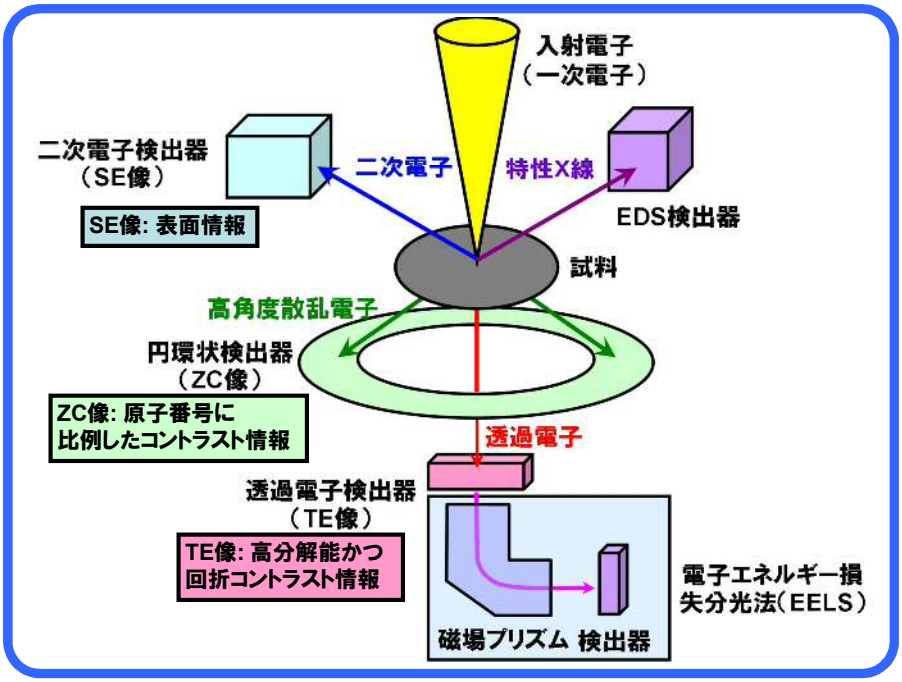
走査型透過電子顕微鏡
【STEM】

STEM[ステム]　：Scanning Transmission Electron Microscope
EELS[イールス]：Electron Energy-Loss Spectroscopy

■原理

薄片化した試料に電子を照射し、試料中を透過もしくは試料により散乱した電子を利用して、観察・分析を実施する。

■装置概要



■分析できない材料

揮発性材料・磁化を帯びた材料

■サンプル制限

直径3mmφ以内、厚み0.5mm以内

■観察可能箇所

マイクロサンプリングした薄片
　縦 x 横 x 厚み:
　　8μm x 5μm x 100nm前後
微粉末
ミクロトーム切片

■特徴

○ 空間分解能0.204nmにより、nmオーダーの測長や微小領域(2nm程)の分析が可能。
○ ホルダーリンケージにより、FIB装置間の移動が可能。
○ 360度回転ホルダーによりデータ取得および三次元再構築することで、
　多様な方向から立体構造の観察が可能(トモグラフィー解析)。
○ 雰囲気遮断試料ホルダーを用いて、水分・酸素・窒素脆弱材料の解析が可能。
○ EDXにより、元素(B～U)の同時定性分析や半定量値を算出することが可能。
○ EELSにより、軽元素(Liなど)分析や化学結合状態の解析が可能。

■アプリケーション

像観察 ： 二次電子像(SE)・散乱電子像(ZC)・透過電子像(TE)・電子回折図形
三次元再構築 ：トモグラフィー解析
EDX：点分析・線分析・元素マッピング
EELS：点分析・線分析・元素マッピング

