

**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 用酸化物磁性体/絶縁物/酸化物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**

今年度の実験においては、これまでに開発を進めてきた 3 次元ナノ ESCA 装置を用いて、LSI 用電極/high-k ゲート絶縁膜/Si 基板のデバイスパターンにおける、元素選択的イメージング・微細構造の各点における化学結合状態解析、深さ方向分布解析等を行った。

元素選択的イメージングとしては、ゲート電極幅 400 nm の試料において、明瞭な電極パターン構造のイメージを取得することに成功し、また、電極材料の Si とゲート絶縁膜材料の Hf の各内殻スペクトルにおけるイメージが明瞭なコントラスト反転を示したことから、元素選択的なイメージの取得に成功していることが分かった。

更にイメージ中のスペクトルについて詳細な解析を行った結果、ゲート電極近傍の high-k ゲート絶縁膜において、膜厚の減少及び下部基板との元素拡散が起こっている様子を見出した。この様子は 20 度の範囲で得られた光電子放出角度依存性から MEM 解析により求めた深さプロファイルの結果にも現れており、局所的な化学結合状態解析、深さ方向分布解析に成功したと言える。この現象の原因としては、下部界面の材質や電極構造の形状における局所的な電場の変化から、ドライエッチングのレートが各部分で異なっていることが考えられる。