フォトニック/プラズモニックナノデバイスのための モールド形状制御技術の開発

Precise tuning of mold nanostructure for fabrication of photonic/plasmonic devices.

阪府大院工 [1]，JST さきがけ [2]　○前野 権一 [1]，山田 大空 [1]，志水 友哉 [1]，川﨑 大輝 [1]，
末吉 健志 [1]，久本 秀明 [1]，遠藤 達郎 [1, 2]

Osaka Pref. Univ. [1], JST PRESTO[2]; Kenichi Maeno[1], Hirotaka Yamada[1], Tomoya Shimizu[1], Daiki Kawasaki[1], Kenji Sueyoshi[1], Hideaki Hisamoto[1], and Tatsuro Endo[1,2]

(E-mail: endo@chem.osakafu-u.ac.jp)

1. 概要

ナノインプリントリソグラフィー等のモールドを利用したナノ構造作製技術は、ナノ構造を有するモールドへ任意の材料を積層、充填するだけで簡便かつ安価にモールド形状を反映したナノ構造を作製できるため、フォトニック/プラズモニックナノデバイス作製に有用な作製手法として研究が進められている。しかしながら従来のモールド作製法では、ナノ構造制御のために煩雑な作製条件最適化が必要であり、デバイス構造の変更が困難であった。そこで我々は、カチオン性ポリマーとアニオン性ポリマーを静電的相互作用により、数 nm の厚み精度で交互に堆積させる Layer-by-Layer(LbL)法を利用したモールド形状制御手法を提案する(Figure 1)。これにより、フォトニック/プラズモニックナノデバイスの構造と光学特性の容易な制御が期待される。

2. 実験

市販のナノ構造モールド(構造: ピラーアレイ，半径 115 nm，材質: Cyclo orefin polymer (COP))を、カチオン性ポリマー((poly (allylamine hydrochloride))水溶液(3 mg/mL)とアニオン性ポリマー(poly (sodium 4-styrene sulfonate))水溶液(3 mg/mL)に交互に浸漬し、ポリマー薄膜を堆積させた。また、このモールドへ酸化チタンを液相析出法で堆積させてフォトニック結晶デバイスを作製し、その光学特性を評価した。このデバイスは、白色光照射時にナノ構造に由来する 600 nm 付近の光反射を示すことが報告されており(K. Aono *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **2016**, *55*(8), 08RE01)、本モールド形状制御手法での反射ピーク波長制御を試みた。

3. 結果と考察

ポリマー堆積数 N = 0, 15 でのモールド形状観察画像を観察した結果、堆積によるピラー半径の増大が確認され(Figure 1)、そのピラー半径サイズは 3 nm/layer で制御できた。また、作製したフォトニック結晶デバイスの反射ピーク波長は堆積数増加に伴って短波化し、そのシフト量は 1 nm/layer であった。これらの結果から、本法のナノ構造/光学特性制御への有用性が実証された。

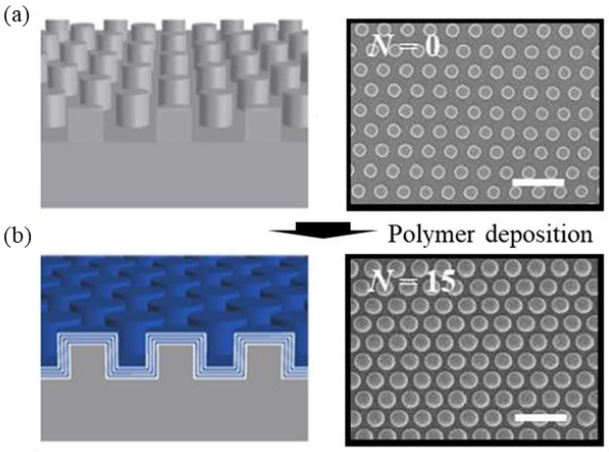

Figure 1. Schematics (left) and SEM images (right) of molds. (a) Original mold (N = 0). (b) Tuned mold (N = 15).