

SPring-8 戦略活用プログラム利用研究課題

「戦略活用プログラム課題利用報告書」

1. 実施課題番号：2005B0862

2. 実施課題名：

光電子顕微鏡（PEEM：Photoelectron Emission Microscope）を用いた新規分析評価技術の開発

3. 実験責任者所属機関及び氏名

- ・ 実験責任者所属機関：（株）東レリサーチセンター
- ・ 実験責任者：橋本 秀樹

4. 使用ビームライン：BL17SU

5. 実験結果：

光電子顕微鏡（PEEM：Photoelectron Emission Microscope）は、空間分解能が 50 nm 以下の表面顕微鏡であり、最表面の元素イメージングのみならず、通常のラボ装置では現状不可能なサブミクロン～ナノ領域の XPS（X 線光電子分光：X-ray Photoelectron Spectroscopy）や表面の XAFS（X 線吸収微細構造：X-ray Absorption Fine Structure）など各種分光にも応用ができる。今回は、SPring-8 の高輝度放射光（BL17SU）と PEEM を組み合わせて、エレクトロニクス材料の微小部の評価を行った。

分析に用いた試料は、市販品のワンチップマイコンであり、層間絶縁膜や Poly-Si 電極、配線などを前処理によって除去し、Si 基板面を露出させた。Fig.1 に Poly-Si 電極除去前の SEM 像（Fig.1 左）と Si 基板面を露出させた SEM 像（Fig.1 右）を示す。今回は、この SRAM 部を分析対象とし、PEEM 装置付属の LEEM の反射像によって位置決めを行った。Fig.2 に反射 LEEM 像を示す。Si 基板面の SEM 像（Fig.1 右）と反射 LEEM 像（Fig.2）は、同じ部位を観察しているにも関わらず、見え方が異なる。これは、検出している電子の深さの違い、すなわち深さ方向の形状の違いを反映している。実際には、SEM 像の場合は数 μm 程度、反射 LEEM 像の場合は最表面から数 nm 程度の形態を反映していると考えられる。

Fig.3 に SRAM 部の微小領域の光電子像（Fig.3 左上：吸収端前の光電子像、Fig.3 右上：吸収端後の光電子像）と、1 μm ϕ の領域 2 部位（①と②）の Si-K 吸収端スペクトル（Fig.3 下）を示す。この領域①は、別途行った TOF-SIMS 分析（飛行時間型二次イオン質量分析）や SCM（走査型キャパシタンス顕微鏡）の観察の結果より、As がドーパントとして存在している領域であることが確認された¹⁾。一方、②の領域には、炭素や酸素が基板内部にも存在することが確認された¹⁾。また、PEEM 装置付属の Hg ランプにより、最表面の 2 次電子放出量の違いも観察された。これは、吸着分子などによる SRAM 部 Si 表面の仕事関数の違いを反映しているものと考えられる。

以上今回の実験より、PEEM と放射光を用いた分光法は、TOF-SIMS や SPM (SCM) などをはじめとする他のナノ領域の空間分解能をもつ分析評価手法と同様に、エレクトロニクス材料の微小部評価に有益な情報を与えることが分かった。今後、これら他手法の分析評価技術と組み合わせて、サブミクロン～ナノ領域を対象とした実用工業材料の総合評価技術の確立を目指して行きたい。

参考文献：

- 1) 萬 尚樹「最新鋭TOF-SIMSによる有機物の高感度分析と微小部深さ方向分析への展開」
THE TRC News, 94, 27-31 (2006) .

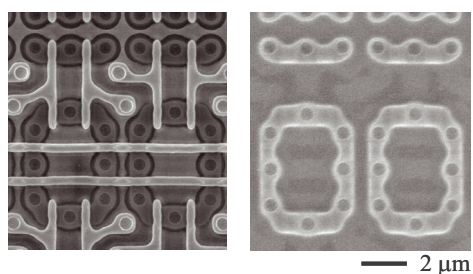


Fig.1 SRAM 部の SEM 像

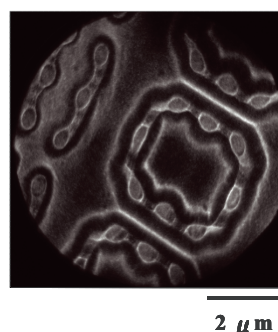


Fig.2 SRAM 部 (Si 基板面) の反射 LEEM 像

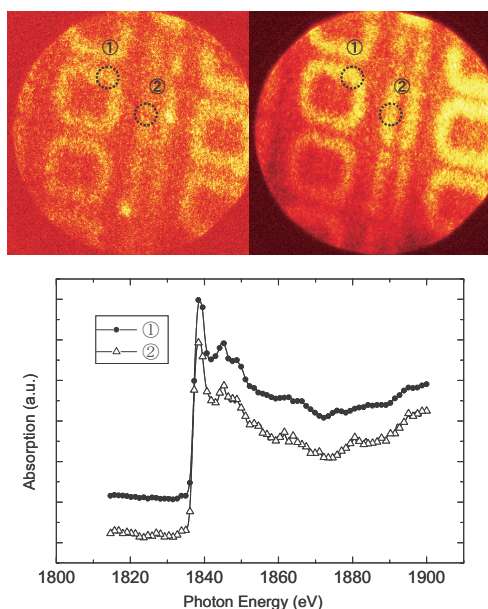


Fig.3 SRAM 部の微小領域の光電子像 (左上：吸収端前、右上：吸収端後) と Si-K 吸収端スペクトル (下)