

離散双極子近似による堆積型セミシェル構造の光学応答の計算

Optical properties of deposition type semi-shell structures

evaluated by discrete dipole approximation

東工大総理工, °藤村 隆史, 梶川 浩太郎

Tokyo Tech., °Ryushi Fujimura, Kotaro Kajikawa

E-mail: fujimura.r.ab@m.titech.ac.jp

基板上に固定化した誘電体微小球をテンプレートとし、真空蒸着やスパッタなどによって金属を堆積させて半球状のシェルを形成するセミシェル構造[1](堆積型セミシェル構造)は、最もシンプルに作製できるコアシェル構造のひとつである。この堆積型セミシェル構造では、一般的なコアシェル構造と同様に、蒸着膜厚を変えることで、プラズモン共鳴波長を容易にシフトさせることができる。しかしながら堆積型セミシェル構造では、シェル膜厚が一定ではないことが予想され、また実際にシェルがどのような形状になっているかも自明ではない。そのため堆積型セミシェル構造の光学特性を数値計算によって予測し、構造の最適化やデバイス設計を行うことは容易ではない。

今回われわれは堆積型セミシェル構造の形状を電子顕微鏡によって観察し、シェルの形成過程における物理的描像を考慮してシミュレーションモデルの構築を行った。構築したモデルを Fig.1 に示す。このモデルでは、堆積した金属原子がコア表面への吸着後に移動して球状になる観察結果を反映させており、また金属の粒状性を考慮してグレイン半径 R_{grain} をもつ半球によってシャープなエッジを丸めている。シェル半径 R_{shell} と、シェルとコアの中心間の距離 d_{center} は、堆積した金の量から決められ、蒸着膜厚 h_{evp} の値に応じて決定する。

構築したモデルは離散双極子近似を用いたシミュレーションコードである DDSCAT[2]を用いて光学特性の評価を行った。計算によって得られた消衰効率 Q_{ext} のスペクトルを実験結果と共に Fig.2 に示す。実験試料には、ガラス基板上に固定化したポリスチレン微小球(直径 85nm)に金を真空蒸着し、その後純水中で超音波処理を施して基板から剥離したセミシェルを用いた。計算によって得られた消衰効率のスペクトルは実験で得られた光学スペクトルをよく再現しており、本モデルが堆積型セミシェル構造のモデルとして妥当であることがわかる。

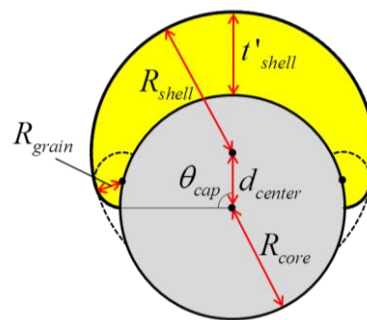


Fig.1. Simulation model of the deposition type semi-shell structure.

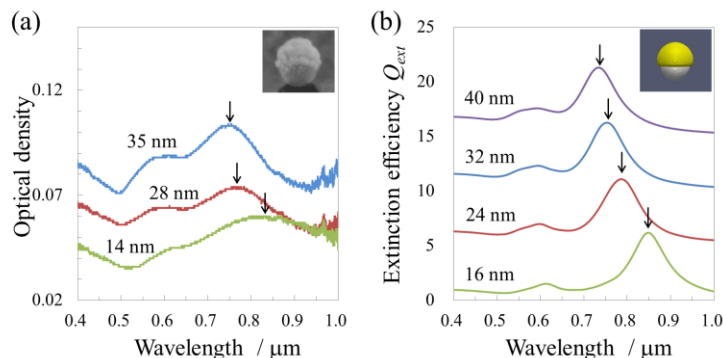


Fig.2. Spectra of the deposition type semi-shell structures. Experimental results (a) and simulated results (b). The value on each curve represents the evaporation thickness of Au. The core material is polystyrene with a diameter of 85 nm. The semi-shell structures are randomly oriented in water. The curves in (b) are shifted for clarity.

【参考文献】

- [1] H. Takei, J. Vac. Sci. Technol. B **17** (1999) 1906-1911.
- [2] B. T. Draine and P. J. Flatau, J. Opt. Soc. Am. A **11** (1994) 1491-1499.