

$\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ 微粒子群が有する光吸収の解析

Analysis of absorption by $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ nanoparticles ensemble

住友金属鉱山株式会社 市川研究所 ○町田 佳輔、足立 健治

Ichikawa Research Laboratories, Sumitomo Metal Mining Co., Ltd., ○Keisuke Machida and Kenji

Adachi

E-mail: Keisuke_Machida@ni.smm.co.jp

導電体ナノ微粒子の発揮する局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) による吸収は、貴金属微粒子や透明導電性酸化物を主な題材としてさまざまなアプローチにより解析されてきた。近年は近赤外線領域に吸収ピークを持つ材料として、ITO (錫添加酸化インジウム)、 LaB_6 (六ホウ化ランタン)、 $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ (セシウムドープ酸化タングステン) などの微粒子が実用対象に選ばれている。なかでも $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ は卓越した近赤外/可視の吸収コントラストと高いモル吸光係数を持ち、日射遮蔽分野や光学フィルタでの応用が進んでいる。

$\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ 微粒子群の発揮する光吸収特性は、バルクの誘電関数を用いた Mie の散乱理論による予測に比べて、バンド幅が広く、また低エネルギー側へのピークシフトが見られる。我々は前回の報告で、 LaB_6 微粒子群における同様の傾向を、 LaB_6 微粒子形状のディスク型への偏向とその統計的バラツキに起因することを明らかにした。しかし $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ におけるこの変化はサイズや形状などの因子では説明できなかった。

微粒子化された $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ の電子顕微鏡観察を行ったところ、最表面付近に Cs 原子の脱離が確認され、電子密度の低下に伴うプラズマ周波数のシフトが示唆された。そこで酸処理により Cs の一部を選択的に脱離させた $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ 焼結体を用いてエリプソメータで誘電関数を測定したところ、ポラロン吸収のピークシフトが確認された (Fig. 1)。以上から、 $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ の吸収バンドに影響を及ぼす要因として、微粒子化に伴う Cs 欠損の導入により、誘電関数そのものがバルク値から修正を受けている可能性が見出された。

そこで、 $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ の誘電損失 $\varepsilon_2(\omega)$ が様々な程度で修正を受けた粒子が混在する仮想的な多粒子系について、Mie 理論をベースとした吸収の積算計算を行ったところ、現実の $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ 微粒子分散体が発揮する近赤外吸収バンドを説明可能であった (Fig. 2)。

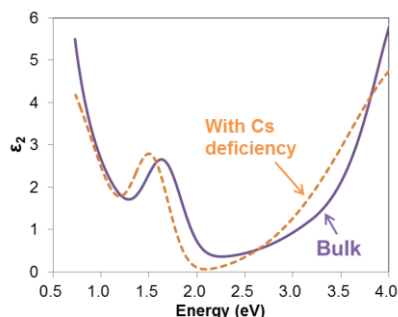


Fig. 1 Experimentally-determined ε_2 of $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ with Cs deficiency induced

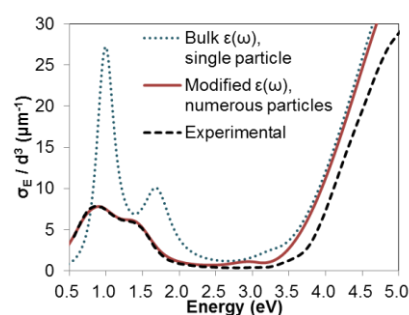


Fig. 2 Experimental and calculated absorption spectra of $\text{Cs}_{0.33}\text{WO}_3$ dispersion