■分析事例

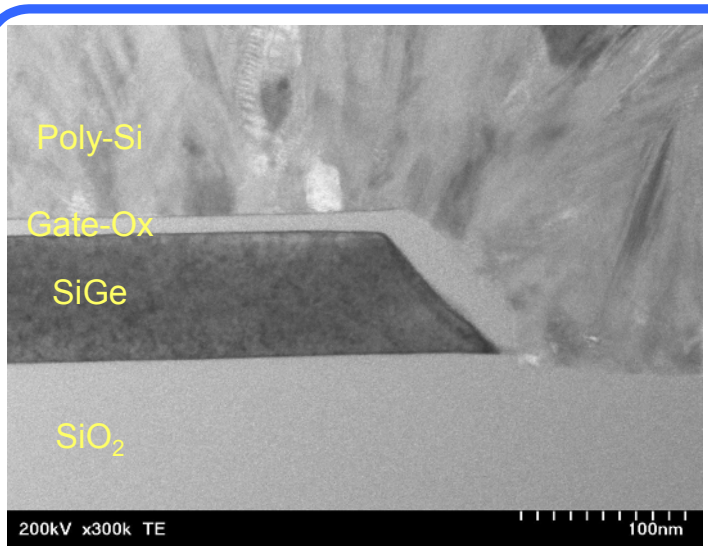
IC・メモリなどの微細構造解析
Li電池の軽元素分析

■分析の際に必要な情報

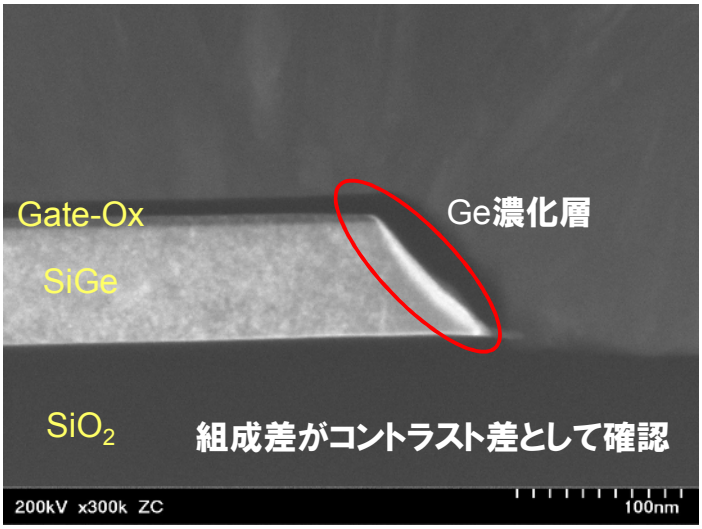
断面構造および着目箇所
構成元素、予想される化学組成情報

走査型透過電子顕微鏡/エネルギー分散型X線分析【STEM/EDX】

■観察事例(MOSデバイス　断面解析)

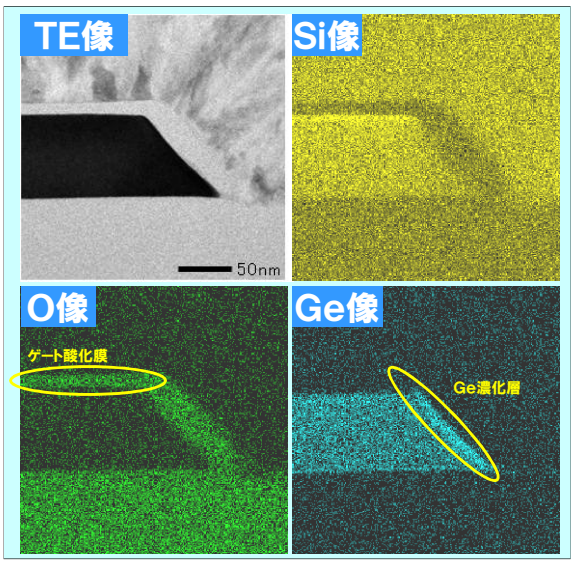


透過電子像(TE像)



散乱電子像(ZC像)

■EDXマッピング分析結果



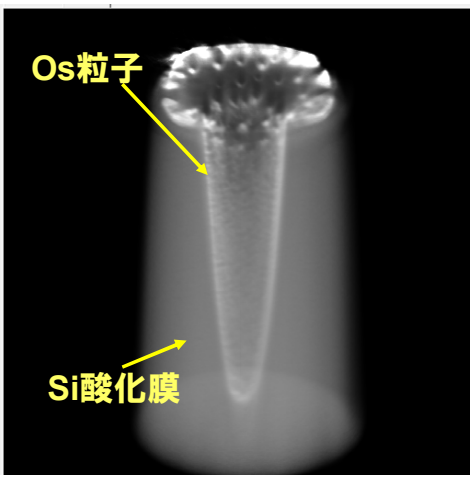
■観察モードの特徴

TE像：Transmission Electron Image
結晶粒・結晶欠陥の観察に適する。
重い物質が存在する箇所は、透過能が
低下するため、コントラストが低下する。

