

ナノエレクトロニクス分野における国際連携の取り組み

International collaboration in nano electronics at NIMS

物材機構¹, 筑波大学² ○知京豊裕¹, 長田貴弘¹, 生田目俊秀¹, 吉武道子¹, 柳生進二郎¹,
大毛利健治²

NIMS¹, Tsukuba² Univ.T.Chikyow¹, T.Nagata¹, T.Nabatame¹, M.Michiko¹, S.Yagyu¹, and K.Ohmori²

E-mail: CHIKYOW.toyohiro@nims.go.jp

【はじめに】ナノエレクトロニクスの分野では、開発コストの上昇と多様な開発目標達成のために、国際連携が進められており、IMEC や CEA-Leti などには多くの半導体関連企業や装置メーカー、材料メーカーなどが集まって共通の開発目標を設定し開発を進めている。研究開発現場でも国際連携が進みつつある。ここでは、独立行政法人 物質・材料研究機構 (NIMS) のナノエレクトロニクス材料開発における国際連携の事例を紹介しつつ、今後のナノエレクトロニクス材料分野における国際連携を考察する。

【国際連携の事例】NIMS ではこれまでコンピナトリアル手法を用いてナノエレクトロニクス材料を開発してきた。この過程で、半導体先端テクノロジーズ (Selete) などの国内半導体コンソーシアムとの連携に参加し、組成を変えた時の high-k 材料の特性の変化や炭素の混入による欠陥の生成、断面 TEM を使った構造解析などで貢献をしてきた。

メタルゲートではしきい値電圧 V_{th} の制御のために仕事関数を制御する必要がある。実際の仕事関数計測には C-V 計測が使われ、メタルゲート/high-k 界面での実効仕事関数が重要になる。しかし、この界面では“フェルミレベルピンング”が起こる場合があり、そのためにも実際の材料の仕事関数を計測する必要がある。仕事関数の計測にはケルビンプローブや光電効果を使った計測法があるが、絶対的な計測は難しい。また、おなじ手法でも装置依存のために各機関による個別データになる可能性が高い。このような場合、どこかの機関で計測する値を標準的なものとして、同じ材料を各機関で計測し、標準値との差を認識することで機関間の誤差を少なくすることができる。国際連携による標準化では日米欧で計測の分野での VAMAS プロジェクトが知られている。

アメリカ国立標準技術研究所 (NIST) は大型 Si 基板に対応する仕事関数計測装置 (ケルビンプローブ) があり、試みとして、試料を NIMS で作製し、NIST で計測することを行い、標準化の可能性を検討した。Pt-W 系連続組成傾斜膜では表面からの仕事関数計測ではその値は 5.3eV~4.5eV まで変化していた。しかし、C-V による Pt-W におけるフラットバンドシフト (V_{fb}) 計測では、FGA のあとでは、 V_{fb} の変化はなく、フェルミレベルピンングが起こっていることがわかった。その後の PDA では多少、仕事関数依存性は回復したものの、 V_{fb} の差は 0.3eV であり、(図 1) 完全に V_{fb} は仕事関数変化を反映していないことがわかった。これらのことから、ゲートスタック界面の理解には多面的な計測と基準づくりが大切であることがわかった。これは他の分野、例えば、DRAM 用キャパシタ材料などでも共通の環境での評価し、ベンチマークすることが重要であること示唆している。

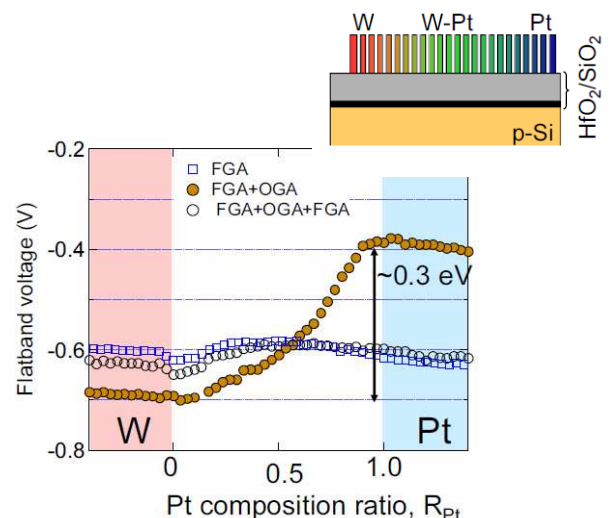


図 1 : Pt-W 系における組成と V_{fb} の変化