

銀ナノ微粒子にコートされた CdS の複素三次非線形感受率スペクトル

The complex third-order nonlinear susceptibility spectrum
of CdS coated to a silver nanoparticle徳島大院 [○]岡本 敏弘, 原口 雅宣Univ. of Tokushima, [○]Toshihiro Okamoto and Masanobu Haraguchi

E-mail: toshi-okamoto@tokushima-u.ac.jp

背景・目的

数 10nm サイズの金属微粒子の周りに CdS のような光カー媒質を配置し, 局在表面プラズモン(Localized Surface Plasmon: LSP)の増強近接場光でその屈折率を変化させれば, 1 個のナノ微粒子だけで全光型光変調や光スイッチングができると考えられる。一方, その非線形光学現象を詳しく調べることで, 微量なナノ材料の 3 次非線形感受率 $\chi^{(3)}$ の高感度計測も可能になると期待される。これまで我々は CdS がコートされた Ag 微粒子に着目し, 顕微分光法を用いて, 単一の CdS コート Ag ナノ微粒子における散乱光強度の非線形応答の観測に成功した。[1] 今回, 光カー効果を考慮した Mie 理論計算シミュレーションと参考文献[1]の実験結果を比較することで, CdS コート膜の複素 3 次非線形感受率 $\chi^{(3)}_{\text{CdS}}$ スペクトルを求めることができたので報告する。

解析方法・結果

光カー効果を考慮した Mie 理論計算[2,3]において, 均質なコアシェル構造を想定し, CdS の比誘電率 ϵ_{CdS} を次のように仮定した。

$$\epsilon_{\text{CdS}}(|E_R(r)|^2) = \epsilon_l + \frac{3}{4} \chi^{(3)}_{\text{CdS}} |E_R(r)|^2$$

ここで, ϵ_l は CdS の線形比誘電率, $E_R(r)$ は位置 r における局所電界 (半径方向成分) である。

個々の CdS コート Ag ナノ微粒子について, 実験で得られた規格化散乱光強度と, Mie 理論計算で求めた CdS 表面の近接場光強度のそれぞれの入射光強度依存性がフィットするように複素 $\chi^{(3)}_{\text{CdS}}$ を求めた。その結果を Fig.1 に示す。図中の青三角, 緑丸, 赤四角はそれぞれ線形散乱光スペクトルの異なる微粒子 A, B, C (Table 1 参照) による結果である。粒子が異

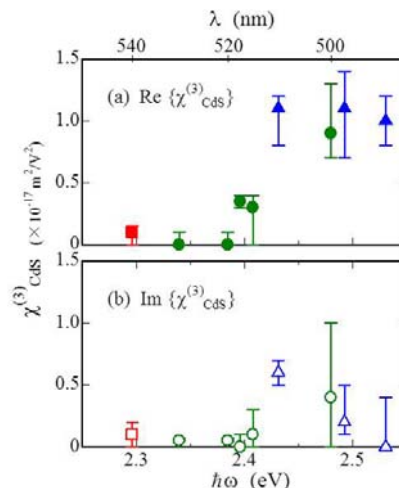


Fig.1 The complex $\chi^{(3)}$ spectra of CdS coated to a silver nanoparticle

Table 1. Size parameters of CdS coated Ag nanoparticles

Particle	Diameter of particle $2(a+d)$ (nm)	Radius of Ag a (nm)	Thickness of CdS d (nm)	LSP energy $\hbar\omega_{\text{LSP}}$ (eV)
A (▲△)	29	9.3	5.2	2.49
B (●○)	36	10.0	8.0	2.40
C (■□)	42	8.0	13.0	2.29

なっても, ほぼ同一の $\chi^{(3)}_{\text{CdS}}$ スペクトルを示すことが確認された。Ag 微粒子にコートした CdS の複素 $\chi^{(3)}_{\text{CdS}}$ は, 実部・虚部共に, CdS のバンド間遷移が生じる $\hbar\omega > 2.4\text{eV}$ で大きくなり, 虚部が極大になった $\hbar\omega = 2.43\text{eV}$ で, $\chi^{(3)}_{\text{CdS}} \approx (1.1 + i0.6) \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{V}^2$ となることがわかった。本実験の結果が結晶 CdS の $\chi^{(3)}$ 値 ($4.8 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{V}^2 @ 2.41\text{eV}$ [4]) よりも小さくなったのは, 逆ミセル法で作られた CdS が不完全な結晶であったことが原因だと考えられる。

References

- [1] T. Okamoto et al., APEX **1**, 062003 (2008)
- [2] T. Okamoto et al., J. Microsc., **210**, 193(2003)
- [3] T. Okamoto et al., JJAP **43**, 6507 (2004)
- [4] Z. Li et al., J. Cryst. Growth **138**, 231 (1994)