アプリケーションノート

GIF Continuumを用いたナノエレクトロニクス材料に対する高速組成分析と高速化学分析

GIF Continuumについて

GIF Continuum® シリーズは、Gatan社のエネルギー損失分光法(EELS)とエネルギーフィルタ透過電子顕微鏡法(EFTEM)のための装置です。本シリーズには、Gatanの最高の検出器技術、最先端のソフトウェア、そして電子光学系が投入されており、ほぼ100%の検出効率で9,000スペクトル毎秒の超高速データ取得を達成しています。さらに3,000 eVもの広いエネルギー範囲から単一のスペクトルとして収集し、同時に低ノイズも実現しています。図1に示すように、これらの性能はナノエレクトロニクス材料やデバイスの化学分析や解析において大きな威力を発揮します。GIF Continuumを使用することで、すべてのエネルギー損失量の範囲に対してその優れた感度と検出効率を活かした高品質で優れたシグナルノイズ比(SNR)のマップが取得可能です。

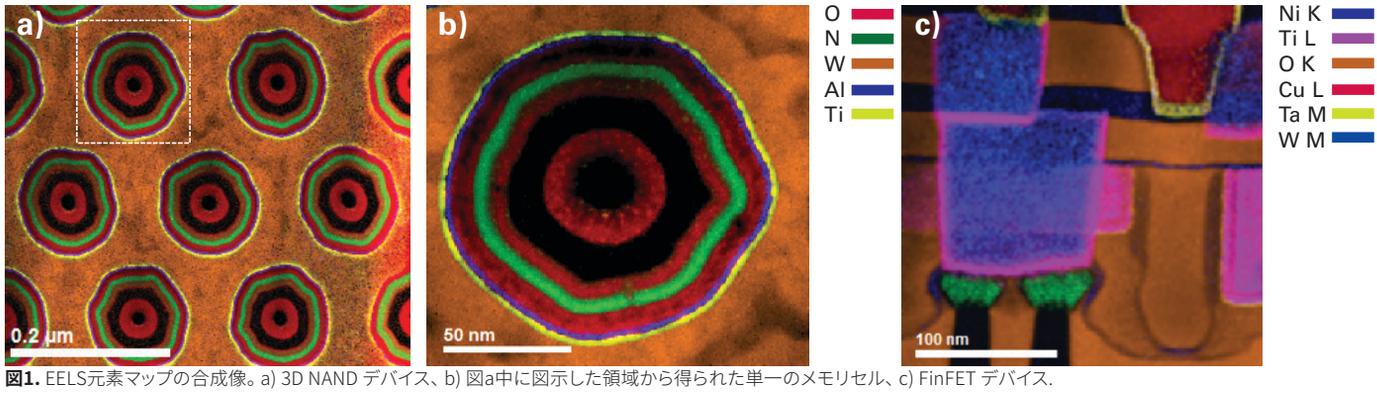

図1. EELS元素マップの合成像。a) 3D NAND デバイス、b) 図a中に図示した領域から得られた単一のメモリセル、c) FinFET デバイス.

GIF Continuumを用いた圧電セラミックスのコアロスEELS解析

ナノエレクトロニクス材料の多くは、その寸法から大きな比表面積を示します。結果として、酸化状態や原子スケールの配位環境のような界面における化学的な局所変化によってその機能特性が大きく左右されます。コアロスイオン化エッジのエネルギー吸収端微細構造(ELNES) 解析によってこれらの情報を得ることが可能です。より信頼性の高いELNES解析を行うためにはエッジ形状全体を測定する必要があることから、単純な元素マップに求められるクオリティよりもさらに高いクオリティのEELSデータを取得する必要があります。

圧電多層構造 (Si/$SrTiO_3$/$PbZr_xTi_{1-x}O_3$ (PZT)) から取得したEELSスペクトラムと元素マップの結果を図2に示します。PZTはその中に軽元素と重元素が存在することから分析が難しい材料です。Ti LとO Kエッジはそれぞれ456 eVと532 eVに現れ、一方Zr LとPb Mエッジは2,222 eVと2,484 eVに現れほぼ2,000 eV離れています。GIF Continuumの広い取得エネルギー範囲によってこれら4つのイオン化エッジはひとつのスペクトル内に捉えることが出来ます。さらに短いピクセルタイム (5 ms) でも検出器の優れた感度によって高いシグナルノイズ比を達成しています。これらの検出器によってもたらされる高いスペクトラムのクオリティによって、正確なELNESの解析が可能となります。図2bにSi基板と$SrTiO_3$/Si 界面から得られたSi Kエッジのスペクトラムを示します。ELNESの明瞭な形状変化と互いのエネルギーシフトが観察され、$SrTiO_3$ 界面におけるSiの酸化状態の変化を示唆しています。

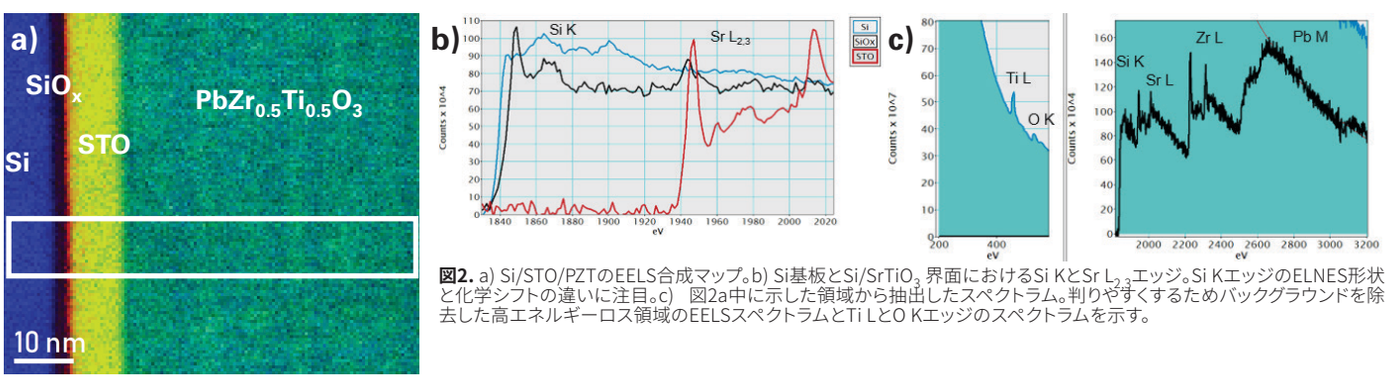

図2. a) Si/STO/PZTのEELS合成マップ。b) Si基板とSi/$SrTiO_3$ 界面におけるSi KとSr $L_{2,3}$エッジ。Si KエッジのELNES形状と化学シフトの違いに注目。c)　図2a中に示した領域から抽出したスペクトラム。判りやすくするためバックグラウンドを除去した高エネルギーロス領域のEELSスペクトラムとTi LとO Kエッジのスペクトラムを示す。

まとめ

3D NANDとFinFETデバイスのスペクトラムイメージング結果やSi/STO/PZTのような多層構造の分析結果で示したように、GIF ContinuumはEELS分析の可能性を大きく拡げます。GIF Continuumのアドバンテージは、EELSを用いたキャラクタリゼーションが求められるあらゆる試料の分析やこれまでの分光器では不可能であったEELS分析が求められる試料に威力を発揮します。

© 2022, by Gatan, Inc. All rights reserved. Gatan, Gatan logo, and all other trademarks are property of Gatan, Inc.unless otherwise specified.

AN-SEMICONDUCTORS-FL1-NJ-MAR22-JP