

## Zn 系半導体ナノ粒子多積層膜の形成とその光学特性評価

### Formation and optical characterization of multi-layered film composed of zinc-based semiconductor nanoparticles

大阪府大院工<sup>1</sup>, 大阪市大院工<sup>2</sup>, 千葉工大工<sup>3</sup>

○(M1)木野 大地<sup>1</sup>, 成田 裕紀<sup>1</sup>, 金 大貴<sup>2</sup>, 脇田 和樹<sup>3</sup>, 沈 用球<sup>1</sup>

Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, Osaka City Univ.<sup>2</sup>, Chiba Inst. Tech.<sup>3</sup>

°Daichi Kino<sup>1</sup>, Yuki Narita<sup>1</sup>, DaeGwi Kim<sup>2</sup>, Kazuki Wakita<sup>3</sup>, YongGu Shim<sup>1</sup>

E-mail: [kino-2@pe.osakafu-u.ac.jp](mailto: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、配列により光学定数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。このことから、これまで我々は、Zn 系半導体ナノ粒子を用いて膜厚制御したナノ粒子積層膜を作製し、光学定数制御に関する研究を行ってきた[1]。本研究では、粒径が異なる ZnSe ナノ粒子(ZnSe-NP)に対して、光学薄膜形成に必要な波長オーダーの膜厚を有する多積層膜を作製し、分光エリプソメトリにより光学定数や膜厚、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) 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 (各ナノ粒子を x 層積層させた試料を  $(\text{ZnSe-NP})_x$  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(PDDA)、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、このナノ粒子積層膜の膜厚と光学定数を算出した。

**結果** 分光エリプソメータで得られた  $(\text{ZnSe-NP})_x$  (直径 2.8, 3.2 nm) の膜厚の解析結果を Fig.1 に示す。粒径が異なる ZnSe-NP のいずれにおいても、LBL 法による積層回数の増加に伴い、膜厚が線形に増加することが確認できた。それぞれのナノ粒子粒径から算出される膜厚の推測値(図中直線)と良い一致を示していることから~16 層の積層数では積層回数と粒径により膜厚制御が可能であることがわかった。また、波長 551 nm での積層膜の屈折率はそれぞれ、 $1.62 \pm 0.07$  (直径 2.8 nm)、 $1.72 \pm 0.09$  (直径 3.2 nm) と積層数依存性は小さく一定の値を示した。このことは、積層数に関わらず、ナノ粒子の粒径による光学定数制御が可能であることを示している。

#### まとめ

本研究により、LBL 法を用いることで半導体ナノ粒子の粒径や積層回数により、半導体ナノ粒子積層膜の膜厚や屈折率を制御でき、多様な光学薄膜の作製が可能であることを示すことができた。

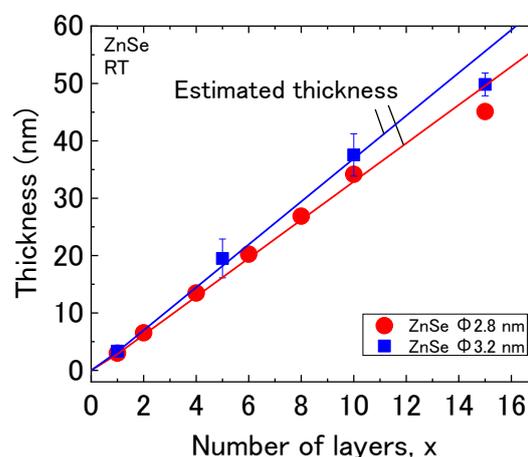


Fig. 1 Layer number dependences of the thickness of  $(\text{ZnSe-NP})_x$  films.

[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).

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

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