

角度分解光電子分光によるゲートスタック構造の 化学結合状態識別深さ方向分布の評価

¹ 豊田智史、¹ 岡林潤、^{1,2} 尾嶋正治、³ 劉国林、
³ 劉紫園、³ 池田和人、³ 臼田宏治
¹ 東大院工、² JST-CREST、³ STARC

ゲートスタック構造/シリコン界面の化学結合状態を解析することは MOSFET の特性を理解するために重要である。角度分解光電子分光法は非破壊で深さ方向の元素濃度分析が可能であることから広く用いられている。しかし、本手法は光電子強度の解析法に強く依存してしまうことから、あくまでも定性的な評価に留まることが多い。そこで本研究では定量的な元素濃度分布の解析手法として、最大エントロピー法(MEM)を用いた解析プログラムを開発し、実験データに適用した。

実験は KEK-PF BL-2C にて軟 X 線を光源とした光電子分光測定を行った。化学気相蒸着法により作製された SiO_2/SiN 膜および $\text{HfO}_2/\text{SiO}_x$ 膜について光電子検出角度を 0° から 60° まで変化させ、内殻光電子スペクトルを測定した。また、過去の文献[1]に従って MEM 解析プログラムを作成した。

図 1 に SiO_2/SiN 構造試料における元素濃度分布の解析結果を示す。表面側に SiO_2 層、シリコン基板側に酸化された SiN 層が分布していることを明らかにした。また、N 1s 内殻光電子スペクトルの詳細な解析により、3 種類の化学結合状態 (N1: $[\text{N-Si}_3]\text{N}_y\text{O}_{9-y}$ 、N2: $\text{N-Si}_2\text{O}$ 、N3: N-SiO_2) に識別した。この分布の妥当性は、 SiO_2/SiN 界面付近で N2 と N3 の状態が分布していることから裏付けられる。講演では $\text{HfO}_2/\text{SiO}_x$ 膜について Si 価数を識別した元素濃度分布の解析結果を報告する。

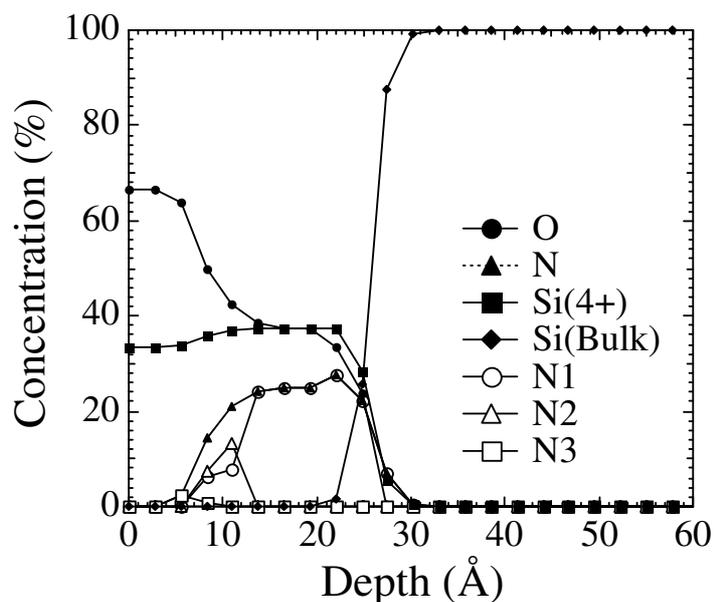


図 1. SiO_2/SiN 構造試料における化学結合状態を識別した元素濃度分布

[1] A. Livesey and G. Smith, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. **67**, 439 (1994).