

高分解能 EELS を用いた LaB₆ 微粒子の近赤外吸収の研究

東北大学多元物質科学研究所 佐藤 庸平 寺内 正己
日本電子株式会社 向井 雅貴 金山 俊克
住友金属鉱山株式会社 市川 研究所 足立 健治

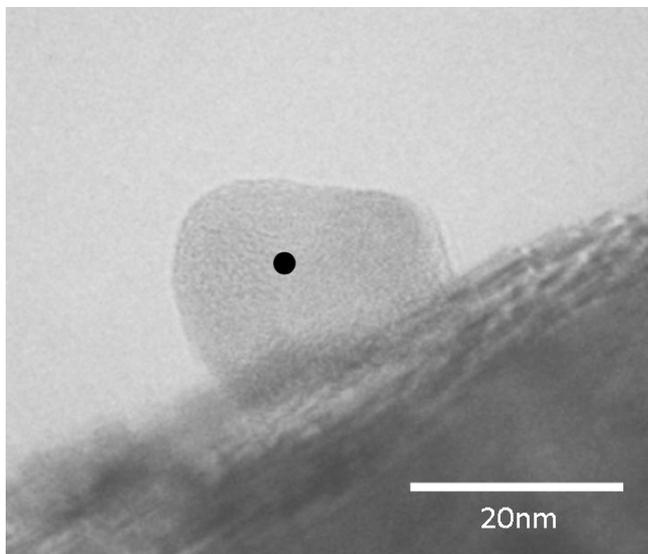


Fig. 1 MgO 基板に付着した LaB₆ 微粒子の TEM 像. 粒子の直径は約 20 nm. 黒丸は EELS 測定時の電子プローブ照射位置.

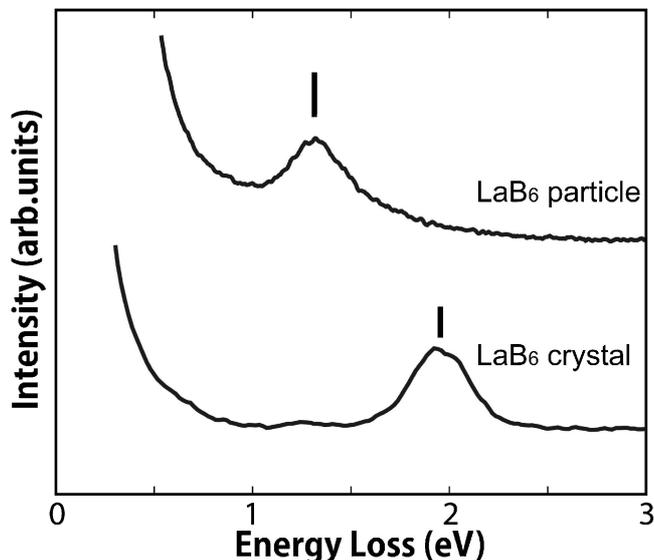


Fig. 2 LaB₆ 微粒子から測定した EELS スペクトル. 加速電圧 100 kV, 電子プローブ直径 1 nm, エネルギー分解能 90 meV.

近年モノクロメータ分析電子顕微鏡の開発が行われ⁽¹⁾, エネルギー分解能の向上により, これまで測定が困難であった近赤外領域(NIR)の測定が可能になった. 本研究は, この装置を用いて, 太陽光熱線遮蔽フィルターに用いられている LaB₆ ナノ微粒子の光学特性を明らかにするため, 微粒子 1 つ 1 つから電子エネルギー損失分光(EELS)測定を行った.

遮蔽フィルターが熱線を散乱する要因は, フィルターに分散している LaB₆ ナノ微粒子中の低密度キャリア電子による集団振動(プラズモン)に起因していると考えられている. 微粒子のプラズモンエネルギーは, 微粒子が付着している基板から誘起される誘電場に影響される. そこで EELS スペクトルは, 絶縁体(MgO)に付着した 1 粒子から測定を行う必要がある(Fig. 1).

LaB₆ 微粒子と結晶から測定した EELS スペクトルを示す(Fig. 2). 測定は, 加速電圧 100 kV, 電子プローブ直径 1 nm, エネルギー分解能 90 meV の条件下で行った. バルク結晶のプラズモンピークは 2 eV

に位置しているのに対し, 微粒子のプラズモンピークは 1.3 eV に観測された. このピークエネルギーは, 金属球の表面プラズモン双極子振動モードのエネルギー計算値とほぼ一致する. また観測された微粒子のプラズモンエネルギー(1.3 eV)は, 光学測定による吸収ピークのエネルギーとも一致している⁽²⁾. 以上のことから, 近赤外光吸収ピークが表面プラズモンに対応していることが明らかになった.

EELS の高エネルギー分解能化により, 近赤外領域までの光学的性質を調べることが可能になった. 今後, モノクロメータ分析電子顕微鏡は, 実用材料の物性評価を行う上で, さらに重要な役割を果たすと考えられる.

文 献

- (1) M. Mukai *et al.*: *Microsc Microanal.*, **13**(supple 2) (2007), 1242-1243.
- (2) H. Takeda *et al.*: *J. Am. Ceram. Soc.*, **91** (2008), 2891-2902. (2009年7月27日受理)

HR-EELS Study of Near Infrared Absorption of LaB₆ Nano-particle; Yohei Sato*, Masami Terauchi*, Masaki Mukai**, Toshikatsu Kaneyama**, Kenji Adachi*** (*IMRAI, Tohoku University, Sendai. **JEOL Ltd., Akishima. ***Ichikawa Research Laboratories, Sumitomo Metal Mining Co. Ltd. Ichikawa)

Keywords: HR-EELS, Near infrared absorption, LaB₆

TEM utilized: JEM-2010FEF equipped with monochromator (100 kV)