

1. 課題番号：2008U004

課題名：3次元ナノ ESCA 装置の開発と微小領域電子状態解析

2. 実験組織

代表者：尾嶋正治（東京大学大学院工学系研究科）

東大院工応用化学（組頭、堀場、豊田、豊島、中村）、物質構造科学研究所（雨宮）

3. 課題有効期間：2009年1月～2009年9月

4. 実験ステーション名：BL-16A

5. 研究の目的

放射光軟 X 線を縮小光学系（Zone plate）で 50 nm に絞り、試料をピエゾ素子で 2 次元的に走査する方式を採用し、放出される光電子を角度分解して一括検出するシステムを共同開発した。最大エントロピー法（MEM）を用いて角度情報を深さ方向情報に変換することに成功し、3次元ナノ ESCA としてさらなる高性能化を進めている。このプロジェクトは JST-CREST ナノ界面プロジェクトの一環として採用され、東大—KEK の共同開発として BL-16A において立ち上げを行っており、現在までに 200 nm 空間分解能でピンポイント光電子分光測定に成功している。本 U 課題ではこの 3次元ナノ ESCA 装置を用いて、①LSI 用電極/ゲート絶縁膜/Si 基板の深さ方向分布解析（裏面エッチング試料）と素子特性の相関解明、②ReRAM 素子用 Pt/CuO/Pt 構造試料における抵抗変化メカニズム解明、③MRAM 用酸化磁性体/絶縁物/酸化磁性体界面ナノ構造の電子状態解明、の 3 項目を目的とする。

6. 研究経過

微小スポットでの光電子分光測定をさらに高度化するためには、スポット以外のバックグラウンド光を低減させることが必要不可欠となる。そのために、Zone plate と試料間に Order Sorting Aperture (OSA) を導入した。OSA とは、Zone plate を透過してくる 0 次光や、高次の回折光を遮光し、1 次回折光のみを通過させるようなピンホールである。このようなピンホールを、ゾーンプレートと放射光の光軸に正確に設置する必要があるが、試料下流に光モニター用のマイクロチャンネルプレート (MCP) を導入することにより、光軸の調節ルーチンを確立することが出来た。この OSA の導入により、光電子マッピングにおけるコントラストを大幅に改善することに成功した。今後はこの光学系を用いた、実デバイス構造の電子状態マッピングを行っていく予定である。

また、試料下流の MCP により、光スポットサイズの正確な測定が可能となった。それにより様々な条件下における光スポットサイズの評価を行ったところ、そのサイズが外部環境に非常に強く依存することが明らかになった。更なる高空間分解能化を達成するためには、このような外部環境の安定化していくことが課題となる。

一方、微小部のピンポイント深さ方向分析を可能にするため、MEM 解析ソフトの開発を進めており、RBS, SIMS と比較しうる分布決定を実現した。