収差補正 STEM を用いた EELS による原子カラムマッピング

日本電子株式会社電子光学機器本部 奥西 栄治 沢田 英敬

Fig. 1 HAADF image と EELS マッピング領域.

Fig. 3 測定範囲の HAADF image.

Fig. 2 1 ピクセルから得られた EELS.

Fig. 4 Si-L map.

近年、球面収差補正の技術が開発されたことにより、電子顕微鏡の性能は飛躍的に向上した。特に収差補正装置を付加した走査透過型電子顕微鏡(STEM)を用いることにより、0.1 nm 以下でなおかつ補正前のおよそ10倍以上という高い強度を持ったプローブを STEM 像観察や EELS 分析に使用することができ、その空間分解能の向上が期待される。特に EELS を用いた原子レベルでの分析は注目されており、原子カラムに沿った2次元分布像が取得できると考えられる。そこで試料に Si 単結晶を用い 110 方向から観察を行い原子カラムからの EELS による元素分布像観察が可能であるか調べた。Fig. 1 に高分解能 HAADF 像を示す。このときのプローブ径は 0.1 nm で、この図中の矩形で囲まれた部分を 50×45 ピクセルに分割し、1 ピクセルあたり 0.02 秒でスペクトルを取得した。この測定にはスペクトラムイメージング法を用いた。Fig. 2 は取得された 1 ピクセルからのスペクトルで、わずか 0.02 秒という測定時間にも関わら

ず明瞭な Si-L エッジが測定されている。得られた各ピクセルのスペクトルに対しバックグラウンドを差し引き、Si-L エッジのシグナル位置を決定し元素分布像を得た(Fig. 4)。また Fig. 3 には同じ領域の HAADF 像を示す。この2つを比較すると HAADF 像において原子カラム位置に相当する場所と同一場所で Si-L エッジの強い強度が観察されており、0.136 nm に対応するダンベル構造を反映した分布像が取得されている。つまり、原子カラム1つ1つを分解する空間分解で元素分布像が得られていることがわかる。このように収差補正 STEM を用いて EELS 分析を行うことにより、原子カラムオーダーでの元素分布像観察を行うことが可能である。

(2006 年 8 月15日受理)

Atomic Column by Column EELS Mapping by Cs Corrected STEM; Eiji Okunishi, Hidetaka Sawada (Electron Optics Division, JEOL Ltd., Tokyo)

Keywords: Cs corrector, scanning transmission electron microscope (STEM), atomic column, electron energy loss spectroscopy (EELS) map, spectrum imaging

TEM specimen preparation: Ion milling (Ion slicer)

TEM utilized; JEOL JEM-2100F STEM Cs corrector with GATAN ENFINA EELS spectrometer