

「ERL サイエンス研究会 1」

「界面における電子状態---何が測れるようになるか---

尾嶋 正治

東京大学放射光連携研究機構（大学院工学系研究科）

Electronic Structures at interfaces

Masaharu Oshima

Synchrotron Radiation Research Organization, School of Engineering, The University of Tokyo

<Synopsis>

The UT-SRRO is constructing a new highly brilliant soft X-ray beamline at the long straight section at SPring-8 as the UT Out-station for materials science. This beamline is designed for nano-beam photoemission spectroscopy, soft X-ray emission spectroscopy, time-resolved spectroscopy, photoemission electron microscopy, and soft X-ray imaging. In this Workshop, electronic structure analysis for nanostructures and interfaces using nano-beam angle-resolved photoemission spectroscopy and submicron-beam emission spectroscopy will be introduced.

東京大学放射光連携研究機構は SPring-8 の長直線部（BL07IS 部）に物質科学ビームラインを建設しており、最高輝度の軟X線を用いた物質の電子状態解析、磁性体の磁化過程、化学反応や触媒反応過程の解析、ナノスケールの局所構造解析、生体物質の構造や機能解明などを行って、新しい学問分野の創成に寄与することを目標にしている。

ビームラインでは「走査型ナノ光電子分光による機能性界面のピンポイント計測」、「超高分解能軟X線発光分光による界面の電子状態分析」、「時間分解高輝度軟X線分光」、「光電子顕微鏡による物性研究」、「軟X線分光ホログラフィによるナノ材料・生体のイメージング」、「回折スペクトロスコープ」の6テーマを計画している（図1）。

1. 走査型ナノ光電子分光による界面電子状態解析

デバイスの微細化に伴って表面・界面の占める割合が加速度的に増大しており、いろんな分野で界面制御の重要性、その基礎的理解の必要性が認識されつつある。我々は *laserMBE+ in situ* 光電子分光により 1) LSI 用ゲート絶縁膜/Si 界面の電子状態や欠陥密度分布、2) 強相関酸化物界面、3) 遷移金属添加光触媒/基板界面の電子状態を解析してきたが、デバイス側からの要求である「数 10nm 空間分解能での面内電子状態分布」を実現するため、図2に示

す軟 X 線ナノビーム+角度分解光電子分光を組み合わせたシステムを開発している。これを用いてナノ領域新物質（図 3）の電子構造をエネルギー分解能 50 meV で解析する。これにより次世代 LSI 用ゲート絶縁膜の三次元分布解析が可能になる。また、InGaN などの半導体量子ドットや強相関係酸化物薄膜パターンにおいて課題となっている相分離現象を制御するため、ナノ領域における組成、電子状態を解析して相分離メカニズムを解明する。

2. 軟 X 線発光分光法による深く埋もれたデバイス構造の界面電子状態解析

KB ミラー方式でサブマイクロビーム化した軟 X 線を図 3 に示す試料に照射し、エネルギー分解能: $E/\Delta E \sim 10000$ で深く埋もれた界面の電子状態を解析する。

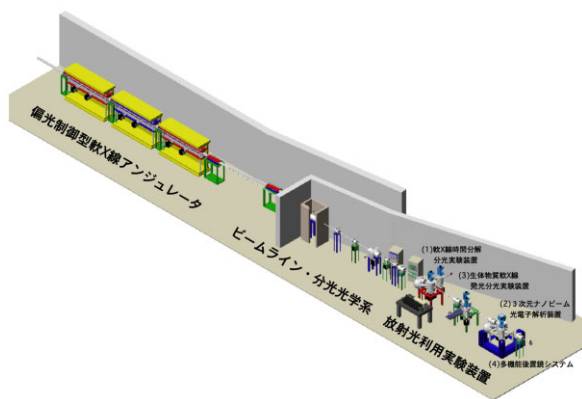


図 1 東大放射光アウトステーション

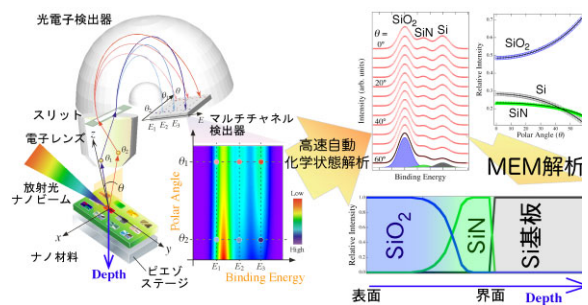


図 2 三次元ナノ ESCA プロジェクト

何をねらうか? : 不均一系の物理・化学

“Nano-ESCA+XAS”

<p>①Siナノテク：微細パターン内の不均←歪効果?</p>	<p>②光素子用窒化物半導体：成長中相分離、量子ドット InGaN, AlGaIn, GaAsN, c/h-InN</p>
<p>③抵抗変素子用酸化物：TiN/TiO₂, CuO/Cu₂O, PrCaMnO₃, NiO中電流パス, 強相関係相分離</p>	<p>④磁気素子用磁性体、磁性半導体：GaMnAs, GeCrTe, I-doped ZnCrTe</p>

図 3 不均一系の界面電子状態解析