

3D ナノ ESCA による低次元系デバイスの局所電子状態

物質・材料研究機構 ○永村 直佳

E-mail: NAGAMURA.Naoka@nims.go.jp

高速情報通信の需要が増大する中、トップダウン微細加工によるシリコンデバイスの限界を超え得る次世代デバイス材料として、グラフェンを始め、遷移金属ダイカルゴゲナイドや h-BN、黒リンといった原子層薄膜が挙げられる。しかし現在報告されている原子層薄膜デバイスは理論性能に達しておらず、その大きな原因は界面によって生じる寄生領域の存在である。例えばトランジスタでは、原子層薄膜を活性層に利用した場合、電極と原子層薄膜の間の寄生抵抗がデバイス特性を左右する。

このような界面固有の性質を探るには、界面を選択的に「見る」、つまりイメージング技術が強力な分析ツールとなる。探針を必要とせず、非侵襲なイメージングが可能という観点で顕微 X 線分光は有用である。

我々は放射光軟 X 線(SPring-8 BL07LSU 東大ビームライン)をゾンプレートで集光し、試料に当てて走査しながら光電子分光のマッピングを高い空間分解能(面内 70 nm、深さ方向も角度分解から可能)で行える”3D nano-ESCA”(図 1)[1]を開発した。我々はこれを用いて、グラフェン FET のグラフェン/金属界面で生じる高接触抵抗の原因と考えられている「電荷移動領域」のポテンシャル分布を、コアレベルシフトの場所依存性から定量的に評価することに成功した[2]。その他にも、GaN/AlGaN や有機半導体超薄膜[3]といった 2 次元電子層デバイスや金属ナノシート[4]の異種接合界面の解析を行ってきた。最近では、実際にデバイスとして動作している状態での解析＝オペランド解析に取り組んでおり、半導体デバイスの動作中チャンネル内ポテンシャル分布やリチウムイオン電池のナノシート正極活物質の充放電過渡過程イメージングを行っている。

当日は、3D nano-ESCA による原子層薄膜デバイス・低次元系材料の解析結果について、将来展望や他の分析手法によって補完すべき点など連携研究の可能性を含めて講演する。

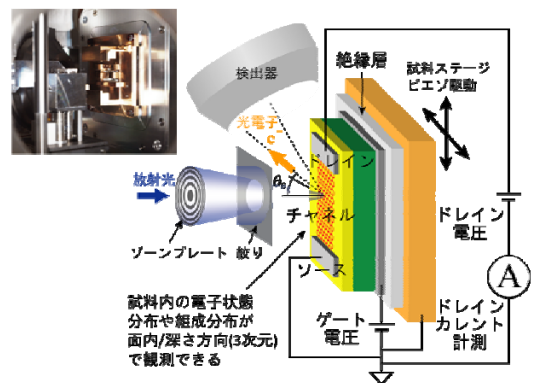
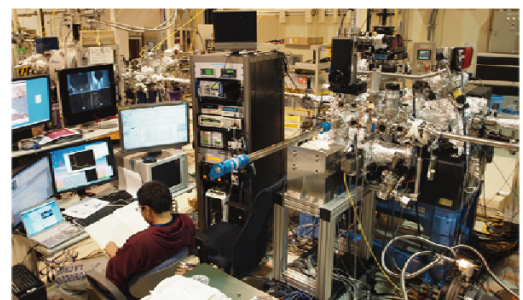


図 1. 3D nano-ESCA@SPring-8

【References】

- [1] Koji Horiba *et al.* Rev. Sci. Instrum. **82** 113701 (2011).
- [2] Naoka Nagamura *et al.* Appl. Phys. Lett. **102** 241604 (2013).
- [3] Naoka Nagamura *et al.* Appl. Phys. Lett. **106** 251604 (2015).
- [4] Satoshi Toyoda *et al.* Chem. Mat. **28** 5784 (2016).