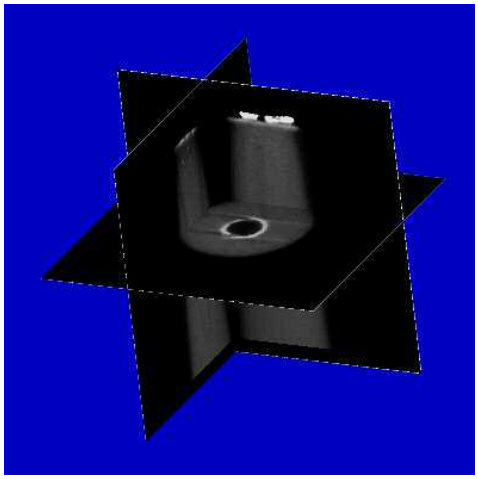
ZC像：Z Contrast Image
試料の組成に応じたコントラスト、つまり
重たい元素・物質ほど明るく観察され、
そのコントラストは原子番号の2乗に
比例すると言われている。

EDXマッピング像：Energy Dispersive X-ray Spectrometry
電子線を照射した際に励起される特性X線を
エネルギー値で分光・検出することにより、
照射領域の構成元素を定性・定量する分析手法。
点分析，ライン分析および面分析が可能。

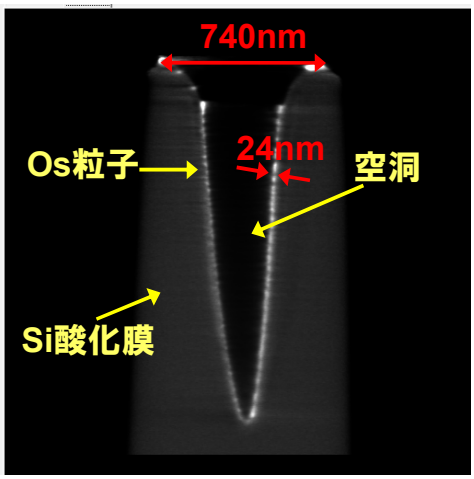
■分析事例（トモグラフィー解析事例 ： ホール側壁の微粒子）



3次元再構築像



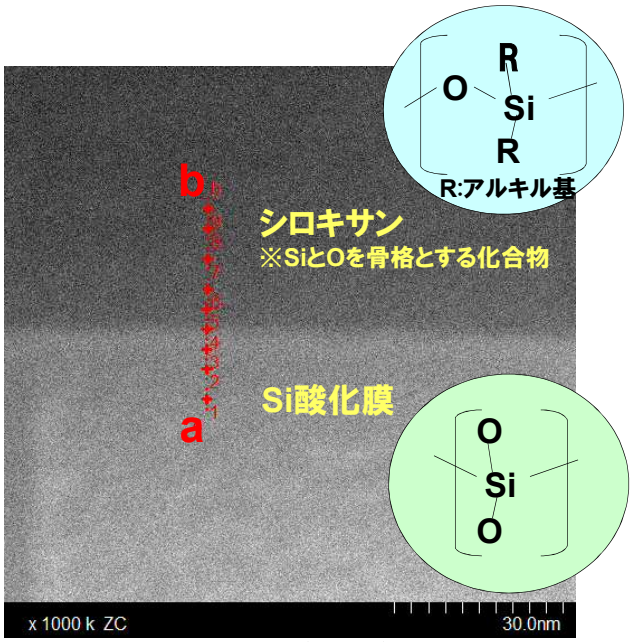
任意の断面が観察可能



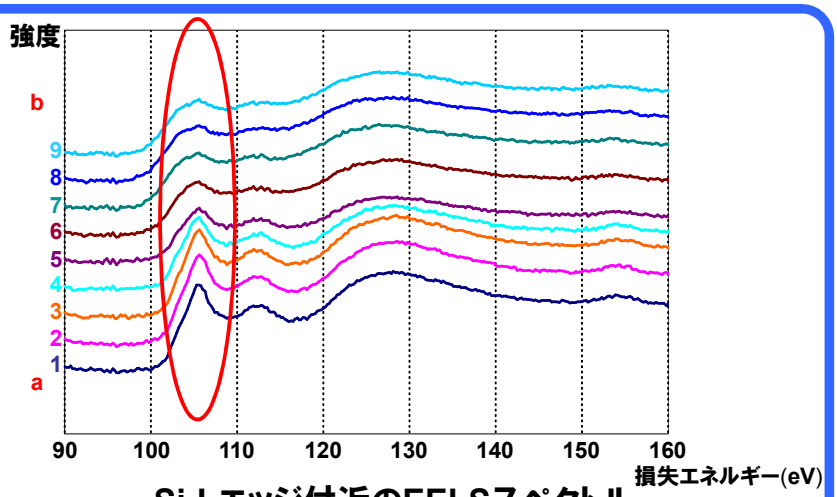
任意箇所の測長可能

走査型透過電子顕微鏡/電子エネルギー損失分光法【STEM/EELS】

■分析事例（EELSスペクトル解析事例）



