

フェムト秒レーザー直接描画及び原子層堆積法による 3次元金属フォトニック結晶の作製

Fabrication of 3D metallic photonic crystals by femtosecond direct laser writing and atomic layer deposition

北大電子研¹, JST-さきがけ² ○^(B)常盤 壘也¹, 孫 泉¹, 上野 貢生^{1,2}, 三澤 弘明¹

RIES-Hokkaido Univ.¹, PRESTO-JST², ○^(B)Takaya Tokiwa¹, Quan Sun¹,

Kosei Ueno^{1,2}, Hiroaki Misawa¹

E-mail: tokiwa@es.hokudai.ac.jp

3次元金属フォトニック結晶は、近赤外波長域において幅広いフォトニックストップバンドを有し、熱輻射の制御や赤外センサー、あるいは光アンテナなどへのアプリケーションが期待されている^[1,2]。本研究では、3次元フォトニック結晶のポリマーテンプレートに緻密な金属成膜を施して金属フォトニック結晶を作製し、その光学特性について検討したので報告する。3次元フォトニック結晶のポリマーテンプレートは、有機無機ハイブリットレジスト (SZ2080) にフェムト秒レーザービーム (λ_p : 800 nm, τ_p : 150 fs, f : 1 kHz) を集光照射して走査することにより作製する既報の direct laser writing 法により作製した^[3]。作製したテンプレート表面にイリジウムを原子層堆積装置により成膜し、金属コーティングを施した。作製した構造体の光学特性は顕微 FT-IR 測定装置により測定した。図 1(a)に、スクエアスパイラルフォトニック結晶のポリマーテンプレートの電子顕微鏡写真 (SEM) を示す。SEM 像、および波長 1.8 μm 付近にシミュレーション結果と同様のストップバンドが観測されたことから、周期性の高いフォトニック結晶のテンプレートが作製できていることが明らかになった。また、図 1(b)に、作製した3次元金属フォトニック結晶の断面 SEM 像を示す。FIB 加工により金属フォトニック結晶の断面を切断したところ、構造表面にイリジウムがコーティングされていることを確認した (SEM 中の白い部分がイリジウム)。さらに、図 1(c)に作製した金属フォトニック結晶の反射スペクトルを示すが、報告されている金属フォトニック結晶の反射スペクトルと同様に、近赤外の幅広い波長域において高い反射率を有することが明らかとなった^[1]。これは、イリジウムが近赤外波長域において高い屈折率を有することが一つの理由として考えられる。FDTD シミュレーションにより作製した金属フォトニック結晶の分光特性を検討したところ、実験結果をほぼ再現できることが明らかになった。発表では、金属フォトニック結晶の作製方法や光学特性について詳細に述べる。

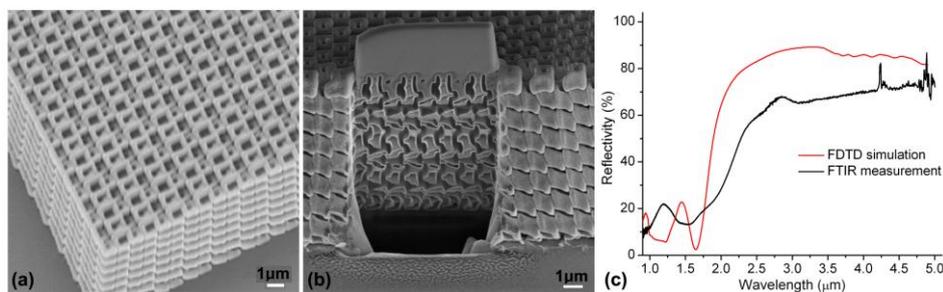


図 1 (a) スクエアスパイラルフォトニック結晶のポリマーテンプレートの SEM 像、(b) 3次元金属フォトニック結晶の断面 SEM 像、(c) 金属フォトニック結晶の反射スペクトル

[1] J. G. Fleming, S. Y. Lin, I. El-Kady, R. Biswas, K. M. Ho, *Nature* 417, 52 (2002).

[2] F. Kusunoki, T. Kohama, T. Hiroshima, S. Fukumoto, J. Takahara, T. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* 43, 5253 (2004).

[3] K. K. Seet, V. Mizeikis, S. Matsuo, S. Juodkazis, H. Misawa, *Adv. Mater.* 17, 541 (2005).

謝辞: 著者らは、フリードリヒ・シラー大学イェーナの Adriana Szeghalmi 博士の原子層堆積装置による金属コーティングやトロント大学の Sajeev John 教授の有益なディスカッションに対して感謝の意を表する。