

デバイス動作下における電子状態変化の その場観察／硬 X 線光電子分光装置

SATテクノロジー・ショーケース2015

■ はじめに

電子デバイス、電池材料の開発が盛んに行われており、実用化へ向けた研究が行われている。これらの物性を正確に理解するには電気特性と電子状態との同時測定が必要不可欠である。(独)物質・材料研究機構は世界最大、最高性能を有するSPring-8に専用ビームラインを所有しており、(独)物質・材料研究機構で開発された材料、及び企業との共同研究の材料の特性評価を行っている。本ビームラインの特色の一つである”硬X線光電子分光装置を用いたデバイス動作下における電子状態変化のその場観察”による手法はビームラインにて既に種々の電子材料、電池材料に適用されており、デバイス作製に関しての重要な知見を得ている。本手法で得られた成果は、デバイスから製品化へ繋がる重要な橋渡しの情報を含んでいることから、今後本手法は企業との共同研究、産学連携研究に対して有益になってくると思われる。

■ 活動内容

1. 抵抗変化メモリのメカニズム解明

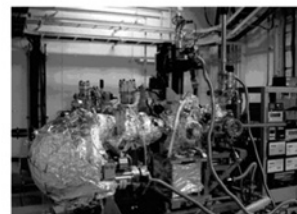
酸化物抵抗変化メモリを主としてメカニズム解明を行っている。高抵抗状態から低抵抗状態及び低抵抗変化から高抵抗変化でどのような元素が拡散、どのような構造形成で抵抗変化を引き起こすかをリアルタイムで測定を行う研究を遂行している。また、抵抗変化メモリのヒステリシスでどのような元素が前駆体となって抵抗変化を引き起こすかの研究も行っている。

2. ゲートスタック構造の内部ポテンシャルの直接観測

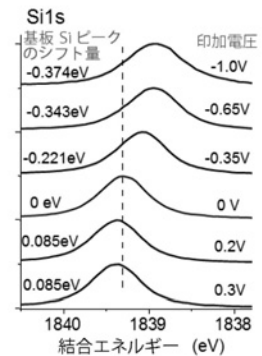
ゲートスタック構造において、各層の電圧に依存したポテンシャルを電気的手法から測定することは困難であり新しい測定手法が望まれていた。本手法を用いる事により、電圧に依存した各層のポテンシャルの直接観測が可能である。C-V測定の結果と比較することにより、ゲートスタック構造の種々の物性を明らかにすることが可能である。

3. 電気化学反応のその場電子状態観測

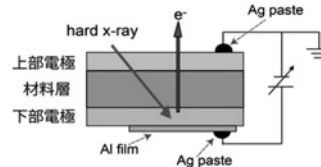
電気化学反応中の正極、負極界面で起こる電気化学反応の電子状態変化のその場観測する事を行っている。イオン伝導体の正極・負極での反応のその場観測に成功しており、本手法は各種電池材料のメカニズム解明に直接繋がる手法であることから、新規電池作製に関して重要な知見が得られると思われる。



硬X線光電子分光装置



MOS構造における基板Siの印加電圧に対するエネルギー変化



デバイス動作下電子状態測定のためのセットアップ

図：デバイス動作下における電子状態に関する各種図

■ 関連情報等(特許関係、施設)

●施設情報

(独)物質・材料研究機構はSPring-8において、専用ビームラインを所有している。本ビームラインを用いる事により、デバイス構造を保持した状態での電子状態の直接観測が可能である。本実験を行うのにあたり、デバイス構造を保持した状態で実験ができるようデバイス構造に適した光のエネルギーを選定している(入射光としては2.2keVから10keV)。サンプル位置でのスポットサイズは約30 μ m(縦、横)である。本ビームラインは偏光子を有しており、縦、横、円偏光の利用が可能で、光の選択則を利用することにより、電子情報及び構造に関する情報を得ることが可能である。本ビームラインは企業との共同研究、及び産学連携研究を促進している。

●特許情報:

吉武道子, 特許第5229848号“電圧印加下における電子分光測定装置”(2013)

代表発表者 山下 良之(やました よしゆき)
 所属 (独)物質・材料研究機構
 MANAナノエレクトロニクス材料ユニット
 問合せ先 〒305-0044 つくば市並木 1-1
 TEL:029-860-4973 FAX:029-860-4916
 yamashita.yoshiyuki@nims.go.jp

■キーワード: (1) 半導体材料
 (2) 電池材料
 (3) 電子状態