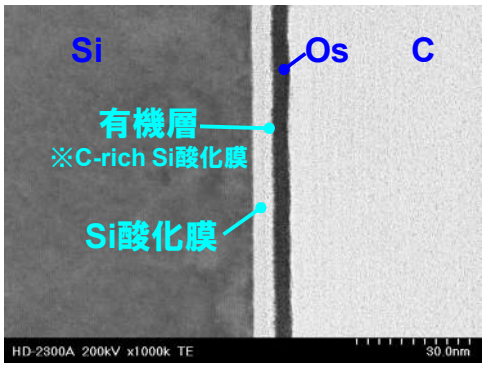
散乱電子像（ZC像）
EELS分析箇所（a−b間）



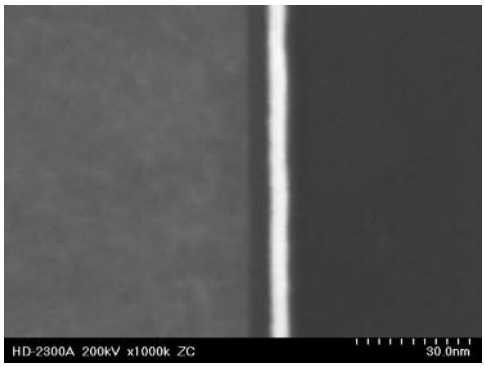
Si-Lエッジ付近のEELSスペクトル

EDXでは、各構成元素「Si」と「O」の情報のみである。
EELSスペクトルでは、
構造の違いに起因するピークの変化が確認できる。

■観察事例(EELS　マッピング解析事例)

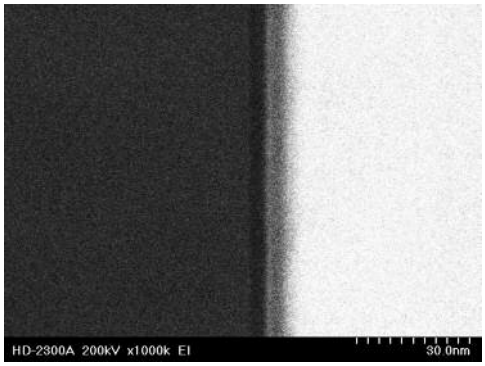


透過電子像(TE像)

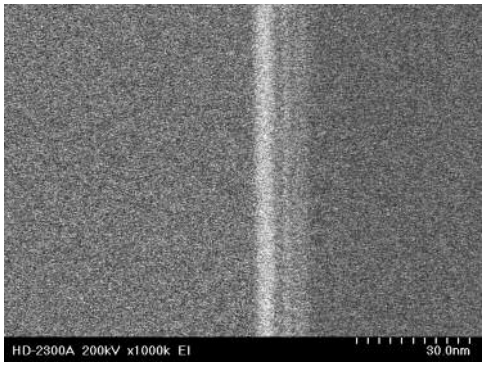


散乱電子像(ZC像)

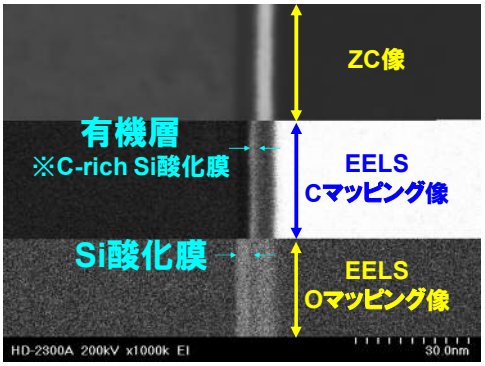
TE像とZC像では、
Si酸化膜と有機層の違いを
確認できない。



EELS C-マッピング



EELS O-マッピング



EELS ZC/C/O-マッピング

EELS　元素マッピングは、1分以内でデータ取得可能である。また、観察中に元素マッピングへ信号を切り替えることができ、有機層とSi酸化膜の違いが鮮明に確認できる。