

## 走査型光電子顕微鏡による表面反応研究の動向と展望

## Trends and prospects in surface reaction research by SR nano-spectroscopy

東大放射光機構 ○尾嶋 正治

Synchrotron Radiation Research Organization, the University of Tokyo, ○Masaharu Oshima

e-mail: oshima@sr.t.u-tokyo.ac.jp

固体表面における反応は、G. Ertl らによる光電子顕微鏡を用いた Pt 表面上 CO 酸化反応観察<sup>1)</sup>からも明らかのように時間的にも空間的にも不均一に起きるため、これを解明するには高い時間分解能と空間分解能が必要になる。また、超高真空中ではなく実環境中での解析も不可欠である。光電子顕微鏡は固体表面における電子状態（化学状態）を高い空間分解能で解明するのに最適な手法である。投影型は一挙に像を撮影するため、時間変化測定に適しているが、エネルギー分解能の点で劣っている。これに対して、サブ  $\mu\text{m}$  に絞った X 線を走査する SPEM (Scanning Photo-Electron Microscopy) はイメージング速度に難があるもののエネルギー分解能が高く、ナノ空間におけるフェルミ準位近傍の状態密度 (DOS) 変化を測定するのに適している。そこで我々は反応中（蓄電池など）およびデバイス動作中の電子状態変化をオペランド解析するため、軟 X 線領域のナノ領域角度分解光電子分光装置（3次元ナノ ESCA）(図 1) の開発<sup>2)</sup>を進めてきた。

本講演では、1) 光電子顕微鏡の概要（投影型と走査型）、2) 世界の光電子顕微鏡研究動向、を解説した後、我々がやっているナノ領域光電子分光の結果（抵抗変化型不揮発メモリー(ReRAM)<sup>3)</sup>、グラフェン FET<sup>4,5)</sup>、有機 FET (図 2)<sup>6)</sup>、および蓄エネデバイスである Li イオン電池用正極材料<sup>7)</sup>）を紹介し、今後の展望、特に 10nm 領域<sup>8)</sup>のピンポイント実環境光電子分光、イメージングについて議論する。それには、1nm rad 以下のエミッタンスを持つ回折限界光源が不可欠である。

本研究は永村直佳氏（現東北大）、堀場弘司氏（現 KEK）、吹留博一氏（東北大）他との共同研究であり、SPring-8 東大アウトステーション(BL07LSU)の S 課題で実施したものである。

参考文献：1) H. Rotermund, G. Ertl *et al.*, *Nature* **343** (1990) 355. 2) K. Horiba *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **82**, 113701 (2011). 3) K. Horiba *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 193114 (2013). 4) N. Nagamura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **102**, 241604 (2013). 5) H. Fukidome *et al.*, *Appl. Phys. Express* **7**, 085101 (2014). 6) M. Oshima *et al.*, to be submitted. 7) N. Nagamura, *et al.*, *J. Phys: Conf. Ser.*, in press (2014). 8) H. Mimura *et al.*, *Nature Physics* **6**, 122 (2009).



図 1. 3次元ナノ ESCA 装置 @ SPring-8

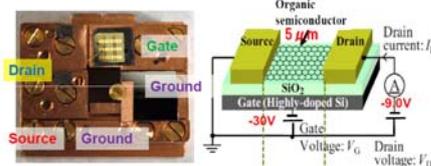


図 2. FET のオペランドナノ光電子分光測定用試料ホルダーと試料模式図