

## ナノインプリントと干渉フォトリソグラフィを用いた 三次元周期多孔構造体の作製

### Fabrication of three-dimensional periodic porous structures using nanoimprint and interference lithography

○鷲田 一博、三宅 正男、池之上 卓己、平藤 哲司 (京都大エネ科)

○Kazuhiro Washida, Masao Miyake, Takumi Ikenoue, Tetsuji Hirato (Kyoto Univ.)

E-mail: washida.kazuhiro.63x@st.kyoto-u.ac.jp

#### 1 はじめに

三次元フォトニック結晶は光の波長と同程度の周期の周期的屈折率分布を三次元方向に持つ構造体であり、光の発生や伝播を高度に制御することが可能になるため、次世代の光材料として期待されている。三次元フォトニック結晶の作製法の 1 つにテンプレート法がある。テンプレート法では、ポリマーなどからなる三次元周期構造のテンプレート内に高屈折率の物質を充填した後、テンプレートを除去することによって、高屈折率物質からなる三次元周期構造体を得る。この構造体は高屈折率物質と空隙との屈折率差によってフォトニック結晶として機能する。本研究では三次元周期構造のテンプレートの作製法として、ナノインプリントおよび干渉リソグラフィーを利用する方法を確立することを試みた。

#### 2 方法

以下の原理により、フォトレジスト内に三次元周期多孔構造を作製した。(1) ガラス基板上に塗布したフォトレジスト表面にナノインプリントにより二次元周期パターンを形成する。(2) 二次元パターン部にレーザー光を照射する。このとき、レーザー光の一部は二次元パターンによっていくつかの方向に回折する。このためフォトレジスト内部で、回折光同士および回折せず直進した光がそれぞれ干渉し、三次元の周期的な光強度分布が生じる。(3) 露光後、熱処理により閾値以上の強度の光が照射された部分をポリマー化させる。(4) 現像液に浸し、ポリマー化していない部分を溶解除去することで、ポリマーからなる三次元周期多孔構造体を得る。

フォトレジスト表面への二次元パターンの形成は以下の手順で行った。(1) 電子ビーム描画および反応性イオンエッチング (RIE) を用いて、二次元周期パターンを Si 基板上に作製した。(2) このパターンを PDMS で型取り、構造が転写されたスタンプを作製した。(3) このスタンプを使用してナノインプリントを行い、フォトレジスト表面に二次元パターンを形成した。

使用した二次元周期パターンは、直径 240 nm 深さ 200 nm の円柱状の穴を周期 360 nm で正方形格子状に配列させたものである。露光には波長 405 nm, 強度 20 mW, 光径 5 mm のレーザー光を用い、熱処理は 60 °C 40 min の条件で行った。

#### 3 結果

露光時間を変化させ、三次元周期多孔構造作製に適した露光時間を調べた。露光時間 55 s, 90 s, 150 s で得られた現像後の試料の断面 SEM 像を Fig.1 に示す。露光時間が 90 s の試料で三次元周期多孔構造が得られた。露光時間 55 s の試料では表面付近の構造が乱れたものとなった。一方、露光時間の長い試料ではフォトレジスト層全体が硬化し周期多孔構造は得られなかった。

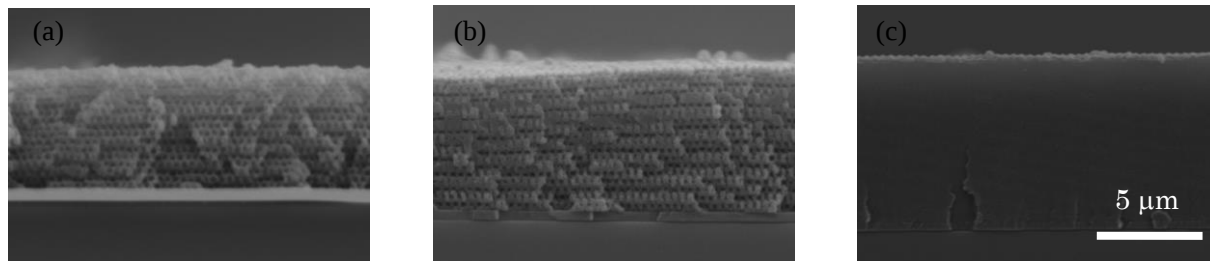


Fig.1 SEM image of fractured cross-sections of samples prepared by different exposure time  
(a) 55 s (b) 90 s (c) 150 s.