

Layer-by-Layer 法により作製した Zn 系半導体ナノ粒子膜の光学特性

Optical properties of Zn-based semiconductor nanoparticle films

assembled by layer-by-layer method

大阪府大院工¹, 大阪市大院工²

○(M2) 木野 大地¹, 成田 裕紀¹, 金 大貴², 沈 用球¹

Osaka Pref. Univ.¹, Osaka City Univ.²

°Daichi Kino¹, Yuki Narita¹, DaeGwi Kim², YongGu Shim¹

E-mail: kino-2@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに バルクとは異なる物性を持つ半導体ナノ粒子(NP: 直径数 nm)は、その種類、サイズ、組合せ、配列により物性制御が可能であることに加え、光散乱が小さいことや曲面への塗布も可能なことから新しい光学薄膜用素材としての応用が期待できる。これまでコロイド半導体ナノ粒子積層膜におけるナノ粒子の種類やサイズと光学定数の関係について研究を行ってきた[1]。本研究では、粒径が異なる ZnSe ナノ粒子(ZnSe-NP)、ZnS ナノ粒子(ZnS-NP)を用いて、これらの多積層により光学薄膜として必要な波長オーダーの膜厚を有する薄膜を作製し、光学定数や膜厚、膜質を評価することで、半導体ナノ粒子積層膜の光学薄膜への応用可能性を調べた。

実験 水熱合成法[2]により作製した粒径の異なる ZnSe-NP (直径 2.8-3.5 nm)、ZnS-NP (直径 2.4-2.8 nm) を用いた。ナノ粒子は Layer-by-Layer (LbL) 法[3]によりガラス基板上に多重積層させた (ナノ粒子を x 層積層させた試料を $(\text{ZnSe-NP})_x$ 、 $(\text{ZnS-NP})_x$ と表記する)。測定は位相変調器型分光エリプソメータを用い、入射角 65 度、室温で行った。解析には、ナノ粒子、カチオン性ポリマー分子、空隙を含む多積層膜を単相の混合膜と仮定した光学モデルを用い、ナノ粒子積層膜の膜厚と光学定数を算出した。

結果 分光エリプソメトリ解析により得られた $(\text{ZnSe-NP})_x$ (直径 3.2 nm) の膜厚を Fig.1 に示す。LbL 法による積層回数 x の増加に伴い膜厚が線形に増加しており、ナノ粒子の粒径から算出した推測値(図中直線)と良い一致を示していることから、積層数 x による膜厚制御を確認した。次に、波長 587 nm における $(\text{ZnSe-NP})_x$ (直径 2.8, 3.2 nm) 膜の屈折率の積層数 x 依存性を Fig.2 に示す。 $(\text{ZnSe-NP})_x$ 膜の屈折率は、積層数による変化が小さく (1.59 ± 0.04 (ϕ 2.8 nm)、 1.72 ± 0.05 (ϕ 3.2 nm))、光学的に均質な膜であることがわかった。

これらの結果は、LbL による $(\text{ZnSe-NP})_x$ 膜は、積層数による膜厚制御が可能で、光学的に均質、かつナノ粒子サイズによる光学定数制御が可能であることを示しており、光学薄膜への応用が期待できる。ZnS-NP に関しても同様の結果が得られている。

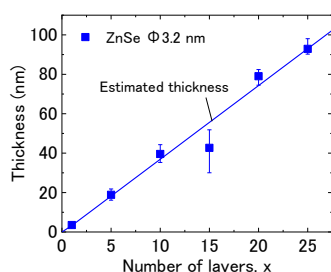


Fig. 1 Layer number dependence of the thickness of $(\text{ZnSe-NP})_x$ films.

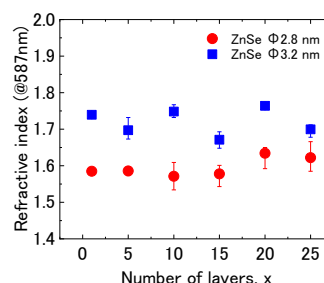


Fig. 2 Layer number dependence of the refractive indices of $(\text{ZnSe-NP})_x$ films.

[1] 木野大地 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-PB3-2 (2019). 他

[2] H. B. Bu, *et al.*, Phys. Chem. Chem. Phys. **15**, 2903 (2013).

[3] G. Decher, Science **277**, 1232 (1997).