいくつかの放射光施設に設置されており、その重要性が認識されつつある。今回 BL27SU に新しく光電子顕微鏡／低エネルギー電子顕微鏡 (SPELEEM) を設置し[1,4]、その立ち上げおよび特性評価実験を行った[2,3,5-8]。さらにナノ材料研究への応用に関して検討を行った。

実験

BL27SU に設置した SPELEEM を用いて Co パターン基板、NiO、酸化鉄、In を蒸着した Si(111)、および Si(111)上の Co シリサイドの光電子顕微鏡観察、局所 XPS スペクトルの測定、局所 XANES スペクトルの測定を行った。

結果および考察

図 1 の挿入図は清浄な Si(111)上に In を蒸着し、500eV の放射光を照射して得られた光電子顕微鏡像であり、視野径は $50\ \mu\text{m}$ である。図の中央付近には 3 次元的な In 島が観察され、それ以外の領域は 2 原子層の厚みを持つ層である。図中の○で示した領域に制限視野絞りを挿入して得られた $\text{In}3d_{5/2}$ XPS スペクトルを図 1 に示す。(a)は 3 次元島、(b)は 2 次元層からのものである。2 次元層からのスペクトルは、3 次元島からのものと比較してピーク幅が広く、また低結合エネルギー側に肩を有している。このスペクトルをガウス関数でフィテッングした結果を実線で示す。これより 3 次元島からの XPS スペクトルは単一成分からなるのに対し、2 次元層からの XPS スペクトルは点線で示した 2 成分からなることがわかる。それぞれの成分は 3 次元島からのスペクトルと比較して、それぞれ -0.18eV 、 0.14eV の化学シフトを起こしている。これは 2 次元層における基板の Si と

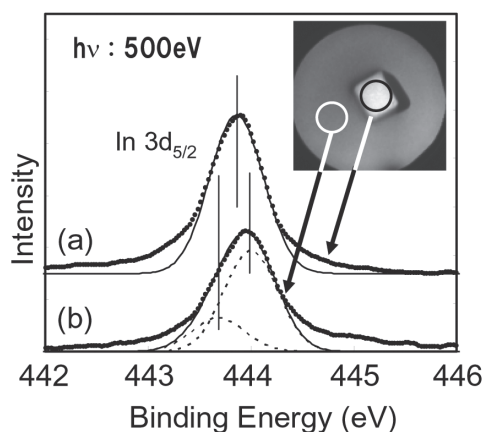


Fig. 1. Selected-area XPS spectra from (a) 3D In island and (b) 2D layer of In/Si(111).

の結合および層内での In 同士の結合に由来するものと考えられる。

今後の課題

今回の実験から、局所領域からの XPS スペクトルを取得することに成功した。しかし装置そのものの問題などにより装置の性能を十分に発揮するに至っていない。現在これらの問題点の改善を進めており、今後再びビームラインに設置してさらに詳細な研究を進める必要がある。

論文発表状況

- [1] 小林啓介ほか、東京大学物性研究所短期研究会「LEEM/PEEM を用いた表面研究の新しい展開」(口頭発表)
- [2] 郭方准ほか、東京大学物性研究所短期研究会「LEEM/PEEM を用いた表面研究の新しい展開」(口頭発表)
- [3] 清水宏ほか、東京大学物性研究所短期研究会「LEEM/PEEM を用いた表面研究の新しい展開」(口頭発表)
- [4] F.-Z.Guo et al., 4th Int. Conf. on LEEM/PEEM (口頭発表)

- [5] 郭方准ほか、第 65 回応用物理学会学術講演会（発表予定）
- [6] 清水宏ほか、第 65 回応用物理学会学術講演会（発表予定）
- [7] 郭方准ほか、日本物理学会 2004 年秋季大会（発表予定）
- [8] 清水宏ほか、日本物理学会 2004 年秋季大会（発表予定）

キーワード

- ・光電子顕微鏡

物質表面に放射光などの光を照射したときに放出される光電子を結像する顕微鏡。XPS 顕微鏡、XANES 顕微鏡として、化学結合状態を反映した顕微鏡像を得ることができる。